

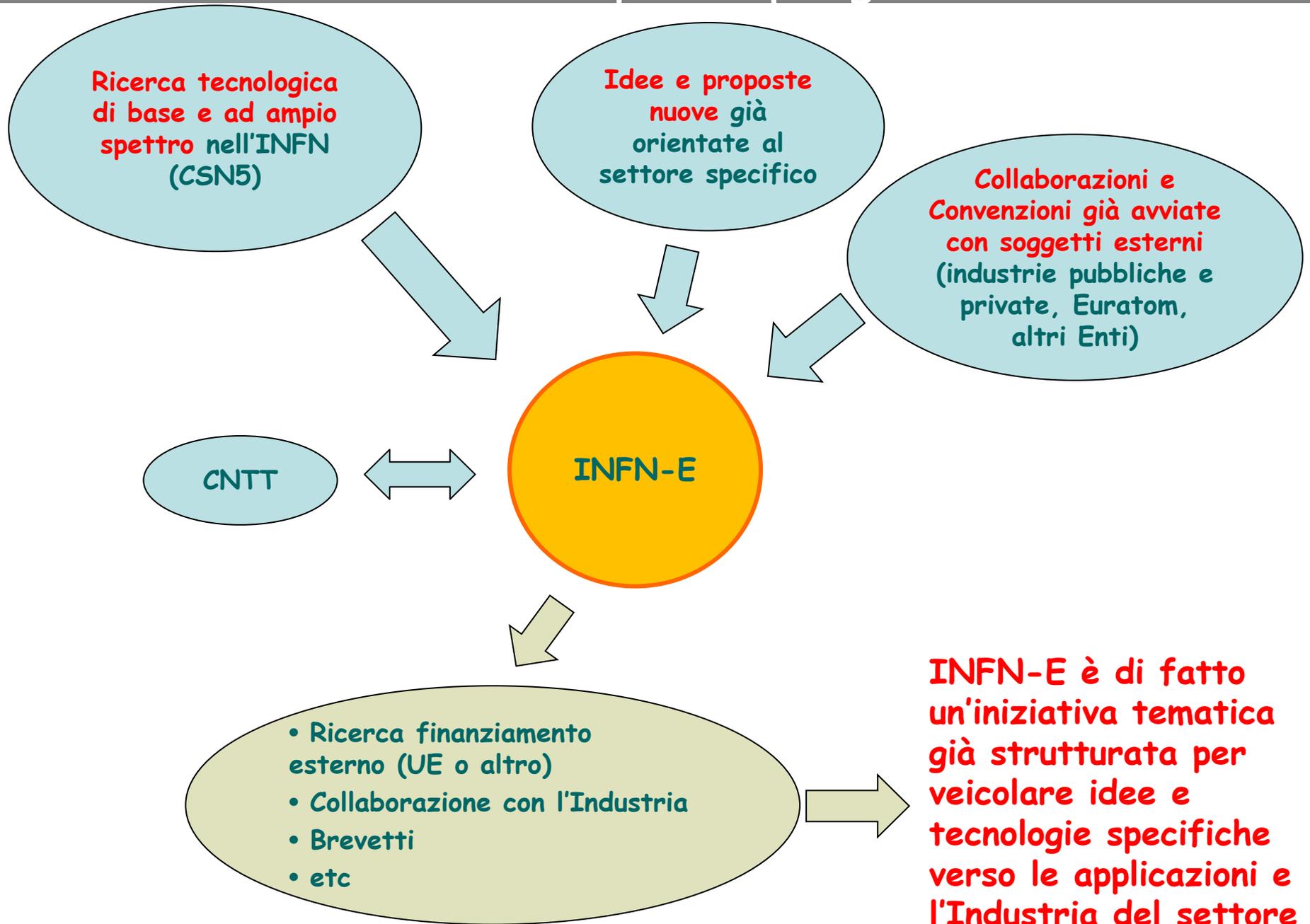
	<b>INFN-E</b>
<b>HORIZON 2020 PILLARS</b>	<b>SOCIETAL CHALLENGES – INDUSTRIAL LEADERSHIP AND COMPETITIVE FRAMEWORKS</b>
<b>Partner industriali</b>	Acciaierie Beltrame, Ansaldo Nucleare, CAEN, SOGIN, Tecnogamma; contatti in corso con ASG, Gilardoni, Enel
<b>Collaborazioni con Enti nazionali e internazionali</b>	CNR, ENEA, Politecnico Milano, Politecnico Torino, JRC-Ispra (Euratom), SCK-CEN (Belgio), Università Statale di Mosca
<b>Competenze</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rivelatori di nuclei, particelle e radiazione</li> <li>✓ Applicazioni di acceleratori di ioni e particelle a problematiche nell'ambito dell'energia nucleare</li> <li>✓ Formazione superiore e professionale</li> </ul>
<b>Ambiti di studio e R&amp;D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smantellamento degli impianti (decommissioning) e trattamento delle scorie</li> <li>• Controllo dei materiali radiologicamente rilevanti (sicurezza ai varchi)</li> <li>• Monitoraggio ambientale</li> <li>• Studio di nuove tipologie di impianti per la fissione nucleare, con caratteristiche di sicurezza avanzate (ADS, reattori veloci Generation IV) e sviluppo di nuove metodologie di test</li> <li>• Sviluppo di impianti per la fusione nucleare</li> <li>• Formazione e divulgazione</li> </ul>

M. Ripani coordinatore nazionale

Comitato tecnico-scientifico con industrie coinvolte

<b>Progetti specifici</b>
<b>1. Sicurezza nucleare</b>
<i>A. Controllo contaminazione ambientale e depositi scorie</i>
<i>B. Rivelazione non invasiva di sorgenti e materiali radioattivi in ambito industriale e portuale</i>
<i>C. Monitoraggio potenza e burn-up nei reattori commerciali</i>
<b>2. ADS, Reattori veloci, trasmutazione scorie</b>
<i>A. Sistemi innovativi a neutroni veloci, ADS e inceneritori di scorie</i>
<i>B. Rivelatori innovativi per flussi intensi di neutroni energetici (da fissione e fusione)</i>
<b>3. Fusione Nucleare</b>
<i>A. ITER/RFX</i>
<i>B. IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility)</i>
<b>4. Fisica dei neutroni</b>

# INFN-E: input al progetto



# UE-Scintilla

## Development of a gamma and neutron detectors for Radiation Portal Monitors

**Project scope:** *Development of detection capabilities of difficult to detect radioactive sources and nuclear material*

**Project Type:** *Collaborative project (FP7-SEC-2011-1.5-1) involving CEA, JRC, INFN, ANSALDO, IKI, FhG INT, ARTTIC, SAPHYMO, SYMETRICA*

**Project Duration:** *36 months (1/1/2012 - 31/12/2014)*



### INFN

*Development of a neutron detector based on Gd-Lined plastic scintillators for usage in RPMs*

**Participants:** *Genova*

**National Coordinator:** *Raffaella De Vita*

**Financial Officer:** *Marco Pavan*

**UE Personnel:** *Erica Fanchini, Valerio Vigo*

### Budget:

<b>Total:</b>	3.86 M€
<b>UE Contribution:</b>	3.03 M€
<b>INFN Total:</b>	396 k€
<b>INFN UE Contribution:</b>	299 k€

SCINTILLA

# UE-Scintilla

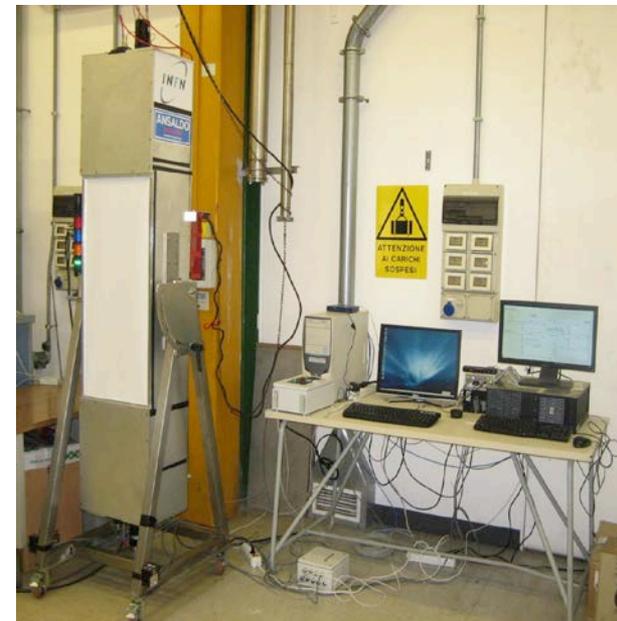
## Gd-lined plastic scintillator detector

*Developed in collaboration with Ansaldo Nucleare*

- ❑ Assembly of plastic scintillator paddles and Gadolinium foils with PMT-based readout
- ❑ Detection and discrimination of gamma and neutrons based on novel algorithm
- ❑ Integration with occupancy sensors and alarm annunciators to correlate rates with vehicle passages and alarm display
- ❑ Expert/User Graphical Interface

## 2013/2014 Activity and Status:

- ❑ Patent request presented in October 2013
  - ❑ Design of detector demonstrator completed in 2013
  - ❑ Optimization of acquisition/analysis software in Summer 2013
  - ❑ Detector built, assembled and commissioned in Genova
  - ❑ **Demonstrator successfully tested in Benchmark campaign at JRC-Ispra in February 2014:**
    - *Detector performances comply or exceed the RPM international standards for gamma and neutron detection*
  - ❑ Second detector for complete (2 pillars) RPM in construction
  - ❑ Final benchmark campaign planned in November 2014
- Importante supporto della Sezione (P.M., O.M., O.E., S.C.)**



## Esperimento INFN-E/MAFLUNE

**Scopo:** Monitoraggio di Alti FLUssi di NEutroni ( $E_n < 6$  MeV), prodotti da fissione nei reattori nucleari. Misure dirette dello spettro neutronico nei reattori veloci di IV generazione.

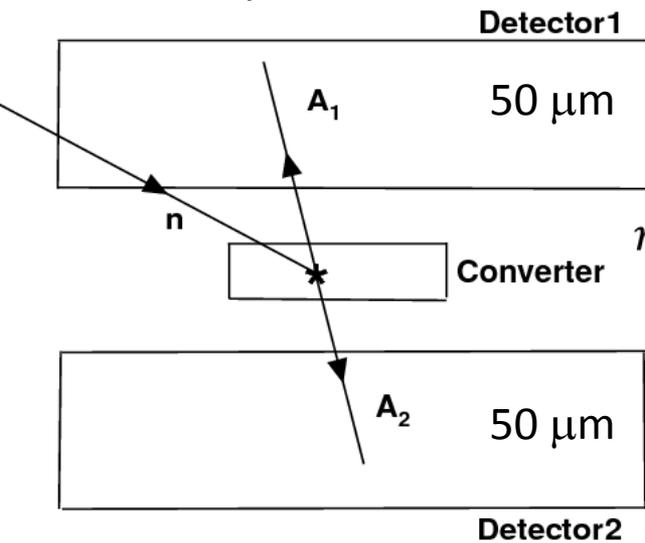
Persone coinvolte: M. Osipenko, M. Ripani, G. Ricco, S. Minutoli, F. Gatti, D. Corsini, M. Biasotti.

Collaborazione: S. Argiró et. al., Università di Torino/INFN Torino,  
G. Verona-Rinati et al. Università di Tor Vergata,  
R. Cardarelli et al., INFN Roma II,  
M. Pillon et. al., ENEA di Frascati,  
M. Tardocchi et al., CNR Milano,  
D. Trucchi et al., CNR Roma.

**Supporto Sezione** per realizzazione componenti rivelatore (**PM, OM, OE**)

Rivelatore: **coppia di diamanti CVD** prodotti da Tor Vergata e DDL con **convertitore in  ${}^6\text{Li}$** .

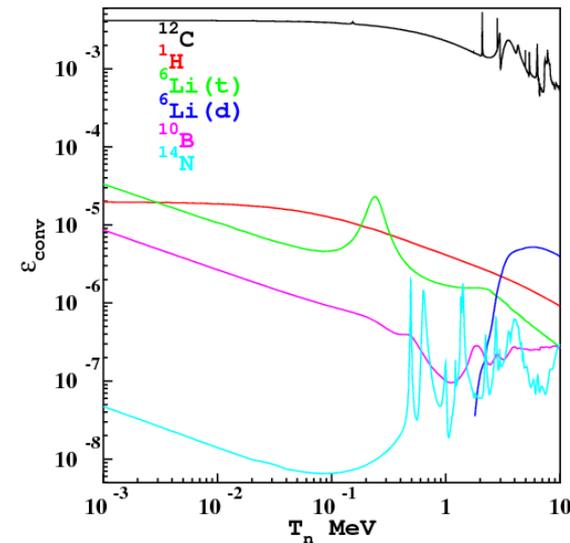
Letture: amplificatori a basso rumore compatibili con cavo di almeno 5 m e alto rate.

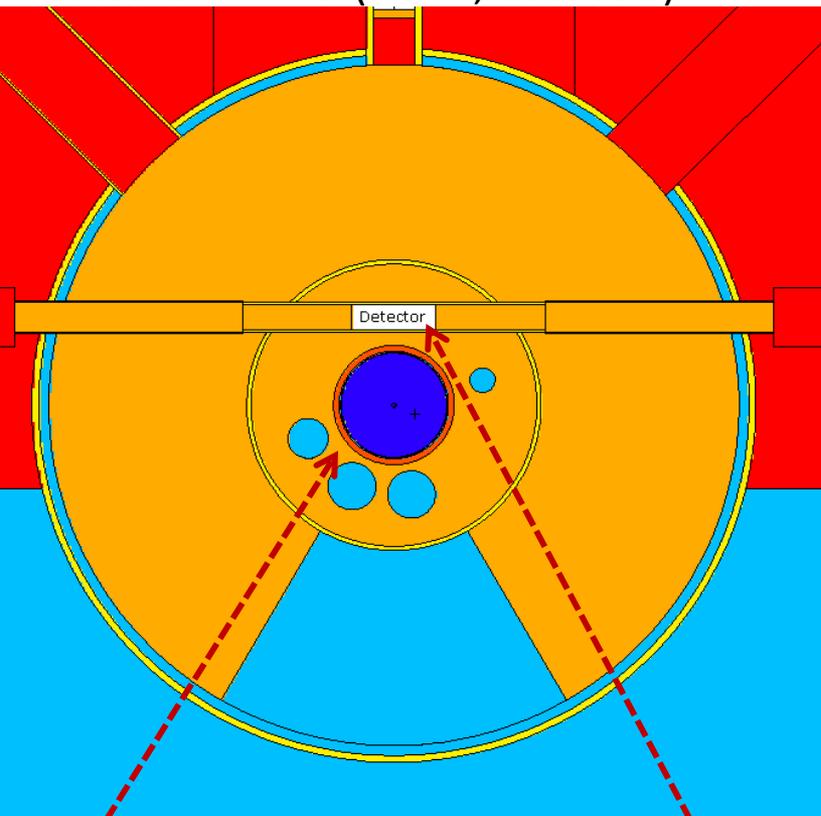


Reazione esotermica:



Prodotti di reazione percorrono 10-20  $\mu\text{m}$  nei diamanti generando segnali elettrici, misurati in coincidenza.

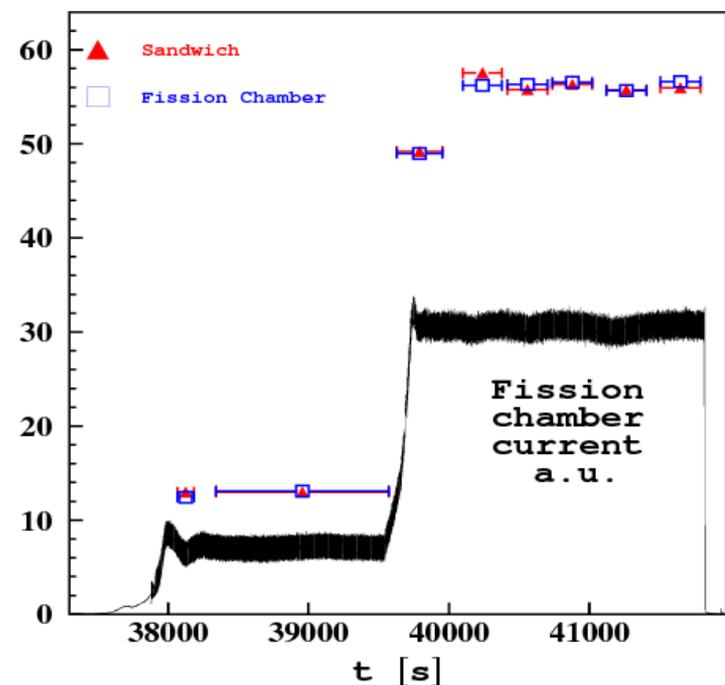




Flusso Totale:  
 $\phi_n \sim 10^{10} \text{ n/cm}^2/\text{s}$

Rate di  
 coincidenze:  
 <100 Hz

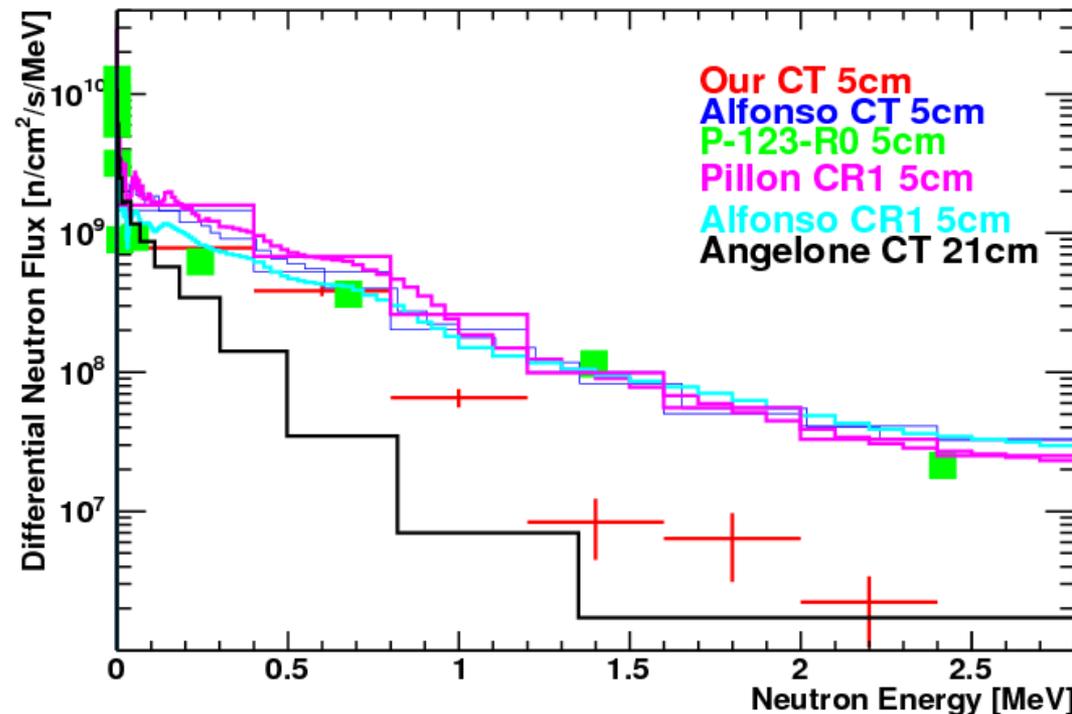
Andamento in  
 accordo con  
 camera a  
 fissione.



Nocciolo                      Punto misura

**Problemi da risolvere:**

1. Ridurre l'accumulo della carica spaziale durante irraggiamento nel prototipo esistente (Tor Vergata),
2. Costruire prototipo con diamanti commerciali DDL (F. Gatti),
3. Migliorare risoluzione (S. Minutoli).





# MAFI

## Monitoraggio Alti Flussi ITER

### Scopo:

◆ Valutazione dello shielding neutronico nelle porte sperimentali del reattore a fusione ITER e della dose nella maintenance area durante le fasi critiche dopo lo shutdown      **Supporto Sezione per calcolo (SC)**

Realizzazione di un prototipo di rivelatore per neutroni basato sulla tecnologia dei diamanti CVD (Chemical Vapor Deposition) ottimizzato per neutroni da reazione DT ( $E_n=14$  MeV)      **Supporto Sezione per componenti (PM, OM, OE)**

Durata: da inizio 2012 a fine 2014

Partecipanti : B. Caiffi (Dott. Università di Genova, INFN Genova)

M. Taiuti (Università di Genova, INFN Genova)

M. Osipenko (INFN Genova)

M. Ripani (INFN Genova)

F. Gatti (INFN Genova)

L. Giancarli ( ITER IO)

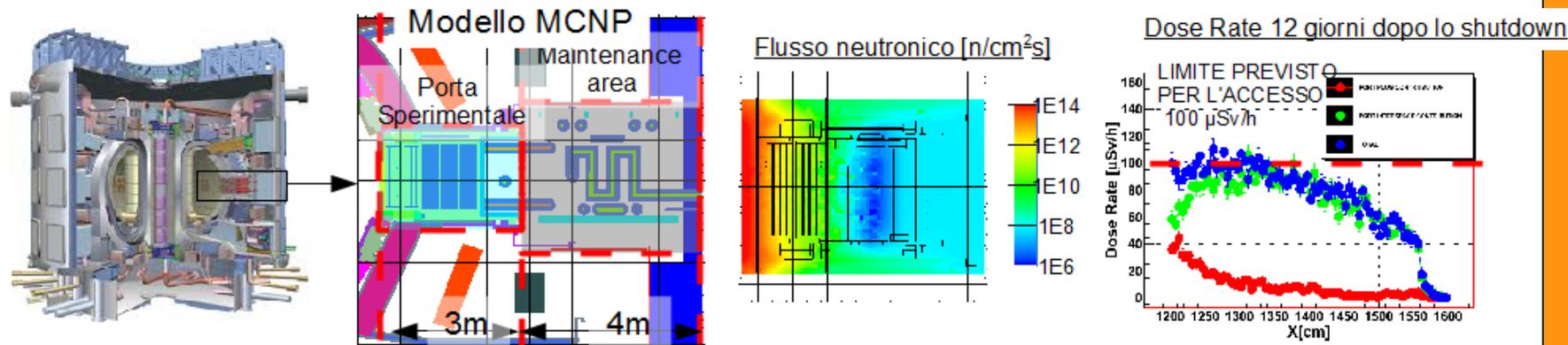
M. Loughlin (ITER IO)

R. Villari (ENEA Fusione)

M. Pillon (ENEA Fusione)

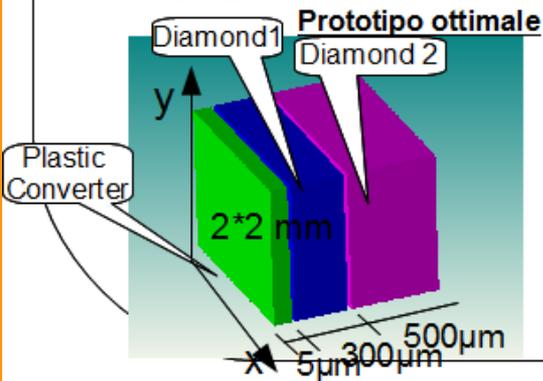
## Attività svolta (anno 2013/2014)

- Preparazione di un modello dettagliato della porta sperimentale di ITER per il codice Montecarlo MCNP (in collaborazione con ITER IO e ENEA Fusione)
- Calcolo del flusso neutronico nella regione di interesse, valutazione dell'attivazione dei materiali e della sorgente gamma associata, calcolo della dose rate nelle maintenance area 12 giorni dopo lo shutdown



RISULTATI PRESENTATI AL "IX ITER NEUTRONIC MEETING", GIUGNO 2014

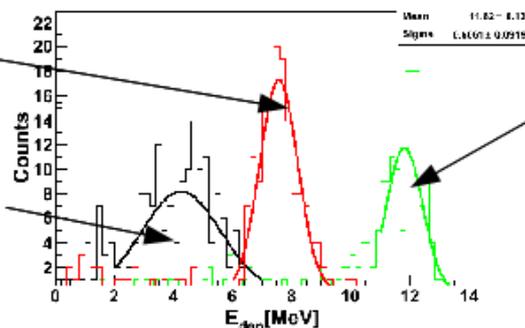
- Misure preliminari al generatore di neutroni di Frascati con prototipo realizzato con rivelatori al diamante CVD (Chemical Vapor Deposition) commerciali (non ottimizzati) per verificare lo studio di fattibilità svolto nell'anno 2012/2013)
- Realizzazione prototipo ottimizzato partendo da cristalli di diamante CVD in collaborazione con Flavio Gatti. In particolare l'attività si è concentrata sulla deposizione e caratterizzazione dei contatti



### Risultati ottenuti nei test preliminari a FNG con rivelatori commerciali

Segnale nel diamante 2

Segnale nel diamante 1



Segnale somma

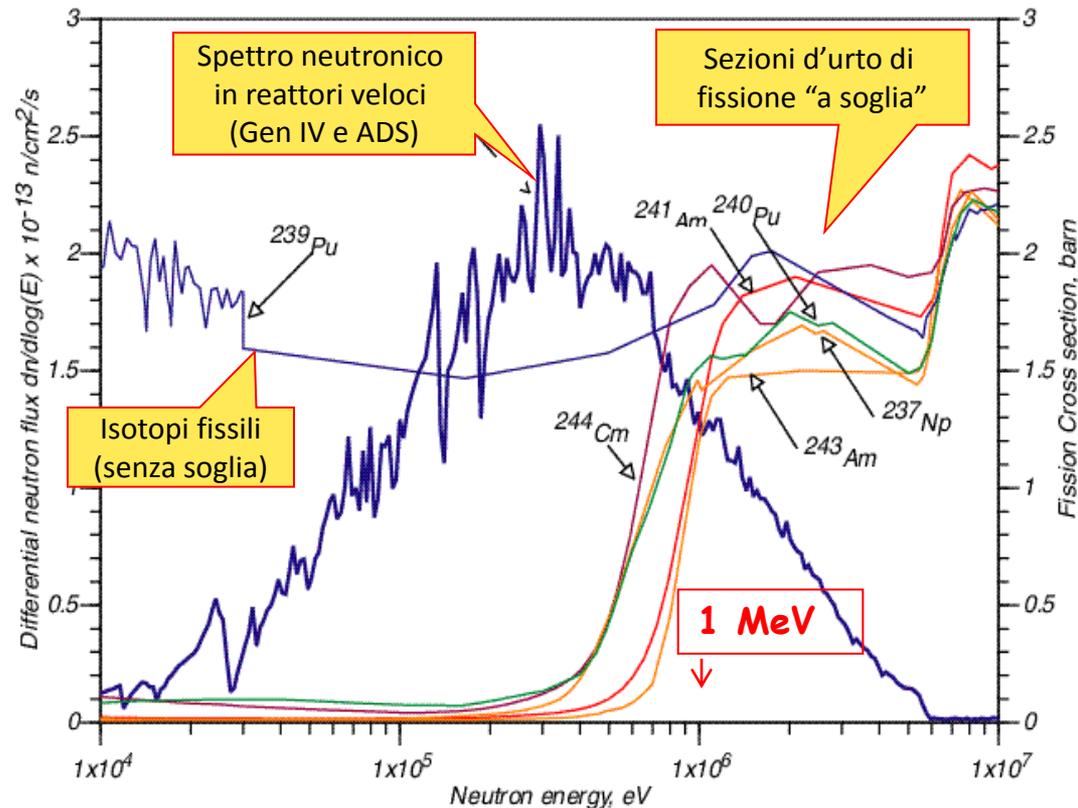
Risoluzione:  
~500 keV @12 MeV

## IL Problema delle scorie: la trasmutazione

La principale innovazione consiste nella possibilità di produrre energia bruciando simultaneamente le scorie a più elevata radiotossicità

Gli attinidi minori sono caratterizzati da una **soglia di fissione** attorno a **1 MeV**

Tali isotopi possono essere efficientemente trasformati nei **reattori veloci**, dove lo spettro dei neutroni si estende da circa 1 KeV a quasi 10 MeV

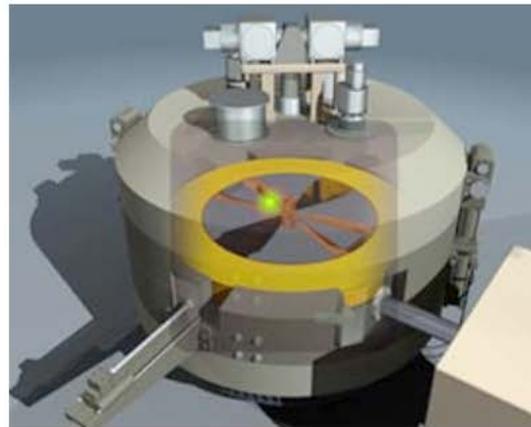


D. Chersola (Dott. UNIGE-DIME), G. Lomonaco (RU-A UNIGE, DIME), M. Osipenko (Ric.),  
G. Ricco (ass. senior), M. Ripani (I Ric.), P. Saracco (Ric.)  
+ Ansaldo Nucleare + possibile collaborazione con MIB, PV, PoliMI

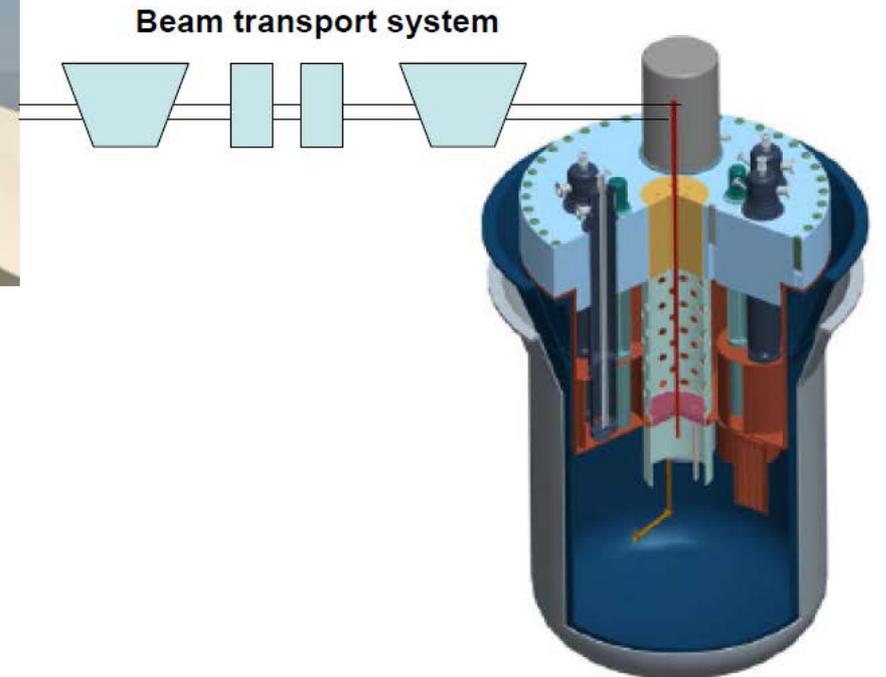
# Trasmutazione: incenerire i nuclidi a vita media lunga

Elementi base di un sistema per la trasmutazione

- L'Acceleratore
- Il nocciolo sottocritico
- Il Combustibile (proprietà' fisiche e chimiche)



Proton accelerator



Subcritical reactor

# Uno studio già completato

The European Physical Journal

Focus Point

# EPJ Plus



Recognized by European Physical Society

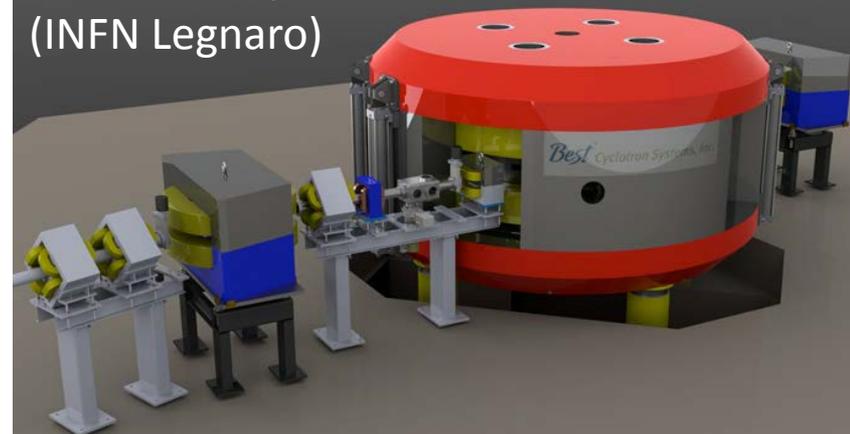
Focus Point on  
An intrinsically safe facility for forefront research  
and training on nuclear technologies  
edited by G. Ricco



Springer

**Collaborazione tra INFN, Ansaldo Nucleare, ENEA, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, LENA-Pavia, Università di Genova**

Ciclotrone tipo SPES  
(INFN Legnaro)



## **UE-FREYA**

**Fast Reactor Experiments for hYbrid Applications  
(Misure su ADS a SCK-CEN di Mol, Belgio)**

**INFN: *Torino, Genova***

**INFN UE Contribution: 71 k€**

## **UE-CHANDA**

**Solving CHALLENGES In Nuclear DATA For The Safety  
Of European Nuclear Facilities  
(Programmi su dati nucleari, per es. N-TOF@CERN)**

**INFN: *Bari, Genova***

**INFN UE Contribution: 72 k€**

**Genova, in collaborazione con Ansaldo Nucleare,  
propone lo studio di sistemi Accelerator Driven  
verso il nucleare di IV generazione e la  
trasmutazione delle scorie**

# FISica dei NEutroni (FISNE)

Calcoli analitici e simulazioni Monte Carlo su statica e cinetica reattore

P. Saracco

L. Mansani - Ansaldo Nucleare

M. Carta - ENEA Casaccia

S. Dulla, P. Ravetto - PoliTO

D. Chersola, R. Marotta, G. Lomonaco - UniGE/DIME

**Finanziamento esterno 2013-2014:**

**Alta formazione a valere sul PO CRO Fondo Sociale Europeo Regione Liguria 2007-2013 Asse IV**

**"Capitale Umano" ob. specifico I/6**

Since the '90s interest has grown in the **characterization of sub-critical systems**.

Goal → to **prevent by design power divergence in all conditions**.

Most of the available theoretical models on neutron kinetic behavior in multiplying systems are tailored on the description of critical systems

as a consequence **many of the available monitoring methods are of questionable use for sub-critical systems and give contradictory information**

**Our goal** → to develop a full time-dependent MCNP6 simulation of a sub-critical core to obtain some "phenomenological-like" data → basically done

First simulations indicate **non trivial behavior of time dependence of fluxes**

→ Analysis of data to work out interpretation in terms of multiplication parameter is under way

→ Contributo a conferenza Physor 2014

## **Richieste ai Servizi**

Previsione acquisto e installazione macchina Xeon Phi serie 7100 a 61 processori

- **1.0 m.u. Calcolo per supporto ad acquisto e implementazione macchina**

# Accordo di collaborazione INFN-SOGIN per SOX

## ✓ Obiettivi

Nell'ambito del progetto internazionale SOX, finanziato dallo European Research Council, da INFN e da altri istituti di ricerca internazionali (Francia, Germania, Stati Uniti e Russia), si vogliono studiare le proprietà di neutrini ed anti-neutrini per mezzo dei Generatori realizzati allo scopo e utilizzando il rivelatore Borexino

## ✓ Metodologia

Generatore di neutrini → **Cr-51** attivato in reattori ad alto flusso di neutroni (5-10 MCi)

Generatore di anti-neutrini → **Ce-144**, estratto da combustibile nucleare esausto (100-150 kCi)

## ✓ Attività indicativamente previste per INFN e SOGIN

**Cr-51** → SOGIN e INFN collaboreranno per la realizzazione di tutte le attività in Italia

In particolare il materiale attivato proveniente dal reattore (Oak Ridge negli USA oppure il Ludmila reactor del sito Mayak a Cheliabinsk in Russia) sarà trasportato in Italia in idonei contenitori e dovrà essere assemblato all'interno della schermatura finale di Tungsteno. SOGIN potrà collaborare a questa attività sia per mezzo delle sue strutture sia mettendo a disposizione le proprie competenze

**Ce-144** → sarà interamente realizzato in Russia. La collaborazione INFN-SOGIN potrebbe in tal caso riguardare i processi autorizzativi o il trasporto del generatore in Italia da e verso il Laboratorio del Gran Sasso.

**Accordo firmato da F. Ferroni e G. Zollino (Presidente SOGIN) il 13 Giugno 2014**



## Coordinating energy research for a low Carbon Europe

### Joint Programme Nuclear Materials

Status: launched

Proposta ingresso INFN con  
GE, MI, MIB, PV

JP coordinator: [SCK•CEN \(BE\)](#)

Participants: [CIEMAT \(ES\)](#), [CEA \(FR\)](#), [CNR \(IT\)](#), [CNRS \(FR\)](#), [ENEA \(IT\)](#), [HZDR \(DE\)](#),  
[JRC \(EU\)](#), [KIT \(DE\)](#), [KTH \(SE\)](#), [NRG \(NL\)](#), [INR \(RO\)](#), [PSI \(CH\)](#), [CV Rez \(CZ\)](#), [SCK•CEN  
\(BE\)](#), [UKERC \(UK\)](#), [VTT \(FI\)](#)

**Associates:** Centro Sviluppo Materiali SPA ->(ENEA) Italy, EDF – Electricité de France -> (CEA) France, Institutt for Energiteknikk ->(VTT) Norway, Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart -> (KIT) Germany, IMDEA Materiels -> Ciemat Spain; NNL- National Nuclear Laboratory-> UKERC UK; POLITO – Politecnico di Torino ->(ENEA) Italy, University of Alicante -> (CIEMAT) Spain, ULB – Université Libre de Bruxelles -> (SCK.CEN) Belgium, UPC - Universitat Politècnica de Catalunya -> (CIEMAT) Spain

Partecipanti:

M. Osipenko – 20 % INFN\_E + 10 % UE-Chanda + 10 % UE Freya

M. Ripani (coord. naz.) – 10 % INFN\_E + 20 % UE-Chanda + 10 % UE Freya + 10 % UE-EERA\_SET

P. Saracco – 10 % INFN\_E

D. Chersola (UNIGE-DIME) - 20 % INFN\_E + 10 % UE-Chanda

G. Lomonaco (UNIGE-DIME) - 20 % INFN\_E + 10 % UE-Chanda

B. Caiffi – 100 % INFN\_E

E. Fanchini – 100 % INFN\_E

G. Ricco

INFN\_E: 2.7 FTE

UE-Chanda: 0.5 FTE

UE-Freya: 0.2 FTE

UE-EERA\_SET: 0.1 FTE

## **Richieste servizi**

**1 mu Off Mecc**

**5 mu Off Elett (di cui 3 mu Ingegneria)**

**1 mu Prog Mecc**

**1 mu Serv Calc**