

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

NUOVO NUCLEARE DA FISSIONE - STUDI E ACCORDI INTERNAZIONALI

Tema di ricerca 5.2.5.8 - Linea progettuale 1: Studi sul nuovo nucleare e partecipazioni ad accordi internazionali/bilaterali sul nucleare da fissione. Funzione Advisor

Scenario di riferimento

Le attività di ricerca e sviluppo relative al nuovo nucleare da fissione richiedono una costante partecipazione alle iniziative internazionali nel settore dei sistemi nucleari e dei relativi cicli del combustibile. È necessario acquisire ed elaborare informazioni ad uso dei decisori politici e degli stakeholders per una strategia nazionale di rientro nel nucleare che si raccordi con le numerose iniziative internazionali nello specifico settore. Studi di scenario, completi di valutazioni economiche e di impatto ambientale e socio-politico, sono di fondamentale importanza per la valutazione delle strategie di impiego dei vari sistemi nucleari. La valutazione della resistenza alla proliferazione di sistemi nucleari innovativi è necessaria per qualsiasi strategia di impiego.

In materia di definizione di programmi di ricerca comunitari, sicurezza, protezione fisica, salvaguardie nucleari e produzione di normativa tecnica è necessaria la partecipazione ai principali comitati e gruppi internazionali: EURATOM, OECD-NEA, IAEA, INPRO, GIF, IFNEC ecc.

Sono inoltre estremamente importanti accordi bilaterali/multilaterali, nella modellistica nucleare e nella realizzazione e utilizzo di grandi strutture sperimentali, come ad esempio l'accordo tra l'ENEA e il CEA francese.

La presenza in tali contesti richiede diverse competenze, sia tecnico-scientifiche, appartenenti ad Enti, Università e Industrie, sia politico-amministrative, appartenenti a Ministeri, Autorità di Controllo ecc.

L'ENEA opera per l'integrazione fra le varie competenze e soggetti coinvolti e assicura la funzione di Advisor verso le Istituzioni e i Ministeri che richiedono supporto nella definizione della policy nazionale nel campo dell'energia nucleare.



Obiettivi

Sono stati individuati i seguenti obiettivi:

- supporto al Ministero dello Sviluppo Economico per il coordinamento della partecipazione nazionale a progetti ed accordi internazionali;
- partecipazione a comitati e gruppi internazionali;
- partecipazione italiana in particolare al gruppo Physical Protection & Proliferation Resistance (PR&PP) del Generation IV International Forum;

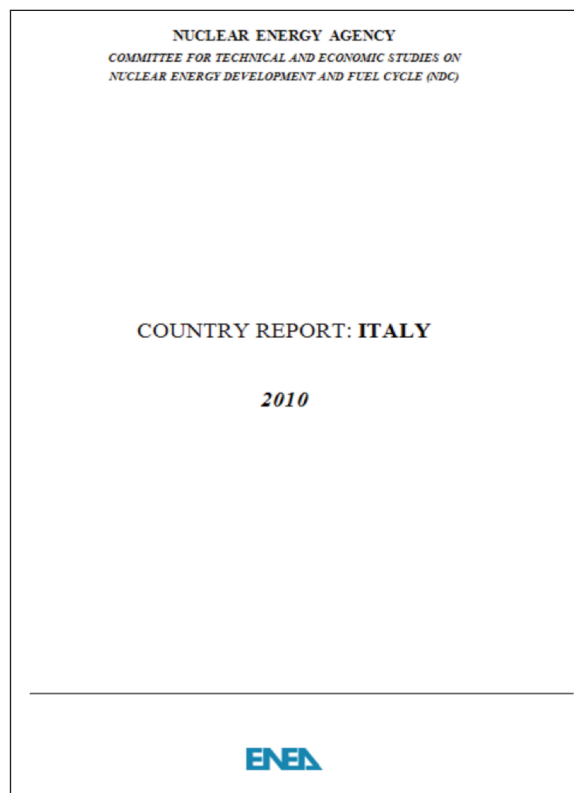
cattività di studio e ricerca nell'ambito dell'accordo bilaterale ENEA-CEA sul nucleare da fissione firmato il 22 luglio 2009;

- studio di uno scenario relativo ad un ipotetico impiego di reattori nucleari di diversa taglia sul territorio nazionale e relative valutazioni economiche.

Risultati

Partecipazione a comitati e gruppi internazionali

L'ENEA, anche con il supporto di Università e Politecnici del CIRTEN, ha svolto il ruolo di "focal point" e di "Advisor" per le tematiche scientifiche e tecnologiche, essendo presente nei principali comitati ed organizzazioni che si occupano di energia nucleare (NEA-Nuclear Energy Agency, IAEA-International Atomic Energy Agency ecc.). In particolare l'ENEA ha assicurato la presenza di rappresentanti ed esperti italiani nella quasi totalità degli Standing Committees della NEA (NSC - Nuclear Science Committee, NDC - Committee for Technical and Economic Studies of Nuclear Energy development and the Fuel Cycle, CSNI - Committee on the Safety of Nuclear Installations, RWMC - Radioactive Waste Management Committee, CRPPH - Committee on Radiation Protection and Public Health, NLC - Nuclear Law Committee), oltre che esprimere un rappresentante nazionale nello Steering Committee, e in un numero elevato di Working Party della NEA e Technical Working Groups (TWG) permanenti dell'IAEA.



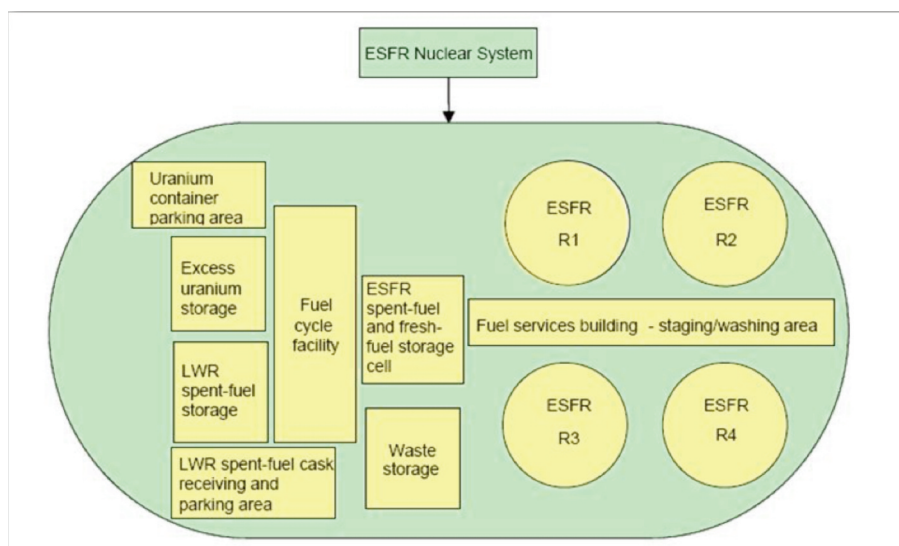
*NEA NSC – NEA NDC: Country Report
Italy 2010*

L'ENEA è presente in altri importanti gruppi internazionali quali, ad esempio, l'European Security Research and Innovation Forum (ESRIF), l'European Atomic Energy Society (EAES), il Research Reactor Operators Group (RROG), l'International Society for Neutron Radiology (ISNR), il Global Nuclear Cleanout Coalition (GNCC), il Cooperative Severe Accident Research Programme (CSARP), il MELCOR Cooperative Assessment Program (MCAP), l'European Safeguards Research and Development Association (ESARDA) e l'Interpretation Circle PHEBUS-FP.

Applicazione di metodologie per valutare la resistenza alla proliferazione e la protezione fisica dei sistemi innovativi

Le attività su resistenza alla proliferazione (PR) e protezione fisica (PP) sono svolte all'interno dei due forum internazionali:

- Proliferation Resistance & Physical Protection (PR&PP) Working Group del Generation IV International Forum (GIF);
- Gruppo di lavoro su "Options to Enhance Proliferation Resistance and Security of NPPs with Innovative SMRs and associated Fuel Cycles" della IAEA.



Il complesso del sistema nucleare ESFR diviso in elementi

Nell'ambito del PR&PP WG di GIF è stato pubblicato sul sito GIF (<http://www.gen-4.org/Technology/horizontal/proliferation.htm>) il rapporto finale su "Example Sodium Fast Reactor (ESFR) Case Study", un ipotetico reattore veloce raffreddato a sodio e parte del ciclo associato cui è stata applicata la metodologia sviluppata dal PR&PP WG, "Evaluation Methodology for Proliferation Resistance and Physical Protection of Generation IV Nuclear Energy Systems - Revision 5".

L'uso sostenibile dell'energia nucleare da fissione nei paesi sviluppati e in via di sviluppo si esprime anche attraverso la proposta di diversi progetti

innovativi di reattori di piccola e media taglia (SMR) con previsione di installazione nel periodo 2012–2030. La IAEA ha iniziato con la partecipazione di ricercatori ENEA e sotto l'égida della Nuclear Power Technology Development Section, Division of Nuclear Power, il confronto con gli stati membri interessati sull'Options to Enhance Proliferation Resistance and Security of NPPs with Innovative Small and Medium Sized Reactors (SMRs). Si tratta di identificare opzioni che aumentino le caratteristiche di resistenza intrinseca alla proliferazione e protezione fisica di questi reattori e le metodologie di valutazione più appropriate. Il contributo ENEA ha posto l'accento sulla necessità di una stretta interazione tra progettisti ed esperti di non proliferazione nucleare fin dalle prime fasi di progetto.

Attività di studio e ricerca nell'ambito del rinnovato accordo ENEA-CEA sul nucleare da fissione

Programma di lavoro CAST3M. Il programma prevede due attività principali:

- diffusione del sistema di calcolo CAST3M;
- sviluppo e validazione di modelli per il comportamento di calcestruzzo in temperatura.

Per il CAST3M si è effettuato un corso introduttivo a ingegneri in formazione presso il centro ENEA di Portici, affrontando problematiche termomeccaniche tipiche di impianti energetici; presso il Centro ENEA Casaccia si è svolto un secondo corso dedicato prevalentemente a personale ENEA neoassunto sia dell'area nucleare che dell'area fonti rinnovabili con richiami sul metodo degli elementi finiti ed esempi applicativi. Le attività di progetto e verifica di componenti mediante questo codice di calcolo permettono costantemente di testare l'affidabilità del sistema. Limiti d'impiego sono stati individuati riguardo l'irraggiamento termico in cavità e sono state proposte soluzioni.

Per quanto riguarda la seconda azione, è stata adeguata la procedura HTCTRAN per il trasferimento di massa e di calore nei calcestruzzi basata sul modello termo-igrometrico monofase di BAZANT, resosi necessario per la modifica da parte CEA di alcune strutture dati da essa richiamate.

Codice termoidraulico di sistema CATHARE. L'ENEA ha modificato il codice allo scopo di rendere possibile la simulazione di sistemi raffreddati a metallo liquido pesante. Il rapporto tecnico finale ha riassunto il lavoro svolto per implementare le proprietà termodinamiche della lega eutettica piombo-bismuto e del piombo nel codice CATHARE. L'implementazione, nelle future release del codice, delle modifiche effettuate dovrà sottostare ad una più ampia campagna di validazione sia con dati sperimentali che tramite confronto con altri codici di sistema già testati.

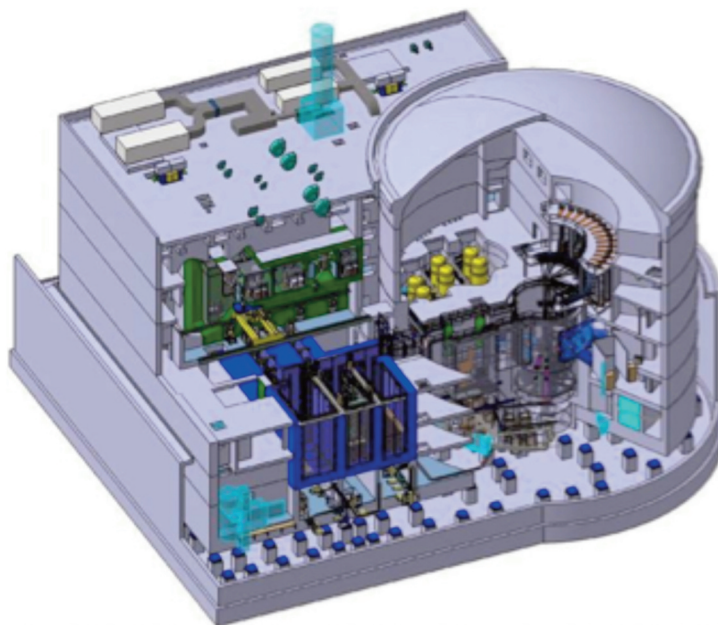
Un secondo rapporto ha riassunto l'attività svolta presso il CIRTEN, in collaborazione con ENEA, e rappresenta il primo passo nel processo di validazione di CATHARE nel trattare nuovi fluidi. Questa attività è mirata a verificare la capacità del codice nel riprodurre test integrali su impianti sperimentali. In particolare, sono stati presi in considerazione i dati provenienti da un recente benchmark internazionale realizzato dall'OECD/NEA denominato LACANES cui ENEA partecipa con la propria

versione modificata del codice RELAP5 per fluidi metallici. In tale ambito è stato costruito un modello rappresentativo del loop sperimentale denominato HELIOS raffreddato a piombo-bismuto per CATHARE ed è stato testato in circolazione forzata, attraverso due stazionari isoterma a differente portata che hanno mostrato una buona capacità di simulazione delle perdite di carico lungo il loop, sia nei confronti dei risultati sperimentali sia di quelli ottenuti con RELAP5. Inoltre, è stato analizzato il comportamento del loop in circolazione naturale fornendo una potenza alle barre scaldanti e le perdite di carico calcolate sono risultate in accordo con quelle misurate sperimentalmente.

I risultati di questo studio sono un buon punto di partenza per le future analisi necessarie a validare le modifiche a CATHARE per la simulazione di impianti raffreddati con la lega eutettica piombo-bismuto.

Jules Horowitz Reactor (JHR). Si tratta di un reattore da 100 MW in fase di avanzata costruzione a Cadarache, frutto della collaborazione del CEA con la Commissione Europea e vari partner internazionali sia pubblici che privati: CIEMAT (Spagna), SCK (Belgio), NRI (Repubblica Ceca), VTT (Finlandia), DAE (India), JAEA (Giappone), EDF e AREVA (Francia), VATTENFALL (Svezia). Sarà il più importante reattore sperimentale europeo a disposizione della collaborazione internazionale per lo sviluppo, la qualificazione, l'ottimizzazione e la sicurezza del combustibile nucleare e dei materiali utilizzati dall'industria per i reattori di II, III e IV generazione. Si prevede lo start-up del reattore nel 2014 e un'operatività di circa 50 anni.

L'ENEA ha proposto ai responsabili del CEA una prima collaborazione che riguarda la partecipazione di ricercatori italiani (ENEA e CIRTEN) ad alcune specifiche fasi di progettazione e l'acquisizione di elementi utili a valutare l'opportunità di una partecipazione dell'Italia al consorzio internazionale JHR. Attualmente 3 ricercatori italiani (2 ENEA, 1 CIRTEN) sono operativi presso il CEA a Cadarache, nel gruppo di progettazione di JHR.



Ricostruzione 3D del JHR del CEA-Cadarache

Studio di uno scenario relativo ad un ipotetico impiego di reattori nucleari di diversa taglia sul territorio nazionale e relative valutazioni economiche

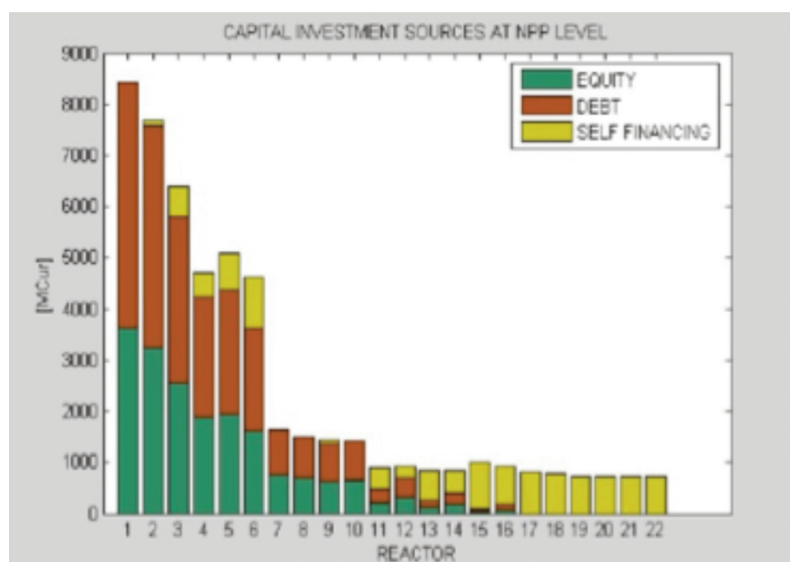
L'attuale politica energetica italiana è caratterizzata, nel lungo termine, dall'obiettivo di ricavare una quota pari al 25% del fabbisogno di energia elettrica da fonte nucleare, con termine temporale al 2030. Sono stati studiati due scenari, uno di riferimento, l'altro di sviluppo, caratterizzati

da una capacità nucleare installata di 19,5 e 35 GWe rispettivamente. Utilizzando il codice DESAE (Dynamic Energy System - Atomic Energy), di origine IAEA, sono state studiate le performance di sistemi nucleari ad acqua leggera rispetto a parametri quali: consumo di uranio, quantità di combustibile spento, accumulo di plutonio fissile ed attinidi minori; i risultati confermano che sistemi nucleari caratterizzati da elevati valori di burnup sono più performanti. Per contro, sistemi a basso burnup sono più attrattivi, sulla base di un maggiore accumulo di plutonio fissile, qualora si pianificasse l'introduzione di reattori veloci e la chiusura del ciclo del combustibile.

Un secondo studio riguarda uno scenario con impiego in Italia di centrali nucleari in un parco misto di SMR (Small-Medium Reactors) e LR (Large Reactors), con orizzonte temporale 2020-2030. Una "High variant" (2,5% di tasso di crescita annuale della domanda elettrica) ed una "Low variant" (1,0% di tasso di crescita annuale della domanda

elettrica) finalizzate entrambe alla fornitura del 25% di energia elettrica in Italia al 2030, sono state analizzate sia in termini di flussi di massa di materiali che per gli aspetti economici. Lo studio è stato condotto anche come contributo ENEA al "IAEA Coordinated Case Studies on Competitiveness of SMR in Different Applications" parte integrante del "IAEA Collaborative Project on Common Technologies and Issues for SMRs".

Il secondo studio mette in evidenza che, nonostante costi totali più elevati, il ricorso ad un parco reattori di tipo "misto" offre degli indubbi vantaggi: miglior scaglionamento nella costruzione di impianti, maggior flessibilità ed indipendenza delle singole unità di impianto, maggior facilità di gestire "modularmente" il debito iniziale che diventa più "attraente" per gli investitori grazie alla maggior controllabilità del rischio.



Capital investment sources at NPP level, Case MAX

Documentazione disponibile

I documenti tecnici che riportano i risultati delle attività e delle ricerche sono consultabili sul sito www.enea.it.