



**RICERCA DI  
SISTEMA ELETTRICO**



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

Accordo di Programma MiSE-ENEA

# **Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione**

Un progetto della Ricerca di Sistema Elettrico

Vincenzo Porpiglia

ENEA – Direzione Committenza

Roma, 11 settembre 2015

## REATTORI DI IV GENERAZIONE E SICUREZZA NUCLEARE

*10° workshop del ciclo dedicato alla  
presentazione dei risultati delle attività  
dell'AdP MiSE- ENEA 2012-2014*



**RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO**

Accordo di Programma MISE-ENEA  
**CICLO DI CONVEGNI**  
MAGGIO - SETTEMBRE 2015

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

**MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO**

La Ricerca di Sistema Elettrico promuove attività di ricerca e sviluppo finalizzate all'innovazione tecnica e tecnologica di interesse generale per il settore elettrico, per migliorarne l'economicità, la sicurezza e la compatibilità ambientale, assicurando al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile.

Le attività, gli obiettivi e gli stanziamenti economici sono definiti attraverso Piani triennali, approvati dal Ministero dello Sviluppo Economico.

Le attività sono finanziate attraverso un fondo alimentato dalla componente AS della tariffa elettrica. I risultati sono pubblici e a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale.

ENEA organizza un ciclo di convegni tematici per illustrare i risultati delle attività svolte nel quadro dell'Accordo di Programma 2012-2014 e le possibili ricadute industriali.

I convegni si terranno presso:  
ENEA Sede Legale - Salvo Centrale  
Via Carlo Romagnolo, 41  
00198 Roma

La partecipazione agli eventi è gratuita.  
È richiesto la [registrazione.en.enea.it](http://registrazione.en.enea.it) sul sito ENEA sezione Eventi

Per informazioni:  
Marina Ruffelli [marina.ruffelli@enea.it](mailto:marina.ruffelli@enea.it)  
Unità di Progetto Ricerca di Sistema Elettrico-ENEA

**Mercoledì 27 maggio, ore 9:00-12:30**  
**ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE**  
Paola Carli Veneri, Tommaso Magagnoli - ENEA

**Venerdì 14 giugno, ore 9:00-12:30**  
**FUSIONE NUCLEARE: ATTIVITÀ COMPLEMENTARI A ITER**  
Aldo Piccato, Antonio Cucchiara - ENEA

**Mercoledì 24 giugno, ore 9:00-12:30**  
**CATTURA E SEQUESTRO DELLA CO<sub>2</sub> PRODOTTA DA COMBUSTIBILI FOSSILI**  
Stefano Giannarini - ENEA

**Giovedì 25 giugno, ore 9:30-12:30**  
**LE RIFORME E LA RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO**  
Vito Pignatelli - ENEA

**Mercoledì 1 luglio, ore 9:30-12:30**  
**INTERVENTI DI EFFICIENZA ELETTRICA SUL PATRIMONIO IMMOBILIARE PUBBLICO**  
Giovanna Fattori - ENEA

**Venerdì 3 luglio, ore 9:00-12:30**  
**SISTEMI AVANZATI DI ACCUMULO DI ENERGIA**  
Stefano Carli - ENEA

**Mercoledì 1 luglio, ore 9:00-12:30**  
**ENERGIA ELETTRICA DAL MARE**  
Stefano Sammi - ENEA

**Mercoledì 8 luglio, ore 9:00-12:30**  
**RISPARMIO DI ENERGIA ELETTRICA NEI SETTORI CIVILE, INDUSTRIA E SERVIZI**  
Giovanna Fattori - ENEA

**Mercoledì 15 luglio, ore 9:00-12:30**  
**EFFICIENZA ENERGETICA NELL'ELETTROMOBILITÀ**  
Stefano Giannarini - ENEA

**Venerdì 11 settembre, ore 9:00-12:30**  
**REATTORI DI IV GENERAZIONE E SICUREZZA NUCLEARE**  
Paola Carli Veneri, Marina Ruffelli - ENEA

ENEA - Guglielmone-Thorin di Revel, 76 - 00198 Roma

La Ricerca di Sistema (RdS) *comprende attività di ricerca e sviluppo finalizzate all'innovazione del sistema elettrico nazionale* al fine di migliorarne l'**economicità**, la sicurezza e la compatibilità ambientale e assicurare al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile



## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

### PROGETTI DI TIPO A

Attività di ricerca svolte a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico

*Temi di ricerca fondamentale e Studi di carattere sistemico e prenormativi*

Accordi di Programma stipulati dal Ministero dello Sviluppo Economico con ENEA, CNR e RSE S.p.A

Progetti di ricerca selezionati attraverso procedura concorsuale

### PROGETTI DI TIPO B

Attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, con finalità di mercato a medio termine, svolte a beneficio degli utenti del sistema elettrico e di interesse di soggetti che operano nel settore elettrico

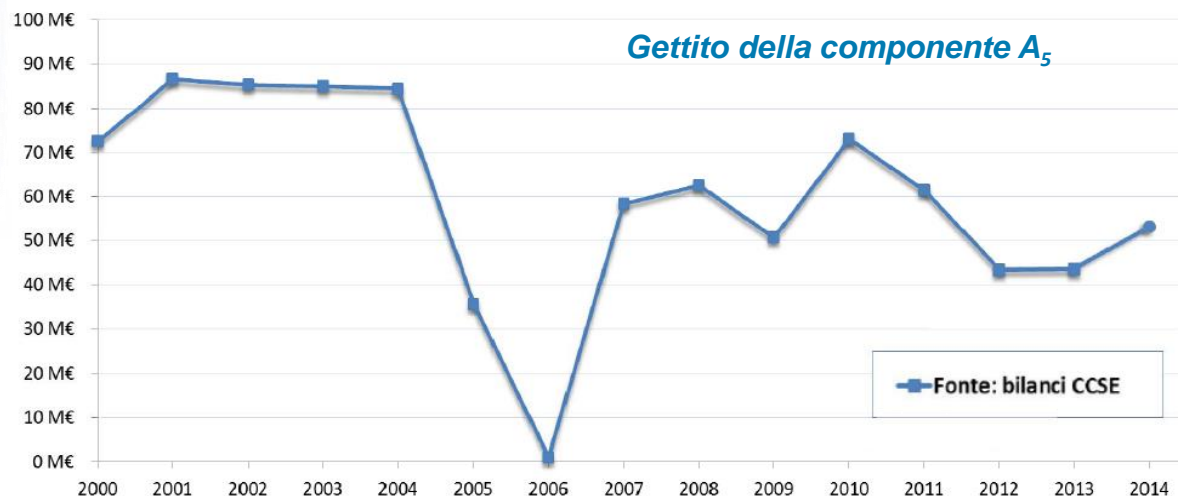
Progetti selezionati attraverso procedura concorsuale \*

\* In corso la valutazione delle proposte di ricerca per l'ammissione al co-finanziamento - Decreto Direttoriale MiSE del 30 giugno 2014 - **34 M€**

Presentate **67 proposte di progetto**, di cui 15 con partecipazione ENEA, **uno specifico sul nucleare da fissione**



Le attività sono finanziate dalla componente  $A_5$  della bolletta elettrica, il cui ammontare viene stabilito periodicamente dall'Autorità per l'Energia Elettrica, il Gas e il Sistema Idrico, e attualmente è pari a circa **0,020 c€/kWh**



L'incidenza della componente  $A_5$  per una famiglia tipo è di **circa 54 c€/anno**

L'Accordo di Programma MiSE-ENEA 2012-2014 prevede attività in

**3** Aree  
di  
ricerca

Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale

Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Svolti **11 progetti di ricerca** relativi alle seguenti tecnologie:

- *Fonti rinnovabili*
- *Cattura e sequestro della CO<sub>2</sub> prodotta da combustibili fossili*
- *Fusione nucleare*
- *Fissione nucleare - Sicurezza nucleare e IV generazione*
- *Efficienza energetica negli usi finali*



### GOVERNO, GESTIONE E SVILUPPO DEL SISTEMA ELETTRICO

Sistemi avanzati di accumulo  
di energia

### PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Studi sulla produzione  
elettrica locale  
da biomasse e scarti

Cattura e sequestro della CO<sub>2</sub>  
prodotta da combustibili fossili

Energia elettrica  
da fonte solare  
*Celle fotovoltaiche innovative*  
*Solare termodinamico*

**Nucleare da fissione: sicurezza  
nucleare e collaborazioni  
internazionali per il nucleare  
di IV generazione**

Studi e valutazioni sul  
potenziale energetico  
delle correnti marine

Nucleare da fusione:  
attività di fisica della fusione  
complementari ad ITER

### RAZIONALIZZAZIONE E RISPARMIO NELL'USO DELL'ENERGIA ELETTRICA

Risparmio di energia elettrica nei  
settori civile, industria e servizi

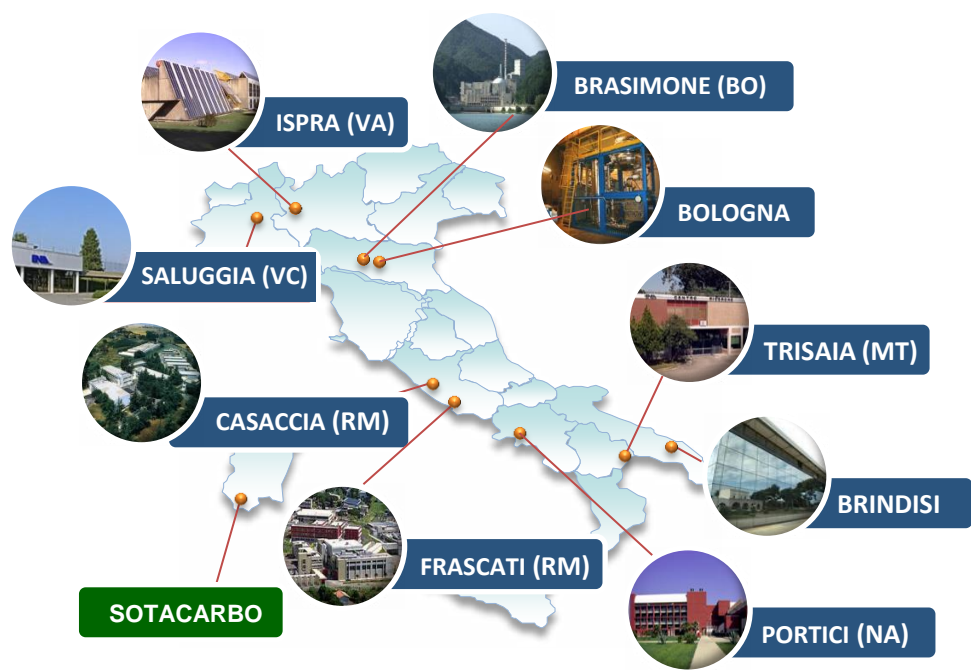
Sviluppo di modelli per  
la realizzazione di interventi  
di EE sul patrimonio  
immobiliare pubblico

Utilizzo del calore solare e  
ambientale per la climatizzazione

Prodotti e processi per il  
miglioramento dell'EE  
nell'elettromobilità



Le ricerche sono effettuate presso diversi centri **ENEA**, in collaborazione con le principali **Istituzioni Universitarie** nazionali



### Coinvolti 29 atenei con 51 diversi dipartimenti

- POLITECNICO DI TORINO
- POLITECNICO DI MILANO
- UNIVERSITÀ DI MILANO
- UNIVERSITÀ DI MILANO BICOCCA
- UNIVERSITÀ DI VENEZIA IUAV
- UNIVERSITÀ DI PADOVA
- UNIVERSITÀ DI TRENTO
- UNIVERSITÀ DI UDINE
- UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
- UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
- UNIVERSITÀ DI CAMERINO
- UNIVERSITÀ DI PISA
- SCUOLA SUPERIORE S. ANNA - PISA
- UNIVERSITÀ DI PERUGIA
- UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA
- UNIVERSITÀ DI ROMA "SAPIENZA"
- UNIVERSITÀ DI ROMA "TOR VERGATA"
- UNIVERSITÀ DI ROMA TRE
- UNIVERSITÀ DI CASSINO
- UNIVERSITÀ DELL'AQUILA
- UNIVERSITÀ DI CHIETI E PESCARA
- UNIVERSITÀ DEL SANNIO
- UNIVERSITÀ DI NAPOLI "FEDERICO II"
- SECONDA UNIVERSITÀ DI NAPOLI
- UNIVERSITÀ DI SALERNO
- UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
- UNIVERSITÀ MEDITERRANEA DI REGGIO CALABRIA
- UNIVERSITÀ DI PALERMO
- UNIVERSITÀ DI CATANIA



ENEA - Ricercatori/tecnologi/tecnici coinvolti circa 500

Altre collaborazioni con:



e Accordi di Partenariato con Industrie

*I risultati delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Programma sono a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico e pertanto pubblici*



La diffusione dei risultati delle attività di ricerca avviene attraverso:

- ◆ la pubblicazione di articoli su riviste nazionali ed internazionali
- ◆ l'organizzazione e la partecipazione ad eventi e convegni; workshop tematici sulle diverse linee progettuali
- ◆ un apposito sito web dedicato alla Ricerca di Sistema

Dal sito web ENEA è possibile collegarsi a siti specifici, appositamente realizzati, come: *Atlante biomasse; Promozione delle tecnologie elettriche innovative; Tecnologie Zero emission; Focus fissione nucleare; Climatizzazione con fonti rinnovabili; Progetto Lumiere; Piattaforma A.I.D.A.*

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/ricerca-di-sistema-elettrico](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/ricerca-di-sistema-elettrico)

Sul sito web ENEA sono disponibili:

- ◆ *i documenti prodotti nelle diverse annualità dell'Accordo di Programma (1745 rapporti tecnici)*
- ◆ *i sette volumi che raccolgono i risultati delle attività svolte nelle diverse annualità*
- ◆ *le schede che, per i singoli progetti, illustrano lo scenario di riferimento, gli obiettivi e i risultati delle attività*



## *Nucleare da fissione: sicurezza nucleare e collaborazioni internazionali per il nucleare di IV generazione*

Il progetto prevede attività di ricerca incentrate su:

- sviluppo di competenze scientifiche nel settore della sicurezza nucleare
- attività, nell'ambito di collaborazioni internazionali, a supporto dello sviluppo di sistemi di IV generazione



### *Scenario di riferimento*

- La Direttiva 2014/87/Euratom del Consiglio Europeo (luglio 2014), che modifica la direttiva 2009/71/Euratom, che imponeva agli Stati Membri di mantenere un quadro nazionale per la sicurezza nucleare, stabilisce nuovi requisiti specifici per gli impianti nucleari e disposizioni relative alla preparazione e risposta alle emergenze sul sito. Permane l'esigenza di conservare nel nostro Paese un sistema di competenze scientifiche e di infrastrutture in grado di assicurare una corretta gestione delle attività nucleari residue, anche ai fini degli adempimenti stabiliti dalla Commissione Europea
- Il SET-Plan (Strategic Energy Technology Plan) della Commissione Europea individua il nucleare da fissione (IV generazione) come tecnologia avente un potenziale significativo per fornire nel lungo termine energia a basse emissioni di carbonio
- Le attività di ricerca EURATOM sulla fissione nucleare sono parte integrante del Programma Horizon 2020

# Linee di attività

## *Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare*

- *Studi ed analisi di sicurezza e sostenibilità*

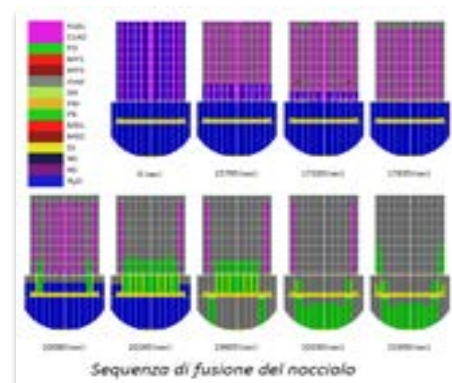
Sviluppo e validazione di strumenti di calcolo per la valutazione delle conseguenze degli incidenti gravi; metodi per valutazioni di sostenibilità legati a resistenza alla proliferazione, ciclo del combustibile, interfaccia safety/security

- *Valutazione degli incidenti e relative conseguenze*

Analisi incidentale e valutazioni di sicurezza per reattori BWR e PWR di centrali prossime ai confini nazionali, alle luce delle risultanze degli stress test europei; metodi e modelli fisico-matematici per la stima e caratterizzazione di rilasci e dispersione di radionuclidi a seguito di sequenze incidentali

- *Sperimentazione a supporto degli studi di sicurezza*

Qualifica e caratterizzazione sperimentale di componenti critici e strumentazione prototipica, presso le facility sperimentali SIET; campagne sperimentali per la qualifica di strumentazione innovativa e per la validazione di modellistica



# Linee di attività

## Reattori nucleari di IV generazione

Attività di R&S incentrate sulla tecnologia dei reattori raffreddati a piombo

### Progettazione di sistema e analisi di sicurezza

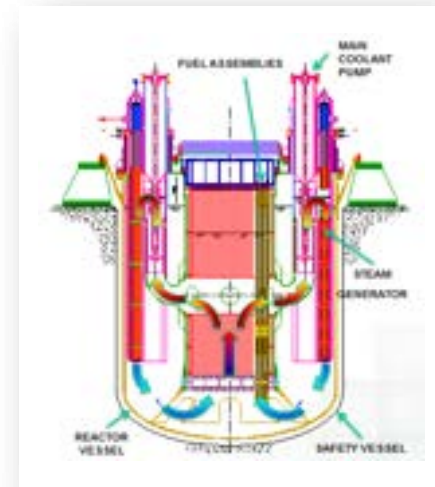
- Sviluppo e validazione di codici di calcolo per l'analisi termo-fluidodinamica; attività a supporto della progettazione del nocciolo del reattore, del sistema primario e dei sistemi di rimozione del calore; sviluppo di strumentazione e sistemi di controllo
- Modelli per analisi di sicurezza di reattori veloci di IV generazione; studio dell'interazione refrigerante - combustibile; valutazione e analisi numerica di scenari operativi ed incidentali per sistemi SMR e LFR

### Materiali strutturali e processi di fabbricazione

Sintesi e qualifica di coating e materiali strutturali per sistemi LFR; messa a punto di processi di deposizione; caratterizzazione di acciai e rivestimenti strutturali in condizioni di irraggiamento e corrosione da piombo

### Termoidraulica del refrigerante

Implementazione infrastrutture di ricerca (HELENA, CIRCE, NACIE, LECOR) per la caratterizzazione dello scambio termico nel nocciolo e la caratterizzazione dei sistemi di trasporto termico (DHR, GV) e del laboratorio di termoidraulica dei metalli liquidi per la completa caratterizzazione dei refrigeranti nucleari di sistemi LFR



# Linee di attività

## Collaborazioni internazionali

Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali (**OECD-NEA, IAEA, Euratom, Generation IV International Forum, SNE-TP, IGD-TP e ESNII**)

Studi nell'ambito di accordi bilaterali con gli enti francesi **CEA** (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) ed **IRSN** (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire), con la **US-NRC** (United States Nuclear Regulatory Commission)



Le attività del Progetto sono state condotte in collaborazione con il **Consorzio CIRTEN** (Politecnici di Torino e Milano, Università di Bologna, Pisa, Roma Sapienza e Palermo) e la **SIET SpA**



Le scelte strategiche del Piano Triennale 2015-2017 sulla Ricerca di Sistema Elettrico sono in accordo con le priorità di ricerca della **Strategia Energetica Nazionale**, del **SET Plan** e del **Programma Quadro europeo per la Ricerca e l'Innovazione Horizon 2020**. Il piano per la tematica **Fissione nucleare** prevede il proseguimento delle attività riguardanti:

- *Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare*
- *Collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV generazione*



*Grazie per l'attenzione*

*ENEA*

[vincenzo.porpiglia@enea.it](mailto:vincenzo.porpiglia@enea.it)