

RAPPORTO 27 FEBBRAIO 2014
81/2014/RDS

*Rapporto sullo stato della ricerca di interesse
generale per il sistema elettrico nazionale
2011*

INDICE

Premessa	1
Capitolo primo - Quadro normativo.....	1
Capitolo secondo - Gestione delle attività di ricerca di sistema elettrico 2011.....	4
2.1. Progetti di ricerca di sistema elettrico di tipo a) - attività di valutazione e verifica dei piani annuali di realizzazione presentati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nell'ambito degli accordi di programma con il Ministero dello sviluppo economico	4
2.2. Bandi di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico di tipo b)	7
2.3. Aggiornamento dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico	7
Capitolo terzo - Sintesi dei risultati tecnico-scientifici 2011	15
3.1. RSE S.p.A.	10
3.1.1 <i>Studi sullo sviluppo del sistema elettrico e della rete elettrica.....</i>	<i>10</i>
3.1.2 <i>Ricerche su reti attive, generazione distribuita e sistemi di accumulo.....</i>	<i>15</i>
3.1.3 <i>Collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare.....</i>	<i>21</i>
3.1.4 <i>Studi sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili.....</i>	<i>24</i>
3.1.5 <i>Studi sul fotovoltaico con concentrazione solare.....</i>	<i>27</i>
3.1.6 <i>Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti.....</i>	<i>27</i>
3.1.7 <i>Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO₂.....</i>	<i>31</i>
3.1.8 <i>Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia elettrica</i>	<i>34</i>
3.1.9 <i>Impatto sul sistema elettrico della potenziale diffusione dei veicoli elettrici</i>	<i>36</i>
3.2. ENEA.....	40
3.2.1 <i>Sistemi avanzati di accumulo di energia</i>	<i>41</i>
3.2.2 <i>Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti</i>	<i>42</i>
3.2.3 <i>Celle fotovoltaiche innovative</i>	<i>43</i>
3.2.4 <i>Studi e valutazioni sul potenziale energetico delle correnti marine.....</i>	<i>45</i>
3.2.5 <i>Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO₂.....</i>	<i>46</i>
3.2.6 <i>Nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare</i>	<i>48</i>
3.2.7 <i>Attività di fisica e tecnologia della fusione nucleare complementari ad ITER.....</i>	<i>54</i>
3.2.8 <i>Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: strumenti e tecnologie per l'efficienza energetica nel Settore dei servizi</i>	<i>56</i>

3.2.9	<i>Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica</i>	<i>57</i>
3.2.10	<i>Tecnologie "smart" per l'integrazione dell'illuminazione pubblica con altre reti di servizi energetici e loro ottimizzazione</i>	<i>58</i>
3.2.11	<i>Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: tecnologie per il risparmio elettrico nel settore civile.....</i>	<i>60</i>
3.2.12	<i>Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva.....</i>	<i>61</i>
3.2.13	<i>Studio per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico con Particolare attenzione ai materiali per i mezzi di trasporto collettivi: nuovi materiali e componenti Innovativi per i mezzi di trasporto.....</i>	<i>63</i>
3.3.	CNR.....	64
3.3.1	<i>Cattura della CO₂ e combustibili fossili</i>	<i>65</i>
3.3.2	<i>Valutazione e utilizzazione dei biocombustibili ottenuti da residui o scarti agricoli di scarso valore intrinseco e di alghe per l'applicazione in impianti di cogenerazione basati su microturbine</i>	<i>68</i>
3.3.3	<i>Sistemi per l'accumulo di energia</i>	<i>71</i>
3.3.4	<i>Condizionamento estivo.....</i>	<i>73</i>
3.4.5	<i>Materiali e tecnologie abilitanti.....</i>	<i>75</i>

Capitolo quarto - Quadro economico-finanziario dei progetti svolti e di quelli in essere nel 2011	78
--	-----------

Appendice 1: **Consuntivo delle attività di ricerca di interesse generale per il sistema elettrico per il periodo 2001-2011**

Appendice 2: **Normativa di riferimento in materia di ricerca di sistema elettrico**

Appendice 3: **Delibere dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di ricerca di sistema elettrico**

Introduzione

Il presente documento riporta lo stato della ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale, come previsto dall'art. 9 del decreto del Ministro delle attività produttive 8 marzo 2006, che disciplina le modalità di gestione del Fondo per la ricerca di sistema elettrico. Il periodo considerato è quello che va dal 1 gennaio al 31 dicembre 2011. Analoghi documenti sono stati realizzati a partire dall'annualità 2007.

Capitolo 1 - Quadro normativo

Il decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica 26 gennaio 2000, in attuazione di quanto disposto dal decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, ha stabilito che i costi relativi alle attività di ricerca e sviluppo finalizzate all'innovazione tecnologica di interesse generale per il sistema elettrico costituiscono onere generale afferente al sistema elettrico. Lo stesso decreto ha stabilito che i costi delle attività di ricerca e sviluppo siano coperti attraverso stanziamenti a carico di un Fondo per il finanziamento di tali attività, istituito presso la Cassa conguaglio per il settore elettrico, alimentato dal gettito di una componente della tariffa elettrica (denominata A5), il cui ammontare, fissato dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas, nel corso del 2011 è stato mediamente pari a circa 0,02 centesimi di euro per kWh consumato dai clienti finali.

Sono previste due tipologie di attività di ricerca: a) a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale; b) a beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale e contestualmente di interesse specifico di soggetti operanti nel settore dell'energia elettrica. Nel primo caso, i risultati non possono formare oggetto di alcun diritto di uso esclusivo o prioritario, né di alcun vincolo di segreto o riservatezza; nel secondo caso, i risultati formano oggetto di diritti di privativa e possono essere utilizzati per lo sviluppo di servizi o di prodotti industriali, con connessi vincoli di segreto o di riservatezza.

Il Fondo è gestito secondo le modalità definite dal decreto del Ministro delle attività produttive 8 marzo 2006. Il decreto prevede che le attività di ricerca di sistema elettrico siano inquadrare in un Piano triennale predisposto e aggiornato periodicamente dal Comitato di Esperti di Ricerca per il Settore Elettrico (CERSE). Nell'espletamento dei propri compiti, il CERSE è assistito dalla Segreteria operativa istituita dalla Cassa conguaglio per il settore elettrico. Il decreto prevede inoltre che per le attività di ricerca a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale, il Ministero possa stipulare accordi di programma con soggetti pubblici o organismi a prevalente partecipazione pubblica, mentre per le attività di ricerca a beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale e contestualmente di interesse specifico di soggetti operanti

nel settore dell'energia elettrica i finanziamenti debbano essere concessi attraverso apposite procedure concorsuali.

Le nuove modalità di gestione del Fondo hanno trovato una prima applicazione con il decreto del Ministro delle attività produttive 23 marzo 2006, con il quale sono stati approvati il Piano triennale della ricerca di sistema elettrico 2006-2008 e il relativo Piano operativo annuale 2006. Il decreto ha previsto anche la stipula di accordi di programma con Cesi Ricerca S.p.A. (poi ERSE S.p.A., ora RSE S.p.A.), con l'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA, ora Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) e con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Una parte delle disponibilità del Fondo è stata destinata al finanziamento dei progetti di ricerca non compresi negli accordi di programma e previsti dal Piano operativo annuale 2006, la cui selezione ai fini dell'ammissione al finanziamento è stata poi effettuata tramite procedura concorsuale, secondo le disposizioni dell'art. 5 del decreto 8 marzo 2006.

Il successivo decreto-legge 18 giugno 2007, n. 73, poi convertito con modificazioni nella legge 3 agosto 2007, n. 125, ha stabilito che il Ministero dello Sviluppo Economico attua le disposizioni in materia di ricerca e sviluppo di sistema previste dal decreto 8 marzo 2006, rientranti tra gli oneri generali di sistema gestiti dalla Cassa conguaglio per il settore elettrico, anche mediante gli accordi di programma triennali previsti dal decreto del Ministro delle attività produttive 23 marzo 2006, e ha prorogato le relative attività per gli anni 2007 e 2008, per pari importi.

Con decreto 21 giugno 2007, il Ministro dello Sviluppo Economico, al fine di garantire il rapido avvio delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale, ha quindi attribuito all'Autorità per l'energia elettrica e il gas, in via transitoria e fino alla ricostituzione e ripresa di operatività del CERSE, le funzioni di detto Comitato, i cui componenti erano cessati dall'incarico il 30 giugno 2006.

Il secondo Piano triennale della ricerca di sistema elettrico, relativo al triennio 2009-2011, è stato approvato con decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 19 marzo 2009. Il Piano, comprensivo del Piano operativo annuale 2009, è stato predisposto dall'Autorità nelle funzioni del CERSE, dopo un processo che ha visto la consultazione pubblica di tutti i potenziali interessati, l'acquisizione del parere del Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca, del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e della Cassa conguaglio per il sistema elettrico e il parere della competente Commissione tecnica per la verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS. Il Piano triennale 2009-2011 ha messo a disposizione risorse per 210 milioni di euro, ripartite tra le tre aree prioritarie di intervento e per tipologia di ricerca. Per quanto riguarda il Piano operativo 2009, esso ha destinato 43 milioni di euro al finanziamento dei piani annuali di realizzazione 2009 di RSE, ENEA e CNR.

Con successivo decreto 27 ottobre 2010, il Ministro dello Sviluppo Economico ha quindi approvato il *Piano operativo annuale 2010 per la ricerca di sistema elettrico nazionale*, che ha destinato 45 milioni di euro al finanziamento dei piani annuali di realizzazione 2010 degli accordi di programma con ENEA, RSE e CNR e 58 milioni di euro al finanziamento dei progetti di ricerca non compresi negli accordi di programma.

Infine, con decreto 22 luglio 2011, il Ministro dello Sviluppo Economico ha approvato il *Piano operativo annuale 2011 per la ricerca di sistema elettrico nazionale*, che ha destinato 64 milioni di euro al finanziamento dei piani annuali di realizzazione 2011 degli accordi di programma con ENEA, RSE e CNR. La ripartizione delle risorse per aree prioritarie di intervento e per tipologia di ricerca è mostrata in tabella I.

Tabella I - Piano operativo annuale 2011 - Ripartizione delle risorse [M€]

Area prioritaria di intervento / Tema di ricerca	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	
Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale			
Analisi dello sviluppo futuro del sistema elettrico nazionale	8,5	-	8,5
Ricerche su reti attive, generazione distribuita e sistemi di accumulo di energia elettrica	8,2	-	8,2
Collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare			
Nucleare da fissione	6	-	6
Nucleare da fusione	9	-	9
Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente			
Sviluppo e diffusione delle energie rinnovabili			
Energia idroelettrica	1	-	1
Energia elettrica da biomasse	4,5	-	4,5
Energia elettrica da fonte eolica	1	-	1
Energia elettrica da fotovoltaico	4	-	4
Energia elettrica da correnti marine	0,5	-	0,5
Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO ₂	10,3	-	10,3
Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica			
Tecnologie di risparmio elettrico e nei settori collegati industria e servizi	4	-	4
Risparmio di energia elettrica nell'illuminazione pubblica	2	-	2
Risparmio di energia elettrica nel settore civile	2	-	2
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per il condizionamento estivo	1	-	1
Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto	2	-	2
Totale	64	-	64

Capitolo 2 - Gestione delle attività di ricerca di sistema elettrico 2011

2.1 Progetti di ricerca di sistema elettrico di tipo a), realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nell'ambito dei rispettivi accordi di programma con il Ministero dello Sviluppo Economico

Gli accordi di programma con il Ministero dello Sviluppo Economico prevedono che RSE S.p.A., ENEA e CNR presentino periodicamente una proposta di piano annuale di realizzazione incentrato sulle proprie attività di ricerca nel settore elettrico.

Le attività di valutazione sui progetti di ricerca di sistema elettrico, così come le attività di verifica sui risultati ottenuti e sulle spese sostenute, sono organizzate dall'Autorità, nelle funzioni del CERSE, che si avvale del contributo della Segreteria operativa e degli esperti appartenenti all'elenco formato con delibera 19 settembre 2007, n. 214, e aggiornato con delibera 26 giugno 2009, RDS 6/09.

Le quote di contribuzione sono erogate dalla Cassa conguaglio per il settore elettrico, su disposizione del Ministero dello Sviluppo Economico in fase di ammissione dei piani al finanziamento, su disposizione dell'Autorità nelle funzioni del CERSE in fase di verifica intermedia o finale dei risultati conseguiti e delle spese sostenute.

In particolare, le attività del 2011 hanno riguardato i progetti svolti nell'ambito degli accordi di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e RSE, ENEA e CNR, sia previsti dal *Piano triennale della ricerca di sistema elettrico 2006-2008* (attivati il 22 giugno 2007) che dal successivo *Piano Triennale 2009-2011* (attivati il 30 luglio 2009 per RSE, il 2 agosto 2010 per ENEA, il 30 giugno 2011 per il CNR).

RSE S.p.A.

Nel corso del 2011, RSE ha portato a termine le attività del piano di realizzazione 2010 ed ha avviato le attività relative al successivo piano 2011, incentrati sulle tematiche del *Piano triennale 2009-2011*. Ogni piano annuale di realizzazione è stato sottoposto a valutazione ai fini dell'ammissione al finanziamento e per la verifica del raggiungimento degli obiettivi prefissati e l'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate. Le attività di valutazione e verifica sono state organizzate dall'Autorità, nelle funzioni del CERSE, che si è avvalsa della Segreteria operativa e degli esperti all'uopo individuati.

Piano annuale di realizzazione 2010

- Successivamente alla trasmissione del piano di realizzazione 2010 da parte di RSE e alla richiesta del Ministero dello Sviluppo Economico all'Autorità di attivare le valutazioni ai fini dell'ammissione al finanziamento, sono stati individuati gli esperti da incaricare per la valutazioni per

l'ammissione al finanziamento e per la verifica dei risultati e dell'ammissibilità dei costi sostenuti (delibera 2 dicembre 2010, RDS 12/10). Il Ministero dello Sviluppo Economico, acquisite le relazioni degli esperti, in data 4 febbraio 2011 ha quindi ammesso al finanziamento il piano di realizzazione 2010 di RSE, per un importo complessivo di 34 milioni di euro.

- Concluse le attività, RSE ha presentato il consuntivo e la rendicontazione delle spese sostenute. A seguito delle attività di verifica condotte dagli esperti, l'Autorità ne ha approvato gli esiti e ha determinato il costo complessivo ammissibile delle attività sostenute (delibera 21 luglio 2011, RDS 5/11)

Piano annuale di realizzazione 2011

- Nel mese di settembre, a seguito dell'approvazione del *Piano operativo annuale 2011 per la ricerca di sistema elettrico nazionale*, RSE ha presentato al Ministero dello Sviluppo Economico e all'Autorità il piano annuale di realizzazione 2011. L'Autorità, a seguito della richiesta del Ministero dello Sviluppo Economico di attivare le valutazioni ai fini dell'ammissione al finanziamento, ha individuato gli esperti da incaricare per la valutazione (delibera 13 ottobre 2011, RDS 7/11). Il Ministero dello Sviluppo Economico, in data 12 dicembre 2011, viste le relazioni degli esperti, ha ammesso al finanziamento il piano di realizzazione 2011 di RSE, per un importo complessivo di 34 milioni di euro.

ENEA

Nel corso del 2011, ENEA ha portato a termine le attività del piano congiunto 2008/2009 ed ha avviato le attività relative ai piani operativi 2010 e 2011, incentrati sulle tematiche tanto del *Piano triennale 2006-2008*, che del *Piano triennale 2009-2011*. Le attività di valutazione e verifica sono state organizzate dall'Autorità, nelle funzioni del CERSE, che si è avvalsa della Segreteria operativa e degli esperti all'uopo individuati.

Piano congiunto di realizzazione 2008/2009

- Il 30 settembre 2011, ENEA ha presentato il consuntivo delle attività svolte e la rendicontazione delle spese sostenute. L'Autorità ha quindi individuato gli esperti da incaricare per le attività di verifica (delibera 13 ottobre 2011, RDS 9/11).
- Concluse le attività di verifica, l'Autorità ne ha approvato gli esiti e ha determinato il costo complessivo ammissibile delle attività sostenute (delibera 6 dicembre 2011, RDS 12/11).

Piano annuale di realizzazione 2010

- Il giorno 8 febbraio 2011, il Ministero dello Sviluppo Economico ha richiesto all'Autorità di attivare le valutazioni ai fini dell'ammissione al finanziamento del piano di realizzazione 2010 di ENEA. Gli esperti da

incaricare per la valutazione sono stati quindi individuati dall'Autorità con delibera 8 febbraio 2011, RDS 2/11. Il Ministero dello Sviluppo Economico, acquisite le relazioni degli esperti, ha quindi ammesso al finanziamento (4 aprile 2011) il piano di realizzazione 2010, per un importo complessivo di 8 milioni di euro.

Piano annuale di realizzazione 2011

- Il 27 settembre 2011, il Ministero dello Sviluppo Economico ha richiesto all'Autorità di attivare le valutazioni ai fini dell'ammissione al finanziamento del piano di realizzazione 2011 di ENEA. Gli esperti da incaricare per la valutazione sono stati quindi individuati dall'Autorità con delibera 13 ottobre 2011, RDS 9/11. Il Ministero dello Sviluppo Economico, acquisite le relazioni degli esperti, ha quindi ammesso al finanziamento (12 dicembre 2011) il piano di realizzazione 2011, per un importo complessivo di 27 milioni di euro.

CNR

Nel corso del 2011, il CNR ha portato a termine le attività del piano annuale di realizzazione 2008 ed ha avviato le attività relative al piano congiunto di realizzazione 2009/10. Anche in questo caso, le attività di valutazione e verifica sono state organizzate dall'Autorità, nelle funzioni del CERSE, che si è avvalsa della Segreteria operativa e degli esperti.

Piano annuale di realizzazione 2008

- Il piano di realizzazione 2008 del CNR, le cui attività si sono articolate tra il 2010 e il 2011, è stato ammesso al finanziamento dal Ministero dello Sviluppo Economico il 16 dicembre 2010, per un importo complessivo di 5 milioni di euro.
- A conclusione delle attività, il Direttore del dipartimento energia e trasporti ha presentato al Ministero dello Sviluppo Economico, alla Autorità e alla CCSE il consuntivo delle attività svolte e la rendicontazione delle spese sostenute (settembre 2011). L'Autorità ha quindi individuato gli esperti da incaricare per le attività di verifica (delibera 13 ottobre 2011, RDS 8/11).
- Concluse le attività di verifica, l'Autorità ne ha approvato gli esiti e ha determinato il costo complessivo ammissibile delle attività sostenute (delibera 12 gennaio 2012, RDS 1/12).

Piano di realizzazione 2009/10

- Nel settembre 2011, il CNR ha inviato al Ministero dello Sviluppo Economico, alla Autorità e alla CCSE il proprio piano di realizzazione 2009/10, ai fini dell'ammissione al finanziamento da parte dello stesso Ministero. Il processo di valutazione è stato avviato con delibera dell'Autorità 13 ottobre 2011, RDS 8/11, con la quale sono stati individuati gli esperti per la valutazione. Il 3 gennaio 2012, il Ministero

dello Sviluppo Economico, acquisite le relazioni degli esperti, ha ammesso al finanziamento il piano annuale di realizzazione 2009/10 del CNR, per un importo complessivo di 6 milioni di euro.

2.2 Bandi di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico di tipo b)

Con decreto 12 dicembre 2008, il Ministero dello Sviluppo Economico ha approvato un primo bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico, dotato di risorse per 54,1 milioni di euro e destinato al co-finanziamento di attività di ricerca a beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale e di interesse specifico di soggetti operanti nel settore dell'energia elettrica. Con decreto del medesimo Ministero del 16 febbraio 2010 sono stati ammessi alle graduatorie 26 progetti, per un costo ammissibile complessivo di circa 65.142.625¹ milioni di euro ed un contributo a valere sul Fondo per la ricerca di sistema di 22.389.066 euro.

Nel corso del 2011 sono stati predisposti i capitolati tecnici e stipulati i contratti di ricerca per 14 dei progetti ammessi al finanziamento. Nello stesso periodo, gli assegnatari di 7 progetti hanno invece dichiarato di non essere più intenzionati ad avviare i progetti utilmente ammessi alle graduatorie e hanno quindi rinunciato al finanziamento, adducendo prevalentemente il cessato interesse o il manifestarsi di difficoltà economiche. L'Autorità, con proprie delibere del 7 luglio 2011, RDS 4/11, e del 3 novembre 2011, RDS 11/11, concluse le necessarie attività istruttorie, ha inoltre approvato le modifiche richieste dagli assegnatari di 8 progetti di ricerca, ai sensi dell'art. 11, comma 4, del Bando di gara.

La disponibilità di risorse finanziarie non assegnate nell'ambito del bando 12 dicembre 2008, o comunque disponibili sul Fondo per la ricerca di sistema elettrico, e la necessità di mettere a disposizione del sistema elettrico risorse per la ricerca e l'innovazione tecnologica, hanno portato alla predisposizione di un nuovo bando, dotato di risorse pari a 58 milioni di euro, da sottoporre al Ministero dello Sviluppo Economico per approvazione, inteso a finanziare i progetti rispondenti ai temi di ricerca contenuti nel *Piano triennale della ricerca di sistema elettrico 2009-2011* e nel collegato *Piano operativo annuale 2010*. Come concordato con il Ministero dello Sviluppo Economico, lo schema di bando di gara non è stato inoltrato al medesimo Ministero.

2.3 Aggiornamento dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico

La gestione delle attività di valutazione nel periodo 2007-2011 ha evidenziato la necessità di modificare i criteri per l'inserimento degli esperti nell'apposito

¹ Nel presente Rapporto gli importi sono sempre arrotondati all'euro.

elenco, formato ed aggiornato ai sensi dell'art. 11 del decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006. L'Autorità, con propria delibera 22 dicembre 2011, RDS 13/11, ha quindi approvato i nuovi criteri per l'aggiornamento dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico e avviato una selezione di esperti, ai fini dell'aggiornamento dell'elenco.

Capitolo 3 - Sintesi dei risultati tecnico-scientifici 2011

Complessivamente, sono stati conclusi o sono in corso di realizzazione 29 progetti: 10 ad opera di RSE, 13 di ENEA e 6 del CNR. Tre progetti sono svolti in modo indipendente, ma coordinato, da ENEA e RSE, uno da CNR ed ENEA, uno da CNR, ENEA e RSE (vedi tabella II). I risultati tecnico-scientifici ottenuti nell'ambito di questi progetti sono di pubblico dominio e sono liberamente consultabili in apposite sezioni dei siti internet di RSE, ENEA e CNR.

Nel seguito, si riporta una sintesi ² dei risultati tecnico-scientifici conseguiti nell'ambito dei progetti di ricerca degli accordi di programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e RSE, ENEA e CNR.

Tabella II - Progetti di ricerca conclusi o in corso di svolgimento nel 2011

Area prioritaria di intervento / Progetto	Organizzazione
Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale	
Studi sullo sviluppo del sistema elettrico e della rete elettrica nazionale	RSE
Ricerche su reti attive, generazione distribuita e sistemi di accumulo di energia elettrica	ENEA / RSE
Sistemi elettrochimici per la generazione e l'accumulo di energia	CNR
Sistemi avanzati di accumulo di energia	ENEA
Produzione, fonti energetiche e protezione dell'ambiente	
Studi sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili	RSE
Ricerca su celle fotovoltaiche innovative	ENEA
Studi sul fotovoltaico con concentrazione solare	RSE
Studi e valutazioni sul potenziale energetico delle correnti marine	ENEA
Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti	ENEA / RSE
Valutazione ed utilizzazione dei biocombustibili ottenuti da residui o scarti agricoli di scarso valore intrinseco e di alghe per l'applicazione in impianti di cogenerazione basati su microturbine	CNR
Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e sulla cattura e sequestro della CO ₂	CNR / ENEA / RSE
Nuovo nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze	ENEA / RSE
Metodi di analisi e verifica di progetti nucleari di generazione evolutiva ad acqua pressurizzata	ENEA
Attività di fisica e tecnologia della fusione complementari ad ITER	ENEA

² A cura dei titolari degli Accordi di programma con il Ministero dello Sviluppo Economico: RSE, ENEA e CNR.

Tabella II - (segue)

Area prioritaria di intervento / Progetto	Organizzazione
Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica / Usi Finali *	
Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia nei settori: industria, servizi e civile	RSE
Strumenti e tecnologie per l'efficienza energetica nel settore dei servizi	ENEA
Tecnologie "smart" per l'integrazione dell'illuminazione pubblica con altre reti di servizi energetici e loro ottimizzazione	ENEA
Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative	CNR
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione (solar heating&cooling)	CNR / ENEA
Materiali e tecnologie abilitanti per la ricerca di sistema elettrico	CNR
Studi per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico, con particolare attenzione ai materiali per mezzo di trasporto collettivi elettrici	RSE
Impatto sul sistema elettrico della potenziale diffusione dei veicoli elettrici	RSE
Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto: nuovi materiali e componenti innovativi per i mezzi di trasporto	ENEA

* La dicitura **Usi Finali** è riferita al *Piano Triennale 2006-2008*, mentre la dizione **Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica** è riferita al *Piano Triennale 2008-2010*.

3.1 RSE S.p.A.

3.1.1 Studi sullo sviluppo del sistema elettrico e della rete elettrica

L'obiettivo generale del progetto è stato quello di sviluppare studi, strumenti e metodologie per dare supporto alla gestione del Sistema Elettrico e favorirne lo sviluppo e la trasformazione in un'ottica di economicità, sicurezza e sostenibilità ambientale, con particolare riferimento agli obiettivi energetici posti al nostro paese dall'Unione Europea. Il progetto ha quindi preso in esame gli scenari di sviluppo del Sistema Elettrico Italiano e delle sue interconnessioni con i paesi europei e mediterranei, anche prendendo in considerazione le interazioni e gli impatti con e sull'ambiente; ha perseguito lo sviluppo di tecnologie innovative per l'incremento della capacità di trasporto e per la gestione in sicurezza delle attuali infrastrutture elettriche; ha approfondito e sviluppato metodologie per la valutazione del rischio d'esercizio a fronte delle trasformazioni strutturali in corso con particolare riferimento alla crescente quota di energia da fonti rinnovabili, e ha analizzato dati e tematiche legate alla qualità della fornitura elettrica al fine di supportare le azioni regolatorie ad essa correlate.

Sono state effettuate **Analisi di scenari di sviluppo del sistema elettrico italiano**, è stato realizzato **MONET**, modello del sistema energetico (elettrico,

termico e trasporti) italiano a dettaglio regionale, e nel contempo sono stati aggiornati con i più recenti dati sul sistema elettroenergetico nazionale i modelli MATISSE (per lo sviluppo del sistema elettrico nazionale), PreVICon (per la estrapolazione dei consumi elettrici e dei valori aggiunti dei comparti) e MTSIM (simulatore del mercato elettrico sul medio termine). Per quest'ultimo è stata realizzata anche una versione con approccio stocastico (s-MTSIM) per tenere in considerazione l'aleatorietà delle produzioni non dispacciabili (eolico).

Nell'ambito degli studi sull'evoluzione a lungo termine del sistema elettrico ed energetico nazionale e delle domande energetiche, è stato effettuato uno studio di analisi del sistema di *capacity market* approvato dall'AEEG nel 2011, ed inoltre sono state effettuate le seguenti analisi di scenario:

- scenario PAN: aggiornato con i nuovi consuntivi sullo sviluppo di alcune fonti rinnovabili che hanno visto un andamento differente da quanto previsto nel Piano d'Azione Nazionale per le fonti rinnovabili (PAN);
- scenari di sviluppo della domanda elettrica al 2050;
- studi di scenari per evidenziare gli effetti dell'aumento sensibile di produzione eolica e fotovoltaica atteso per i prossimi anni.

Altre analisi di scenario hanno preso in esame ipotesi di incentivazione per le fonti rinnovabili termiche a valle dell'emissione del Dlgs 28/11, e altri studi hanno arricchito le analisi sulle prospettive di sviluppo attese per il sistema elettroenergetico nazionale (pompe di calore, biocarburanti, dinamiche di mercato per il mercato petrolifero).

Si è fornito supporto al Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) per le attività derivate dal recepimento della Direttiva 2009/28/CE sia per la valutazione di dettaglio degli obiettivi e dei potenziali di sviluppo delle fonti rinnovabili e del relativo *burden sharing* tra le Regioni, sia per la valutazione dell'impatto delle novità regolatorie e legislative che hanno accompagnato la formulazione del decreto di attuazione della direttiva e la corretta gestione dei commenti emersi dalla Conferenza Stato-Regioni.

È stata infatti completata e consegnata al MiSE la metodologia con la conseguente determinazione degli obiettivi regionali.

Le variabili meteo-climatiche (in particolare la temperatura) sono tra i maggiori determinanti della domanda elettrica. In collaborazione con TERNA, utilizzando il codice PreMenDo, si è valutata a diverse scale spaziali (per l'intera nazione e per la Lombardia) la previsione della domanda elettrica mensile. Inoltre si è stimato il fabbisogno giornaliero nazionale e della Lombardia.

Nel quadro dello studio dei cambiamenti climatici attesi, si è proseguita la serie temporale di monitoraggio dei gas-serra nella stazione alpina del Plateau Rosa.

Con riferimento agli Strumenti per la pianificazione e lo sviluppo di interconnessioni con i paesi Europei e Mediterranei, in sinergia con il progetto

europeo REALISEGRID, la metodologia di analisi costi-benefici per la prioritizzazione di rinforzi della rete di trasmissione, è stata applicata e validata sulla lista dei progetti candidati all'espansione dell'asse prioritario europeo EL2 (linee-guida TEN-E) focalizzandosi in particolare sui progetti al confine nord-est italiano. La validazione, effettuata su tre corridoi di interconnessione con l'estero, è stata eseguita per tre anni di riferimento: 2015, 2020 e 2030.

Per quanto riguarda le analisi comparative di differenti topologie di reti in corrente continua il modello di calcolo REMARK, finalizzato alla pianificazione dell'espansione delle reti elettriche, è stato appositamente aggiornato per tenere conto del modello delle reti miste attraverso sfasatori fittizi (PST), utilizzati per accoppiare le reti DC con quelle AC. E' stata quindi validata la metodologia generale atta all'analisi di affidabilità di reti magliate in corrente continua ed è stata effettuata una applicazione su una rete test esemplificativa di dimensioni ridotte.

Con riferimento alle prospettive di importazione di energia solare dall'Africa e dall'area mediterranea su cui si basano scenari e progetti internazionali, sono stati creati, anche in coordinamento con il Joint Research Centre della Commissione Europea (Institute for Energy and Transport - Petten, Paesi Bassi), scenari di simulazione e studi modellistici applicati al sistema elettrico con orizzonte temporale 2030, al fine di verificare le sezioni più critiche della rete e le eventuali necessità di rinforzo della rete di trasmissione nazionale.

Infine è stata aggiornata ed approfondita la metodologia di stima delle esternalità delle linee aeree, con particolare riguardo all'impatto visivo in aree di pregio paesaggistico, e all'effetto della presenza di linee sul valore degli immobili. La metodologia è stata applicata al caso dei citati progetti sul confine nord est (asse prioritario EL2).

Nell'ambito della linea di attività Tecnologie e componenti innovativi per interconnessioni di rete, con riferimento allo sviluppo di conduttori innovativi in grado di incrementare la portata di linea, sono state effettuate prove di caratterizzazione termiche e meccaniche sulla versione finale di un conduttore innovativo con anima in carbonio, che è stato successivamente installato da TERNA su un tratto di linea 150 kV per una sua sperimentazione in esercizio. Le condizioni operative in campo sono ora monitorate attraverso un sistema di rilievo dei dati meteorologici e di misura del carico meccanico.

Per lo sviluppo di tecnologie in grado di favorire l'incremento di portata di linea è stato sviluppato un nuovo sistema di monitoraggio e previsione della portata di una linea con misura diretta della temperatura con sensore wireless installato sul conduttore, sono stati caratterizzati in laboratorio i singoli componenti per un nuovo sistema laser *eye-safe* per la misura della freccia, ed inoltre è stato studiato un sistema fisso di rilevamento della freccia da traliccio.

Le problematiche di protezione dalla fulminazione delle linee aeree sono state affrontate con l'obiettivo di sviluppare una modellistica radicalmente innovativa, supportata da sperimentazioni in laboratorio di alta tensione. È stato realizzato un modello bidimensionale che simula soddisfacentemente l'effetto corona all'atto della scarica. La catena modellistica implementata può inoltre essere applicata anche alla simulazione di campi elettrici prodotti da linee aeree HVDC ed alla valutazione della rigidità dielettrica di isolamenti in aria su conduttori.

Con riferimento alla sicurezza del sistema elettrico a fronte di eventi ambientali è stata completata la nuova versione del sistema informativo WOLF, strumento di allerta di fenomeni di ghiacciamento su conduttori di alta tensione, utilizzando anche a tale scopo i dati rilevati con la sperimentazione in campo del prototipo di stazione sviluppato per il rilievo degli stessi fenomeni.

Per quanto riguarda lo sviluppo di metodologie per il rilievo di problematiche di invecchiamento dei componenti e di diagnostica di condizioni critiche le attività di ricerca hanno permesso tra l'altro di completare la realizzazione di un prototipo di robot per l'ispezione di linee aeree (ILENA), arrivando ad una sua prima prova dimostrativa in campo su linea sperimentale di TERNA.

Inoltre, a complemento delle prove di lunga durata con le apparecchiature di monitoraggio della contaminazione superficiale sviluppate da RSE, è stato sviluppato e sperimentato un metodo per la contaminazione di isolatori compositi in corrente continua, che in prospettiva potrebbero costituire un componente critico, dato che, con lo sviluppo di linee HVDC, ne è previsto un aumentato utilizzo.

L'analisi, la valutazione, e la gestione del rischio idroelettrico (safety + security) è stata oggetto di un manuale metodologico, che considera sia gli aspetti sismici sia quelli di piena. La metodologia è stata applicata ad una diga campione. Sono stati messi a punto strumenti di calcolo e di simulazione innovativi sia per i materiali (metodo micro-planes) sia per interventi di rimozione dei sedimenti (metodo Sphaera)

La crescente penetrazione di energia da fonti rinnovabili, e il sempre maggior grado di interconnessione delle reti di trasmissioni, rende necessario lo Sviluppo e l'applicazione di nuovi strumenti per la valutazione del rischio di esercizio (disservizi e loro mitigazione), adottando anche approcci nuovi, come quello di tipo probabilistico, che meglio si adatta a situazioni con forte aleatorietà di produzione energetica.

In quest'ottica opera PRACTICE (Probabilistic Risk Assessment and Control of Transmission and Information infrastructures in the Electric system), strumento prototipale di stima e controllo del livello di rischio di esercizio delle reti di trasmissione, che è stato esteso introducendo una valutazione probabilistica dei processi di cascading. L'aggiornamento ha riguardato: a) l'introduzione di un

motore di cascading basato sugli alberi di evento, che consente di simulare in modo probabilistico i guasti latenti dei relè migliorando le valutazioni di carico perso; b) l'introduzione di una nuova funzione di severità di corrente legata alle condizioni ambientali.

Per quanto concerne le analisi di *resilience* ai guasti e malfunzionamenti dei sistemi ICT di protezione, controllo, automazione per la valutazione del rischio di esercizio, è stato definito un modello delle possibili minacce fisiche ed ICT e dei possibili attacchi. È stata quindi sviluppata una metodologia per la valutazione quantitativa della resilience dei macro-componenti e del sistema SCADA nel suo complesso.

Sulla piattaforma prototipale ISAP (Integrated Security Assessment Platform), che integra diversi strumenti di analisi della sicurezza del sistema elettrico per realizzare valutazioni di sicurezza fra loro complementari (funzionalità di Static Security Assessment, Dynamic Security Assessment, Probabilistic Risk Assessment) sono state implementate la metodologia unificata di valutazione della sicurezza UAN (Unified ANalysis) nonché funzioni di visualizzazione geografica per una più efficace rappresentazione dei risultati delle analisi.

Con riferimento alla valutazione e controllo delle oscillazioni interarea, lo strumento LINEAR è stato applicato a scenari di connessione del sistema europeo con quello ex sovietico, nell'ipotesi di utilizzo di tecnologie avanzate di trasmissione (Thyristor Controlled Series Capacitors - TCSC, Static VAR Compensator - SVC, Back-to-Back HVDC links - BTB HVDC). Sono stati individuati i modi oscillatori interarea più critici e le aree di sistema coinvolte. Sono stati quantificati i miglioramenti introdotti dalle diverse tecnologie, opportunamente controllate, sulla stabilità del sistema risultante. Sono state effettuate valutazioni sull'impatto dei cicli di regolazione della potenza meccanica sulle proprietà di stabilità del sistema, per identificare linee di ulteriore sviluppo dello strumento.

Prendendo in considerazione la crescente penetrazione di energia da fonti rinnovabili sono stati sviluppati un modello e una procedura di calcolo di load flow di reti HVDC Multi-Terminali (MTDC), che tiene conto di strategie di controllo innovative e dei limiti in corrente imposti dai convertitori elettronici. Sono stati sviluppati inoltre modelli dinamici di simulazione di reti MTDC a cui sono connesse *wind farm* dotate di generatori di tipo DFIG. Sono stati infine sviluppati metodi di valutazione del rischio derivante dalle aleatorietà delle iniezioni di potenza rinnovabile non dispacciabile.

Con riferimento alla Qualità della fornitura elettrica, i dati di monitoraggio della rete di distribuzione, completato il sesto anno di raccolta e analisi, costituiscono un patrimonio di conoscenza che è ormai un riferimento mondiale sulla caratterizzazione dei fenomeni di buchi di tensione. Le analisi statistiche continuano ad essere utilizzate come supporto pre-normativo per la classificazione dei disturbi e sono il presupposto per l'attività regolatoria in

Italia. L'Autorità per l'energia elettrica ed il gas ha avviato su questa base la consultazione pubblica per estendere il monitoraggio ad ogni semisbarra MT di cabina primaria, ponendo quindi la premessa per una futura regolazione della qualità della tensione. Ha istituito un tavolo di consultazione con i principali operatori della Distribuzione, Federutility e TERNA, al fine di redigere le specifiche di tale sistema di monitoraggio, affidandone il coordinamento a RSE.

3.1.2 Ricerche su reti attive, generazione distribuita e sistemi di accumulo

Il progetto si prefiggeva lo scopo di mettere a punto innovativi metodi e strumenti per l'espansione e l'esercizio del sistema di distribuzione, basandosi sull'assunzione che gli utenti connessi alla rete (generatori e/o carichi controllabili) siano disponibili a variare il punto di lavoro in funzione delle esigenze della rete.

Per rendere possibile questo nuovo scenario è stato preso a riferimento un nuovo quadro regolatorio, per promuovere un funzionamento efficiente del sistema di distribuzione, coinvolgendo anche nuovi attori (gestore di rete, utenti, trader, aggregatori). Il progetto analizza e sperimenta nuove tecnologie necessarie alla realizzazione di una rete di distribuzione attiva, quali:

- sistemi di controllo innovativi per gestire l'interazione tra la Generazione Distribuita e la rete;
- sistemi di comunicazione capillari, affidabili ed economici, con i quali il distributore interagisce con i generatori e i carichi connessi alla rete;
- apparati elettronici di connessione della generazione distribuita alla rete (inverter), per un'interazione flessibile e sicura con la rete;
- sensoristica avanzata per la diagnostica dei componenti di rete.

Il progetto tratta anche il tema della generazione distribuita, affrontando temi quali il rendimento energetico dei cogeneratori di piccola taglia e la valutazione delle prestazioni in campo di diverse tecnologie di moduli fotovoltaici. Per sfruttare al meglio la produzione da fonte fotovoltaica ed eolica si mettono a punto modelli per la previsione di specifiche variabili meteorologiche (es. radiazione solare), adatti a previsioni su aree geografiche circoscritte.

Infine il progetto studia le tecnologie dell'accumulo elettrico, focalizzandosi in particolare sulla sperimentazione di batterie a ioni di litio, sulla valutazione di nuovi siti per l'installazione di impianti di pompaggio e sulla progettazione di massima di un sistema di accumulo ad aria compressa (CAES) con serbatoio sottomarino.

Sistemi di controllo. L'algoritmo di controllo per reti attive MT è basato su una gestione evoluta dei generatori e dei sistemi di accumulo connessi alla rete di distribuzione e ha lo scopo di aumentare la 'hosting capacity' della rete stessa. L'algoritmo garantisce il corretto funzionamento della rete anche in presenza di una significativa quantità di generazione, riducendo comunque al

minimo i costi sostenuti dal distributore per la gestione dei generatori. Al fine di individuare le operazioni più efficaci, nell'algoritmo è incluso un blocco per la stima dello stato della rete che, a partire da un numero ridotto di misure sui nodi di generazione controllabili e dalla previsione dei prelievi e immissioni, calcola la tensione a tutti i nodi della rete.

L'algoritmo è stato verificato su una rete MT reale, composta da circa 160 nodi MT e MT/BT. Le analisi fuori linea hanno evidenziato possibili miglioramenti da apportare all'esercizio della rete; i tempi di esecuzione dei calcoli si sono inoltre dimostrati compatibili con il funzionamento in linea del controllore.

L'algoritmo sarà integrato nei nuovi sistemi di controllo delle cabine primarie, che realizzeranno una gestione attiva della rete di distribuzione sottesa alla cabina

Sistemi di comunicazione. Sono state effettuate misure di caratterizzazione di un canale di comunicazione power line per le reti di distribuzione in media tensione utilizzando una porzione di rete disponibile presso i laboratori di RSE. Le misure delle funzioni di trasferimento e di rumore hanno consentito di ricavare i valori tipici di alcuni parametri statistici significativi quali la dispersione dei ritardi (Delay Spread) e il guadagno medio di canale (Average Channel Gain).

Per questo tipo di canale è stato progettato un sistema di comunicazione che utilizza una nuova tecnica di modulazione (I-UWB: Impulsive Ultra Wide Band) con l'implementazione di metodi di codifica robusti nei confronti del rumore impulsivo. È stato anche realizzato un dimostratore sperimentale del sistema che ha permesso di valutarne il comportamento e le prestazioni in laboratorio e sulla stessa rete reale di media tensione utilizzata per la caratterizzazione dei canali.

Elettronica di potenza. È stato realizzato un modello di simulazione digitale di una rete di distribuzione in media tensione, comprensiva delle protezioni di rete e di generazione distribuita, fotovoltaica ed eolica, connessa mediante inverter. Il modello è stato utilizzato, congiuntamente ad analisi teoriche, per lo studio di tre aspetti fondamentali delle interazioni tra rete e generazione statica: il comportamento dei generatori a fronte di disturbi di rete (buchi e squilibri di tensione); la possibilità dei generatori distribuiti di fornire servizi alla rete, ad esempio l'erogazione di reattivo; l'influenza della generazione distribuita sulla selettività delle protezioni di rete.

Riguardo ai primi due punti, sono state formulate ed analizzate possibili strategie di progetto e di controllo degli inverter per permettere il superamento dei disturbi di tensione ed al contempo garantire servizi alla rete. Relativamente all'ultimo argomento citato, invece, si è giunti alla proposta di una possibile strategia di coordinamento tra le protezioni, che richiede l'uso di relè direzionali di massima corrente e la possibilità di scambiare messaggi su un canale di

comunicazione, strategia che può essere adottata in reti attive e in presenza di cambiamenti di configurazione della rete, come nelle controalimentazioni.

Per la messa a punto di un Sistema diagnostico per scomparti di cabine MT, è stato completato il montaggio del nuovo sensore di ozono e sono state realizzate le parti elettroniche del prototipo diagnostico sviluppato per rilevare anomalie di esercizio (fenomeni di prescarica); questo prototipo è ora costituito da un unico modulo elettronico di contenimento (unità rack) al quale si collegano i sensori di misura, il sistema di autogenerazione del sincronismo di rete (50Hz) e la parte di acquisizione e di controllo remoto (cRIO). Dopo una prima ottimizzazione dei parametri di gestione sincronismo e della risposta del nuovo sensore, è in corso il collaudo del sistema per verificare la corretta funzionalità della comunicazione e del trasferimento dei dati a un'unità d'interrogazione remota.

E' stata completata l'Analisi sperimentale delle prestazioni della microturbina a gas TURBEC T100 nella modalità di esercizio ad inseguimento del carico termico. L'impianto cogenerativo presente in RSE è costituito da una microturbina modello Turbec T100-CHP alimentata a gas metano in grado di erogare a pieno carico ed in condizioni ISO 105 kW elettrici. Tale cogeneratore è stato pensato per l'alimentazione di utenze residenziali e terziarie, caratterizzate da una richiesta di potenza termica significativamente variabile nel corso della giornata. Per un più efficiente recupero di calore si è pensato di gestire il funzionamento dell'impianto nella modalità ad inseguimento termico, secondo cui la macchina risponde alla richiesta di carico termico regolando il numero di giri e portandosi a funzionare a carico parziale. La campagna sperimentale pertanto ha avuto l'obiettivo di valutare le prestazioni dell'impianto posto a funzionare lontano dalle condizioni nominali e valutare quanto sia vantaggiosa questa modalità di gestione dal punto di vista del risparmio energetico.

E' stata fatta una *Valutazione delle prestazioni di cogeneratori di piccola taglia*. Su un cogeneratore a motore Stirling, già installato in un edificio di RSE, è stata effettuata una campagna di misura atta a esaminarne le prestazioni nel caso di un'installazione domestica che non preveda il servizio di scambio sul posto. Al fine di sfruttare al meglio la capacità del generatore di produrre anche energia elettrica, si è provveduto ad adottare una logica di controllo che ne preveda l'accensione solo nel caso di richiesta di carico elettrico, compatibilmente con le condizioni di benessere termico dell'abitazione. Il cogeneratore è stato accoppiato ad un radiatore elettrico che, utilizzando l'eventuale surplus di energia elettrica prodotta, contribuisce al riscaldamento dell'ambiente.

Il sistema ha funzionato ininterrottamente dalla metà di dicembre sino alla metà di marzo, si è dimostrato affidabile ed ha soddisfatto senza difficoltà le richieste termiche dell'edificio. Nei periodi a clima più rigido, quando l'attività

del cogeneratore è stata più intensa, il fabbisogno elettrico giornaliero, in termini di energia, è stato coperto per il 50% circa, con un rendimento elettrico del 7.4% ed un rendimento termico medio dell' 84%. Quando la temperatura esterna si alza o la richiesta termica e quella elettrica non sono contemporaneamente presenti, quest'ultima deve essere soddisfatta tramite prelievo dalla rete.

I dati rilevati hanno inoltre mostrato che, pur con una logica di controllo estremamente semplificata, l'utilizzo del cogeneratore, in termini di costi variabili di gas ed energia elettrica, risulta essere vantaggioso (particolarmente nei periodi a temperatura più rigida) rispetto a quello di una caldaia ad elevato rendimento. L'ottimizzazione della logica di controllo potrebbe portare a sensibili miglioramenti.

L'evoluzione del sistema elettrico, spinta dalla sempre maggiore presenza di generatori a fonte rinnovabile e generazione distribuita, comporta, a fronte di diversi vantaggi, anche alcune criticità quali la diminuzione della riserva per la regolazione di frequenza, congestioni di rete, problemi di controllo della tensione. Una delle possibili soluzioni a questi problemi è rappresentata dai sistemi di accumulo elettrico, che possono essere utilizzati per diverse applicazioni, in base alle prestazioni che li caratterizzano. Nel documento sono analizzate alcune delle principali applicazioni dell'Accumulo a supporto della rete, si confrontano con criteri tecnici ed economici le tecnologie di accumulatori elettrochimici disponibili, e si analizzano alcuni casi studio significativi delle applicazioni descritte.

È stata sviluppata in collaborazione con ENEA una Procedura di caratterizzazione di sistemi di accumulo litio-ioni, per l'analisi delle prestazioni delle batterie litio-ioni e dei supercondensatori. La procedura per batterie litio-ioni è stata validata su tre differenti batterie di media taglia, caratterizzate dall'essere rispettivamente adatte per applicazioni in energia, in media potenza e in potenza. Le prove condotte hanno riguardato sia la caratterizzazione di base, tipica per i sistemi di accumulo elettrochimico, che per le prove specialistiche per l'applicazione nello stazionario. Per l'applicazione nello stazionario sono stati provati due differenti profili di prova, rispettivamente per la verifica delle prestazioni sia nell'applicazione per il bilanciamento della potenza all'interno di una microrete che per la funzione di regolazione primaria della frequenza di rete. Se nell'applicazione all'interno di una microrete le batterie sono risultate praticamente intercambiabili tra loro, nell'applicazione per la regolazione della frequenza la batteria deve essere adatta a lavorare in alta potenza.

E' stato completato il *Progetto di un sistema di accumulo asservito a un campo fotovoltaico*. Sono state analizzate le possibili soluzioni per poter realizzare un sistema di accumulo con batteria litio-ioni asservito a un campo fotovoltaico connesso ad un'utenza domestica da 3 kW. Il sistema progettato, in

cui l'impianto fotovoltaico e la batteria sono interfacciate a un bus comune in continua e connessi alla rete mediante un inverter monofase bidirezionale, e modellizzato in ambiente di simulazione Matlab-SimPowerSystem permette il livellamento della potenza prodotta dall'impianto fotovoltaico, lo spianamento della curva di carico garantendo una potenza di picco eccedente i limiti contrattuali e il funzionamento in isola della rete domestica garantendo la produzione dell'impianto fotovoltaico anche a seguito di disturbi presenti sulla rete elettrica.

Le attività per la Caratterizzazione di celle per l'accumulo elettrochimico, si sono orientate su due filoni: la geometria della cella elettrochimica e la membrana ceramica che funge da separatore tra i due comparti anodico e catodico.

La cella ha una conformazione planare innovativa rispetto alle attuali celle commerciali. Un aspetto critico è la guarnizione tra il corpo della cella metallico e la membrana ceramica: deve recuperare le diverse dilatazioni termiche ed essere inerte rispetto ai reagenti. Sono state individuate due tipologie di guarnizioni e sono state provate in temperatura. Le prove sperimentali, eseguite con una postazione di prova attrezzata per lo scopo, hanno consentito di verificare sia la nuova conformazione planare della cella, sia la membrana di β -allumina, fornita dall'istituto IENI-CNR di Padova.

La monocella ha superato il test relativo alla nuova geometria: è stato possibile individuare almeno una guarnizione che consentisse di mantenere l'isolamento elettrico tra i due comparti anodico e catodico e contemporaneamente non reagisse con il sodio.

Il disco di allumina si è comportato correttamente presentando un valore di resistenza elettrica in temperatura in linea con i dati di letteratura e una stabilità meccanica che ha consentito di montare e smontare il pezzo più volte, senza danni. Il valore della resistenza del comparto catodico risulta elevato e richiede una modifica del disegno della semicella galvanica relativa e dello spessore del disco di β -allumina che andrà ridotto, mantenendo le caratteristiche di stabilità meccanica.

E' proseguita l'attività di sperimentazione e monitoraggio di impianti fotovoltaici realizzati con moduli fotovoltaici innovativi, installati in siti caratterizzati da differenti condizioni climatiche. In particolare è stata effettuata una Comparazione dei dati prestazionali degli impianti fotovoltaici innovativi di Milano e Catania. Gli impianti considerati sono costituiti da moduli in silicio policristallino, in silicio monocristallino con particolare layout di cella e da moduli realizzati con eterogiunzioni di silicio monocristallino ed amorfo, così come da moduli in film sottile (a-Si, CdTe, CIS) Le principali osservazioni che possono essere fatte, dopo più di due anni di esercizio, sono le seguenti:

- gli impianti in silicio cristallino presentano le migliori prestazioni energetiche con Fattore di Prestazione (PR) costante durante tutto l'anno

a Catania mentre a Milano raggiungono i valori più elevati nei mesi invernali e decadono nei mesi estivi-primaverili;

- in entrambe le località considerate, gli impianti realizzati con moduli in Si-a e CdTe si equivalgono in termini prestazionali durante i mesi estivi; mentre, nel periodo invernale l'impianto in Si-a ha un decadimento delle prestazioni;
- gli impianti in CIS, sia a Milano che a Catania, hanno valori prestazionali non soddisfacenti, con valori di PR fino al 20% inferiori agli altri impianti in film sottile, in tutti i periodi dell'anno.

Si è concluso un periodo complessivo di due anni di Monitoraggio di (15) impianti fotovoltaici sul territorio nazionale, rappresentativi dei differenti tipi di tecnologia e installazione presenti sul mercato, collocati su tutto il territorio italiano. Le principali osservazioni che si possono trarre dai dati di funzionamento analizzati sono:

- otto impianti hanno funzionato in modo continuativo per tutto l'arco di tempo considerato e con buoni valori degli indici prestazionali ($PR > 75\%$), tre impianti hanno funzionato con valori degli indici prestazionali assolutamente non soddisfacenti ($PR < 55\%$), mentre i restanti 4 hanno avuto un funzionamento altalenante, con susseguirsi di guasti e successive riparazioni;
- in nessuno degli impianti considerati si sono riscontrati guasti ai moduli; non sono state rilevate rotture o problematiche che ne precludessero la funzionalità e non è avvenuta quindi alcuna sostituzione degli stessi;
- i malfunzionamenti più frequenti (circa la metà dei casi considerati), hanno riguardato il fuori servizio o il funzionamento non ottimale dell'inverter;

E' stato effettuato un Confronto tra le prestazioni di moduli FV installati con inclinazione e orientamento non ottimale, come normalmente avviene in caso di integrazione dell'impianto fotovoltaico sulle coperture o sulle pareti verticali degli edifici. Sono stati raccolti i dati di funzionamento di due impianti fotovoltaici che adottano due differenti tecnologie di moduli, al fine di consentire la valutazione dell'eventuale differente risposta delle tecnologie stesse in caso di orientamento e/o inclinazione differente dall'ottimale. Dai risultati ottenuti nel primo ciclo di prova (11/11/2011 - 13/01/2012) (Figura 3), si è osservato che:

- la posizione 2 ha permesso di ottimizzare la radiazione solare incidente;
- in entrambi gli impianti le perdite maggiori di energia elettrica prodotta si verificano quando sono orientati verso SUD-OVEST;
- le perdite di energia elettrica prodotta sono analoghe nei due impianti esaminati: pertanto la differenza di tecnologia non sembra influire sulla perdita energetica.

È stato realizzato l'Adeguamento sistema di controllo della Test Facility di Generazione Distribuita e lo sviluppo e sperimentazione di algoritmi per la gestione delle risorse energetiche, effettuando una completa revisione della struttura del sistema e del software di acquisizione e controllo della Test Facility in modo tale da garantire una comunicazione affidabile e "robusta" tra l'unità centrale, le risorse energetiche distribuite ed i terminali di interfaccia operatore. Si è quindi proceduto allo sviluppo ed alla sperimentazione di alcuni algoritmi di controllo che hanno permesso l'ottimizzazione della gestione delle risorse distribuite e la regolazione automatica dei principali parametri tecnici in funzione degli algoritmi implementati. Al fine dell'Ottimizzazione delle produzioni di distretti energetici ad alta efficienza, è stato completato il software GDPint per l'analisi di profittabilità di sistemi integrati di produzione di energia elettrica, calore e raffrescamento in un distretto energetico residenziale/terziario. GDPint calcola la programmazione ottimale dei sistemi di generazione, in funzione dei fabbisogni energetici del distretto e stila il bilancio energetico ed economico, fino a fornire la valutazione economica dell'investimento espressa in termini di PBT, TIR e VAN. GDPint si rivolge ad un'ampia varietà di possibili utenti, quali progettisti, gestori d'impianti di riscaldamento o cogenerazione, ESCo, istituti di credito, che desiderano verificare la remuneratività di un progetto di efficienza energetica. GDPint è dotato di un'interfaccia web, in grado di guidare l'utente nell'inserimento dei dati richiesti, e di un database, contenente le curve di fabbisogno di diverse tipologie di utenze residenziali e le caratteristiche tecnico/economiche dei più comuni generatori) e dei principali combustibili utilizzati.

3.1.3 Collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare

In un'ottica di breve-medio termine, il progetto è stato concepito in vista di una possibile ripresa dello sfruttamento dell'energia nucleare in Italia. Particolare attenzione e impegno sono dedicati ai temi della sicurezza, anche a causa dell'incidente di Fukushima, avvenuto nel marzo 2011, ma viene trattato anche l'aspetto dell'impatto sulla rete elettrica.

Il progetto si pone anche in una prospettiva di più lungo termine, facendo riferimento ai reattori della IV Generazione. Si tratta di reattori innovativi, che hanno in comune alcuni obiettivi strategici: massimo sfruttamento dell'uranio naturale grazie all'autofertilizzazione, resistenza alla proliferazione, riduzione della produzione di scorie.

È stato realizzato, con il contributo di tutte le principali strutture di ricerca attive in Italia nel campo del nucleare da fissione, un Database relativo a un reattore di III Generazione di grande taglia, che descrive una centrale nei suoi vari aspetti e fornisce uno strumento utile alla realizzazione e all'utilizzo di modelli di calcolo e simulazione. L'attività è stata svolta da un Gruppo di Lavoro

specialistico con la partecipazione di ENEA, RSE e vari istituti universitari. Il database è stato organizzato in capitoli relativi ai vari sistemi e componenti dell'impianto.

Gli impianti nucleari di generazione III+, commercialmente maturi e in fase di costruzione in diversi siti, presentano notevoli evoluzioni tecniche riguardanti sia le potenziali condizioni incidentali, con l'introduzione di sistemi di emergenza ad intervento passivo, sia il normale esercizio, prevedendo nuovi sistemi di controllo per conseguire una maggiore flessibilità e soddisfare i requisiti richiesti per la connessione in rete (European Utility Requirements), come la partecipazione al controllo di frequenza o la capacità di "load following". Non essendo ancora in funzione, non è possibile acquisire conoscenza diretta sul loro comportamento dinamico, se non con appropriate attività di simulazione. Allo scopo, RSE ha provveduto alla costruzione, in ambiente LegoPST, di un simulatore dinamico di un intero impianto PWR da 1600 MWe, includendo nella simulazione i sistemi di automazione necessari per lo studio di manovre operative rilevanti come il rifiuto di carico e la successiva stabilizzazione alla potenza di autosostentamento dell'impianto. Per verificare l'attendibilità delle risposte fornite dal simulatore, in assenza di misure derivanti da registrazioni su impianti in funzione si è effettuato un confronto con misure relative ad un impianto da 900 MWe appartenente ad una generazione precedente, proprio in corrispondenza di un rifiuto di carico imposto da un comando manuale. Si è poi studiata la risposta ad una perturbazione della frequenza di rete tenendo conto delle regole imposte per la connessione alla rete elettrica italiana. Dai transitori si evince un comportamento adeguatamente flessibile dell'impianto rispetto ai requisiti previsti dalle regole della rete italiana.

È di crescente interesse comprendere i complessi fenomeni coinvolti in Incidenti severi in reattori dell'attuale generazione, anche con l'obiettivo di migliorare le tecniche di mitigazione degli incidenti. L'analisi di un incidente severo reale è stata eseguita, mediante il codice MELCOR, con riferimento all'evento di Fukushima e in particolare all'unità 1, che ha subito i maggiori danni (più di 14 ore senza raffreddamento): gran parte del nucleo è fuso raccogliendosi sul fondo del recipiente a pressione del reattore sino a provocarne il cedimento.

Lo studio ha posto l'attenzione sulle principali fenomenologie coinvolte nell'evoluzione dell'incidente:

- scoprimento del nocciolo in seguito alla perdita del liquido di raffreddamento, ossidazione delle guaine del combustibile, degrado del nocciolo, fusione e rilocalizzazione del materiale fuso;
- rottura del vessel;
- produzione di idrogeno;
- rilascio dei prodotti di fissione.

L'attività di Simulazione di un nocciolo veloce di IV Generazione si concentra sui reattori veloci raffreddati a sodio liquido (SFRs) e intende ottenere informazioni dirette sui temi di natura strategica che motivano lo sviluppo di reattori di IV Generazione:

- la sostenibilità dell'opzione nucleare nel lungo periodo, attraverso reattori autofertilizzanti con ciclo chiuso del combustibile;
- l'accettabilità, attraverso i processi di trasmutazione degli attinidi, in grado di ridurre notevolmente la quantità di rifiuti nucleari a vita lunga;
- la sicurezza, principalmente legata ad una adeguata controreazione negativa rispetto a escursioni di potenza e al rischio di ricriticità nel caso di gravi danneggiamenti del nocciolo;
- la non proliferazione, associata alla valutazione della composizione isotopica del materiale fissile prodotto per autofertilizzazione.

L'attività si è concentrata sullo studio dell'efficacia di trasmutazione degli attinidi minori (MAs), in noccioli che presentano favorevoli caratteristiche neutroniche nei confronti dell'insorgenza di vuoti nel refrigerante. Il fenomeno dei vuoti riveste un'elevata importanza ai fini della sicurezza dei reattori SFR. Infatti, la riduzione di densità nel refrigerante, e la generazione di vuoti, determina, a differenza dei reattori LWR, un aumento di reattività nel nocciolo e quindi della potenza del reattore (controreazione positiva). Il codice ERANOS è stato impiegato per analizzare il comportamento neutronico in regime stazionario del nocciolo. La figura che segue illustra una fra le configurazioni di nocciolo che sono state oggetto dell'analisi. Le analisi effettuate dimostrano come l'aggiunta di seppur modeste quantità di attinidi minori al combustibile influenzi il comportamento del nocciolo in presenza di vuoti, determinando un incremento di reattività stimabile fra i 500 e 600 pcm, nonostante l'adozione del *sodium plenum*. La presenza di attinidi minori ha inoltre l'effetto di ridurre il valore del coefficiente Doppler (stimabile fra i 350 e 400 pcm), con conseguenze sui margini di controllo del reattore. Tuttavia, la distribuzione omogenea degli attinidi minori nel nocciolo si conferma come quella in grado di offrire la migliore performance di trasmutazione.

Lo sviluppo di esperienze riguardanti i Modelli ed esperienze sulla sicurezza dei reattori di IV Generazione refrigerati a metalli liquidi, si rende necessario perché, accanto alle note e ampiamente positive caratteristiche termoidrauliche e nucleari per la generazione di potenza nucleare, il sodio presenta aspetti non altrettanto positivi dal punto di vista della sicurezza d'impianto in caso d'incidente. Il sodio reagisce chimicamente in modo violento con l'acqua (e quindi anche con l'umidità dell'aria) e, in modo meno violento, con l'ossigeno dell'aria: le due reazioni sono fortemente esotermiche. È stato svolto un programma di esperienze con l'utilizzo di sodio liquido alla tipica temperatura di esercizio in reattore (550°C). A questo scopo è stata realizzata la facility di

prova LISOF (LIquid SOdium Facility) ed eseguito un programma di prove comprendente:

- Esperienze di caratterizzazione di spray di sodio liquido in ambiente inerte (azoto). In queste esperienze sono state misurate: le dimensioni e la velocità delle gocce nello spray.
- Esperienze d'innescò d'incendio di spray/pool di sodio liquido alla temperatura di 550 °C in aria ambiente.
- Esperienze d'interazione di spray/pool di sodio liquido con cemento per alte temperature e calcestruzzo ordinario. Scopo di queste esperienze è: acquisire dati riguardanti il comportamento di materiali strutturali a seguito della possibile interazione con sodio liquido, a 550 °C.

3.1.4 Studi sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili

Nel Piano Nazionale di Azione per le Fonti Rinnovabili si prevede un potenziale di produzione per l'Eolico di 20 TWh/anno (circa il doppio dell'attuale), accanto ad un sostanziale consolidamento della generazione da Idroelettrico, cui pure autorevoli fonti attribuiscono ancora circa 15 TWh/anno di potenziale sfruttabile, ed a un primo avvio dello sfruttamento dell'energia dal Mare. In coerenza con il quadro europeo e nazionale, il Progetto ha assunto quali obiettivi generali il mantenimento della generazione idroelettrica (che va considerata insieme all'incremento del pompaggio, anche al fine di ottimizzare l'integrazione delle FER (Fonti di Energia Rinnovabili) non programmabili nei sistemi elettrici) e lo sviluppo dell'eolico, accanto al primo avvio di iniziative per lo sfruttamento dei moti marini. Questi obiettivi generali sono stati declinati, per le tre diverse fonti, come segue.

Per l'Idroelettrico:

- contribuire al mantenimento della quota di generazione attuale, tramite lo sviluppo e la diffusione di strumenti che supportino una gestione della risorsa ed un esercizio degli impianti, ambientalmente compatibili e rispondenti alle esigenze del mercato dell'energia ;
- supportare la penetrazione dell'idroelettrico minore, attraverso lo sviluppo e la diffusione di dati, strumenti e metodologie ad hoc.

Per l'Eolico:

- fornire strumenti e informazioni utili alla realizzazione di impianti eolici a basso impatto ed alla loro integrazione nel contesto energetico ed economico del territorio;
- supportare la realizzazione di una quota di generazione da centrali offshore, mettendo a disposizione dati e stime di ventosità e producibilità, unitamente alle necessarie informazioni di tipo ambientale e socio-economico, in alcune aree ben definite al largo delle nostre coste;

- promuovere lo sviluppo del mini-eolico, con un'adeguata informazione sulle effettive potenzialità di produzione delle macchine e sulle necessarie precauzioni di installazione.

Per la generazione da Moti Marini:

- realizzare e rendere disponibile una “Mappa Italiana del Potenziale Energetico da Onde e Correnti Marine”,
- sviluppare i primi progetti di massima di dispositivi innovativi di generazione.

Il progetto ha avuto un carattere eminentemente applicativo, focalizzandosi sullo sviluppo di prodotti (studi, metodologie e sistemi) e sulla loro sperimentazione presso alcuni “stakeholders” di riferimento, seguita dalla successiva loro diffusione.

Il sistema software HALTFLOOD, di supporto all'Ottimizzazione della gestione dei serbatoi idroelettrici in connessione con l'obbligo di contribuire alla laminazione delle piene è stato completato e sperimentato presso differenti tipologie di impianti. Particolarmente importante è la sperimentazione del sistema in corso presso la Sala Operativa del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Lazio. Per gli impianti ad acqua fluente, la cui produzione non è programmabile a causa della mancanza di un adeguato serbatoio a monte, è fondamentale assicurare una previsione attendibile non solo e non tanto delle piene ma anche dei deflussi ordinari. Partendo dallo schema di funzionamento di HALTFLOOD, che abbina previsioni meteorologiche ad un modello idrologico “afflussi/deflussi”, è stato sviluppato e testato -ancora a livello di prototipo- il sistema HALTFLOOD/PREVIFLOW, che consente di effettuare una previsione di produzione ai fini della programmazione dell'offerta dell'energia alla borsa elettrica.

Ancora nel settore Idroelettrico, una particolare attenzione è stata dedicata allo sviluppo di strumenti e metodologie a supporto di una Gestione integrata della risorsa idrica che superi i conflitti determinati dalla sempre maggiore frammentazione e concorrenza degli utilizzi della risorsa, adottando un approccio multidisciplinare, ispirato ai principi del cosiddetto *IWRM, Integrated Water Resource Management*. Un esempio di tale approccio è rappresentato dall'attività svolta sul Lago d'Idro, che si prefiggeva l'obiettivo di identificare le possibili alternative di gestione del lago, funzionali ad un miglioramento della qualità dell'acqua e, nel contempo, di valutare le ricadute che queste possono avere sulla funzionalità degli schemi idroelettrici del bacino sopralacuale, in termini sia di produzione energetica che di gestione quantitativa dei deflussi. L'attività ha visto l'applicazione al complesso “Lago d'Idro - bacino del fiume Chiese” del sistema LDS-SIMOLAB^{RSE} (per il monitoraggio e la gestione della qualità dell'acqua in invasi), del software SOLARIS^{RSE} (per lo studio di scenari di disponibilità idrica) e del software HALTFLOOD^{RSE} (per la previsione delle piene e

della producibilità idroelettrica), tutti sviluppati nell'ambito delle ricerche finanziate dal Fondo "Ricerca di Sistema".

Nell'ambito del progetto, nell'ottica della Mappatura delle risorse eoliche, l'Atlante Eolico RSE (<http://atlanteeolico.rse-web.it/>), nella sua versione interattiva su web, è stato arricchito con nuovi tematismi, visualizzabili in sovrapposizione alle mappe della risorsa eolo-energetica, quali: a) potenza eolica installata su base comunale, b) aree del territorio nazionale che - per questioni morfologiche e/o vincoli di natura tecnica e/o territoriali - non sono ritenute particolarmente vocate alla realizzazione di impianti eolici. Nell'Atlante inoltre sono state incorporate le informazioni relative alla "aree di esclusione", determinate dalla Regioni ai sensi del Decreto 10 settembre 2010, recante "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili".

Per gli impianti eolici di potenza fino a 200 kW (i cosiddetti Impianti mini-eolici), nell'ambito del progetto sono state redatte apposite Linee Guida, supportate da indagini di mercato e test in campo su impianti reali, che descrivono le principali tipologie di sistemi, con le relative caratteristiche tecniche e di prestazione, ne analizzano i requisiti funzionali, fornendo altresì indicazioni per la scelta dei siti di installazione, sui costi degli apparati e sulle modalità di incentivazione previste dall'attuale legislazione.

Per quanto concerne l'ottenimento di Energia dal mare, allo scopo di supportare lo sviluppo delle fonti energetiche off-shore (in primo luogo l'Eolico, ma anche i moti marini) senza pregiudicare la fragilità degli ecosistemi presenti e minimizzando le interferenze con gli altri numerosi utilizzi delle zone costiere, si è realizzato il web-GIS TRITONE, ovvero un'applicazione che rende possibile la visualizzazione e l'analisi - accanto alla mappatura delle risorse energetiche - dei dati relativi ai tematismi ambientali e socioeconomici delle fasce costiere e delle aree marine contenute entro il perimetro dell'area Economica Esclusiva Italiana, permettendone così una gestione integrata secondo le normative europee.

L'energia da moti marini, anche se in grado di fornire un contributo solo marginale (nel nostro Paese) alla generazione da FER, rappresenta comunque una interessante opportunità di qualificazione tecnologica dell'industria nazionale e si può abbinare efficacemente agli interventi di ammodernamento portuale e protezione dei litorali. La ricerca si è focalizzata, da un lato, sul completamento della mappatura della risorsa, a scala nazionale con un approfondimento lungo le coste della Sardegna, e, dall'altro, sulla progettazione concettuale di dispositivi innovativi. Il sistema "Wave-Sax", studiato nell'ambito del progetto, basato sul principio OWC (*Oscillating Water Column*), permette di sfruttare l'energia dal moto ondoso lungo le strutture dei moli portuali. Una sua possibile ubicazione, per i test in campo, è prevista nel Porto di Civitavecchia.

3.1.5 Studi sul fotovoltaico con concentrazione solare

Il progetto si propone di sviluppare celle multigiunzione adatte all'impiego con luce solare fortemente concentrata (oltre 700 soli) e di elevata efficienza, puntando verso soluzioni innovative. Inoltre si intendono studiare processi (sia di crescita epitassiale, sia post-crescita) che oltre ad assicurare prestazioni elevate si prestino ad una realizzazione industriale di elevata produttività, contribuendo quindi a ridurre i costi dell'energia prodotta. Altri aspetti significativi che il progetto intende affrontare sono la modellistica di celle e moduli a concentrazione e la messa a punto di tecniche di caratterizzazione. Viene inoltre trattato il tema dell'integrazione architettonica, che ad oggi costituisce un punto debole dei sistemi a concentrazione, attraverso uno studio preliminare di ottiche innovative che semplifichino il sistema di inseguimento solare. È infine stata organizzata una campagna di raccolta di dati di radiazione solare diretta e del relativo spettro, dal momento che tali informazioni incidono in modo determinante sulla scelta della configurazione delle celle e sulla loro resa in esercizio, e che i dati finora disponibili sono assai limitati.

Uno dei principali risultati conseguito è la realizzazione dei Laboratori per il Fotovoltaico a Concentrazione, che hanno raggiunto la piena operatività. Le funzionalità principali dei laboratori comprendono la messa a punto di nuove strutture di dispositivi fotovoltaici ed emettitori di luce (LED) basati su nuovi materiali e nuovi processi realizzativi, lo sviluppo dei componenti dei sistemi fotovoltaici a concentrazione (ottiche, ricevitori, inverter, inseguitore solare), la caratterizzazione di celle, moduli e sistemi a concentrazione e di LED, la messa a punto di nuove metodologie di caratterizzazione. Il reattore MOCVD (Metal Organic Chemical Vapour Deposition) è dotato di una camera di reazione innovativa per la deposizione epitassiale di composti III-V; le innovazioni riguardano principalmente un più flessibile controllo termico che migliora qualità e resa del processo e un sistema di diagnostica piuttosto completo, in grado di determinare in tempo reale curvatura e temperatura dei wafer durante la crescita.

Un aspetto di particolare importanza nella caratterizzazione delle celle multigiunzione è la misura della risposta spettrale delle singole celle, in quanto la copertura, la più completa possibile, dello spettro solare mediante la combinazione delle diverse celle costituisce il meccanismo per ottenere elevatissime efficienze. A questo scopo è stato progettato e messo in servizio uno specifico apparato di misura.

3.1.6 Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti

L'obiettivo generale del Progetto è fornire supporto allo sviluppo della generazione elettrica da biomasse, indagando alcune problematiche impiantistiche e promuovendo lo sviluppo di tecnologie innovative e di

applicazioni pilota e dimostrative, garantendone nello stesso tempo la compatibilità ambientale. Obiettivi puntuali sono:

- studio delle problematiche di corrosione, per impianti operanti in co-combustione carbone-biomasse/CSS (Combustibili Solidi Secondari);
- contributo alla normazione di metodi per la determinazione del contenuto di energia rinnovabile generata negli impianti ibridi che utilizzano biomasse per la produzione di energia elettrica;
- sperimentazione di sistemi innovativi di generazione, adatti all'integrazione in microreti;
- sperimentazione dell'applicabilità della tecnologia delle Celle a Combustibile operanti ad alta temperatura per la produzione di energia elettrica a partire da biogas generato dal trattamento di biomasse;
- potenzialità della tecnologia "microbial fuel cells", per la produzione di energia elettrica attraverso reazioni di ossidazione della biomassa mediate da ceppi batterici selezionati;
- studio della sostenibilità ambientale dell'utilizzo di biomasse, con particolare riguardo alla tematica della "filiera corta";
- individuazione sul territorio di realtà che consentano uno sfruttamento energeticamente ed economicamente vantaggioso delle biomasse e promozione di iniziative dimostrative per la realtà locali.

Le attività relative alle problematiche di corrosione nella co-combustione di biomasse in impianti a carbone hanno visto l'effettuazione di campagne di monitoraggio della corrosione in grandi impianti di co-combustione, utilizzando il sistema sviluppato da RSE, l'ottimizzazione delle sonde per la misura on-line dello spessore residuo dei provini esposti e la realizzazione di una cella innovativa per eseguire prove di fatica oligociclica su materiali posti in ambienti aggressivi, tipici della combustione biomasse/rifiuti - carbone. Sono state effettuate prove di laboratorio per migliorare l'affidabilità e l'accuratezza della misura on-line delle sonde di tipo T&R da esporre nel passo convettivo, eliminando alcune anomalie manifestatesi nelle precedenti campagne di misura. E' stata inoltre sviluppata una cella innovativa per l'effettuazione di prove di fatica oligociclica su provini posti in ambienti aggressivi. Infine, sono stati avviate prove in campo presso un operatore del campo della termovalorizzazione per la validazione dei sistemi sviluppati in diverse condizioni operative.

Sul fronte dello studio di sistemi di cogenerazione a biomassa di piccola taglia, l'attività ha riguardato impianti costituiti da turbogas di potenza compresa tra i 200 kWe ed i 5 MWe e muniti di un combustore esterno a biomassa solida per il preriscaldamento dell'aria alimento del combustore del turbogas, concentrando l'attenzione su sistemi basati su microturbine a gas dotate di un combustore esterno. I risultati ottenuti indicano che le prestazioni del sistema complessivo dipendono dalla temperatura di ingresso in turbina e dalle modalità di esercizio dell'impianto. L'alimentazione con sola biomassa

produce però rendimenti ridotti (21-23%), mentre la co-combustione gas-biomassa permette di mantenere la TIT al valore nominale di 950°C con rendimenti del 30%.

Gli studi sull'utilizzo di biogas per l'alimentazione di celle a combustibile ad alta temperatura hanno comportato la sperimentazione di monocelle a carbonati fusi con miscele di gas anodici simulanti il biogas riformato, mantenendo la cella sotto carico per 950 e registrando le curve caratteristiche tensione - corrente. Sono state misurate densità di potenza di 1,17 kW/m² e 1,11 kW/m² con gas di processo tipici di sistemi di potenza alimentati rispettivamente a gas naturale e a biogas, mentre con gas di riferimento più ricchi d'idrogeno si sono superati i 2 kW/m². Sono stati condotti con successo alcuni cicli di avvelenamento, rispettivamente con 15 e 20 ppmv di idrogeno solforato (H₂S), seguiti da recupero con gas puri, sempre mantenendo la cella sotto carico. E' stato infine studiato l'effetto dell'H₂S in una miscela anodica rappresentativa di un impianto alimentato con biogas, realizzando tre cicli di avvelenamento (da 10 a 14 ppmv H₂S), seguiti da periodi di recupero delle prestazioni con gas puri. La cella ha sempre recuperato rapidamente le prestazioni precedenti, sia nel caso di passaggio da gas inquinati a gas puri, sia nel caso di variazioni di concentrazione d'inquinante. In nessun caso sono stati evidenziati effetti negativi irreversibili sulle prestazioni di cella, imputabili ai cicli di avvelenamento.

Per quanto concerne la sperimentazione in campo di un sistema a celle a combustibile alimentato a biogas, è stato impiantato, presso il Centro Biotrattamenti di ETRA a Camposampiero, un laboratorio mobile, al momento completamente funzionante, per la sperimentazione di celle a combustibile alimentate con biogas reale. Il laboratorio comprende uno stadio di desolforazione, uno stadio di riforma e l'invio del gas al comparto anodico di uno *stack* di celle a combustibile del tipo HT-PEM.

Riguardo all'individuazione sul territorio di realtà che consentano uno sfruttamento energeticamente ed economicamente vantaggioso delle biomasse, l'attività svolta è stata accentrata su una collaborazione con il consorzio TCVVV che gestisce la rete di teleriscaldamento nel comune di Sondalo (SO). In tale ambito è stato svolto uno studio di fattibilità di un impianto a recupero di tipo innovativo da installare nella centrale, costituita da 2 caldaie della potenza nominale di 5MW alimentate a cippato proveniente dalla gestione boschiva del territorio. Il progetto riguarda, in particolare, l'installazione di un generatore ORC che sfrutta parte del calore disponibile dal raffreddamento dei fumi. Lo scambio di calore tra i fumi di combustione della caldaia e il fluido di lavoro ORC avviene direttamente in un unico scambiatore evitando l'impiego di fluidi termovettori intermedi che possono penalizzare l'efficienza del sistema. Al tal fine sono state effettuate analisi dei fumi di combustione con particolare attenzione al contenuto di polveri totali e alla temperatura di esercizio,

verificando che questo rimane inferiore ai 500 mg/Nm³ al minimo carico, ma raggiunge valori prossimi ai 1800 mg/Nm³ durante il transitorio di carico a 2500 kW, arrivando al 50% del carico massimo della caldaia e temperature dei fumi attorno ai 200-320 °C. In relazione alle temperature riscontrate è stata condotta un'analisi di mercato che ha permesso di individuare unità di generazione ORC compatibili con la sorgente termica disponibile e che consentono una facile sostituzione dello scambiatore di calore primario.

Le attività riguardanti la quantificazione della frazione di energia elettrica "rinnovabile" prodotta dalla combustione di biomasse in impianti ibridi, ha comportato il contributo alla stesura della norma italiana (in ambito UNI-CTI), ora in inchiesta pubblica, mediante il metodo della misura del ¹⁴C alle emissioni. Inoltre è stato implementato il Codice OBAMA (versione 3.0.) basato sul bilancio di massa ed energia dell'impianto rendendolo utilizzabile direttamente da parte degli operatori. Entrambi questi prodotti sono stati provati ed installati su un impianto di termovalorizzazione per il loro collaudo finale.

E' proseguito il contributo operativo in ambito pre-normativo e normativo, fornendo un supporto agli organismi di normazione, nazionali ed europei, tra cui ISO TC 146 SC1 "Stationary Source Emission" e CEN/TC 343 "Solid recovered Fuels". Inoltre è proseguita la partecipazione all'Implementing Agreement IEA Bioenergy, Task 36 "Integrating Energy Recovery into Solid Waste Management..

La problematica legata alla sostenibilità ambientale dell'utilizzo di biomasse e rifiuti per la produzione di energia elettrica ha visto l'esecuzione di studi mirati di disponibilità della biomassa come risorsa specifica sia nell'area padana sia in quella appenninica attraverso la caratterizzazione della filiera energetica, degli accoppiamenti tra filiere di conversione energetica e tipologia di biomassa, dello stato di diffusione degli impianti sul territorio e delle potenzialità di espansione.

Il problema dell'impatto sulla qualità dell'aria della combustione di biomasse, soprattutto in termini di particolato fine primario e di composti organici da combustione parziale, ha riguardato la definizione di scenari specifici di diffusione territoriale di impianti a biomasse nell'area padana, sui quali sono state prodotte simulazioni modellistiche per quantificare le ricadute ambientali.

L'incremento dell'efficienza di conversione dell'energia termica in calore, mediante il miglioramento della qualità del combustibile attraverso processi di pre-trattamento chimico-fisico e termico, è stato affrontato esaminando la possibilità di trattare residui di larga produzione e basso costo di mercato mediante la tecnologia della torrefazione e della lisciviazione preventiva con acqua, al fine di renderli compatibili all'utilizzo in processi di co-combustione e/o di ridurre il contenuto di ceneri. Sono stati selezionati e caratterizzati, ai fini dei test sperimentali di torrefazione, le seguenti tipologie di biomassa: vinacce, sansa, nocciolino di sansa, pastazzo d'agrumi, paglia di frumento, paglia di riso, stocchi di mais, potature di vite ed olivo, pannello di girasole, che

sono state caratterizzate in termini chimico-fisici, termogravimetrici e meccanici al fine di definirne un reale e proficuo utilizzo energetico.

Il potenziale riutilizzo in ambito infrastrutturale delle ceneri leggere generate dal processo di combustione delle biomasse, alternativa alla posa in discarica, è stata affrontata mediante la sperimentazione di utilizzi alternativi quale additivo minerale per la produzione di conglomerati cementizi, da utilizzare, ad esempio, nella costruzione o nei ripristini massivi di dighe.

Nel contesto degli studi inerenti le celle a combustibile microbiche, le attività sono state orientate alla messa a punto di un sistema di cella a combustibile ottimale in termini di resa della conversione diretta in energia elettrica dai processi microbici di digestione della sostanza organica. In particolare le prove sono state indirizzate a migliorare le prestazioni degli elettrodi mediante la scelta di opportuni materiali e allo studio elettrochimico di condizioni di lavoro della cella ottimali ai fini della colonizzazione batterica degli elettrodi e dello sviluppo dei processi bio-elettrochimici, nei due diversi comparti (anodico e catodico).

Alcune delle attività svolte hanno visto il coinvolgimento RSE in progetti europei, in particolare DEBCO, finalizzato a studi applicativi dei processi di co-combustione carbone-biomassa e BIOCOR, finalizzata all'applicazione di sistemi biologici alla produzione di energia elettrica. Inoltre si è attivamente partecipato ad attività di normativa tecnica a livello nazionale (CTI ed UNI) ed internazionale (CEN ed ISO), oltre che all'Implementing Agreement IEA Bioenergy.

3.1.7 Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO₂

Il principale ostacolo all'introduzione della CCS in un impianto termoelettrico è rappresentato dai costi elevati, di capitale e di esercizio, e dalle incognite sullo stoccaggio dell'anidride carbonica catturata in modo stabile e sicuro anche nel lungo periodo. L'attività di ricerca, per quanto riguarda la cattura della CO₂ finalizzata ad un successivo confinamento, è quindi indirizzata allo sviluppo di tecnologie innovative che consentano di aumentare le prestazioni e di ridurre i costi mentre per lo stoccaggio, accanto all'esecuzione di indagini geologiche e di caratterizzazione dei potenziali siti nazionali di stoccaggio, è orientata allo sviluppo di metodi e strumenti per il monitoraggio e la valutazione della sicurezza dei depositi. Le attività di ricerca svolte in questo progetto contribuiscono alla messa a punto di alcune tecnologie, metodologie e strumenti di particolare interesse per la realtà italiana, sia per l'incremento dell'efficienza degli impianti e la riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera, sia per la cattura dell'anidride carbonica e il suo successivo trasporto e stabile confinamento. Le attività si sono pertanto articolate su tre linee: l'impiego

sostenibile dei combustibili fossili, la cattura della CO₂, il trasporto e confinamento della CO₂.

L'obiettivo di un impiego sostenibile dei combustibili fossili è stato perseguito attraverso lo studio di una serie di tecnologie che, applicate in diverse parti del ciclo delle centrali termoelettriche, permettono di ottenere significativi livelli di riduzione delle emissioni contenendo gli effetti negativi sull'efficienza. Ad esempio sono state proposte due tecniche innovative molto interessanti per l'abbattimento degli ossidi di azoto, entrambe applicabili in retrofitting, l'una ottenuta ricoprendo con un ben aderente e sottile strato di catalizzatore la superficie dei fasci tubieri degli scambiatori di calore di una caldaia a recupero di un ciclo combinato, l'altra permette di effettuare, in modo combinato e simultaneo, la denitrificazione e la depolverizzazione dei fumi all'interno di un'unica unità di trattamento. L'accorpamento in una singola unità offre il vantaggio di una maggiore compattezza d'impianto, di una riduzione dei costi d'investimento e di una più facile installazione in retrofit agli impianti esistenti. Un'altra tecnica ottica non intrusiva, anch'essa validata in laboratorio, mira alla caratterizzazione in linea del carbone che alimenta un impianto.

Per quanto riguarda la cattura della CO₂ pre-combustione, è stato messo a punto il processo di preparazione e sono state caratterizzate membrane a base di Palladio, a barriera ossidativa o ceramica, per la separazione dell'idrogeno da gas di sintesi in processo di *water-gas shift*. In particolare è stata realizzata una membrana a barriera ossidativa di spessore ridotto a 11 µm e con prestazioni allineate con lo stato dell'arte, grazie alla riduzione della difettosità dello strato di palladio depositato ottenuta mediante selezione e pre-trattamento dei supporti metallici e ottimizzazione del trattamento termico della membrana. Si ricorda che il costo di produzione di un reattore a membrana è determinato soprattutto dall'elevato costo del palladio. Queste membrane, oltre che per la cattura della CO₂, potranno essere utilizzate anche per la realizzazione di impianti di *gas reforming* migliorativi dello stato dell'arte industriale. Una valutazione tecnico-economica relativa all'integrazione di un reattore a membrana al Pd in un impianto IGCC per la cattura di pre-combustione della CO₂ ha evidenziato che si potrebbe ottenere, rispetto all'utilizzo di processo commerciale (*Selexol*) per la rimozione della CO₂, un miglioramento del rendimento elettrico netto fino al 5%.

E' da menzionare infine la caratterizzazione di membrane per la separazione dell'ossigeno dall'aria fornite dal centro di ricerca Forschungszentrum Jülich (D), nell'ambito di una collaborazione internazionale (EERA). Dopo la caratterizzazione micro-strutturale mediante microscopia elettronica a scansione (SEM), diffrazione dei raggi X e sincrotrone, dilatomia e calorimetria differenziale, sono state eseguite prove di permeazione in una *facility* di laboratorio realizzata allo scopo. Si ritiene che il futuro utilizzo di questa tecnologia consentirà di incrementare il rendimento elettrico netto di un

impianto IGCC, rispetto all'utilizzo dei tradizionali impianti criogenici, dell'1,5-2,5 %.

Per la cattura post-combustione della CO₂ dai fumi, è stato realizzato un impianto pilota di piccola taglia basato sul chemiassorbimento con ammine ancorate su un supporto solido poroso (sorbente solido). Questa tecnologia innovativa, rispetto al processo convenzionale basato su ammine in soluzione acquosa, non presenta i tipici inconvenienti (corrosione dei materiali, formazione di schiume, degrado ossidativo delle ammine) e, grazie all'inferiore fabbisogno di energia termica nella fase di rigenerazione, permette il recupero di circa 3 punti percentuali di rendimento elettrico netto d'impianto.

Progettate a partire da un concetto sviluppato da RSE, quattro di unità di assorbimento/desorbimento della CO₂ sono il componente centrale dell'impianto che è in grado di trattare una portata fumi di 100 Nm³/h. L'impianto è stato realizzato in forma compatta su grigliato, completo di una sala controllo e quadri, per essere trasportabile su gomma alla Centrale Termoelettrica di Brindisi, dove è stato installato in parallelo con il pilota Enel da 10.000 Nm³/h che utilizza ammine in soluzione acquosa. Dopo la messa in servizio sono stati eseguiti i primi test funzionali.

Per il confinamento definitivo della CO₂ separata le analisi geologiche effettuate hanno consentito di individuare nuove aree potenzialmente idonee allo stoccaggio di CO₂. Quest'attività è ancora più importante alla luce del recepimento della Normativa Europea sullo stoccaggio geologico con il Decreto Legislativo 14 settembre 2011, n.162 che, all'articolo 7, comma 1, dispone che entro 24 mesi dall'entrata in vigore vengano individuate e sancite con apposito decreto le aree del territorio nazionale e della zona economica esclusiva, all'interno delle quali possono essere selezionati i siti di stoccaggio. Diverse aree sono state studiate e per quelle con idonee informazioni geologiche e geofisiche profonde è stato realizzato un accurato modello geologico 3D che ha permesso di simulare numericamente il processo di stoccaggio della CO₂, sia in serbatoi terrigeni del Pliocene sia in quelli carbonatici.

Il Sistema Integrato di Analisi Modellistica (SIAM) per studiare il processo industriale di stoccaggio della CO₂ anche in termini di sicurezza, è stato dotato di ulteriori raffinati strumenti di calcolo per migliorare le sue prestazioni nel caso di modelli geologici complessi con elevata eterogeneità strutturale e presenza di faglie a carattere sia locale sia regionale. SIAM consente la simulazione numerica del comportamento della CO₂ nelle condizioni di serbatoio sotto gli aspetti fluidodinamici, geochimici e geomeccanici con interfacce che supportano l'analista e permettono l'accesso alla banca dati geologica e al CO₂Web-GIS.

E' stato completato e collaudato il prototipo del *lander* bentico autonomo AMERIGO un vero e proprio "laboratorio sul fondo del mare", ideato e realizzato interamente in Italia da RSE e da CNR-ISMAR di Ancona, finalizzato allo studio

dei flussi di sostanze disciolte all'interfaccia sedimento-acqua e degli organismi presenti sul fondo del mare, capace di raggiungere i 6.000 metri di profondità in completa autonomia e senza l'utilizzo di cavi di collegamento. Grazie alla sua modularità può essere configurato con diversi dispositivi a bordo, in relazione agli obiettivi prefissati. Quest'attrezzatura potrà consentire un monitoraggio della CO₂ nelle zone ritenute a rischio fuoriuscita da un serbatoio di confinamento e costituirà un sistema di allerta (*early-warning*) nel caso di eventuali incrementi dei livelli di fondo.

La diffusione e la valorizzazione dei risultati della ricerca, oltre che attraverso i canali tradizionali quali ad esempio le pubblicazioni scientifiche e le presentazioni a congressi e convegni, si sono articolate attraverso una fitta rete di contatti sia con enti pubblici, che in tal modo possono contare del supporto delle competenze di RSE, sia con società private anche attraverso la sottoscrizione di specifici accordi di collaborazione. Oltre alla valorizzazione dei risultati queste collaborazioni hanno la fondamentale funzione di orientare gli sviluppi delle attività di ricerca. In particolare la diffusione e valorizzazione dei risultati della ricerca verso il mondo produttivo e il relativo trasferimento tecnologico passano attraverso la sperimentazione in campo delle nuove tecnologie.

3.1.8 Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia elettrica

Il progetto risponde agli obiettivi di miglioramento dell'efficienza nell'uso finale e nella fornitura dell'energia, mettendo a frutto le specifiche competenze di RSE, nell'ottica di una concreta collaborazione con i portatori di interesse del settore elettrico che gravitano attorno al mondo dei consumatori in genere.

Per quanto riguarda il Settore della Domanda, l'attività studia gli aspetti regolatori e tecnologici afferenti l'efficienza energetica. Da un lato, infatti, è fornito il supporto scientifico richiesto dagli Enti Istituzionali (MiSE e AEEG) preposti all'attuazione delle politiche energetiche nazionali in sinergia con quelle comunitarie, dall'altro si accertano le prestazioni energetiche reali degli apparati già sul mercato e si valuta lo sviluppo tecnologico di quelli non ancora maturi.

Nel Settore dell'Offerta, l'attenzione è focalizzata sullo studio e la validazione di provvedimenti in grado di ridurre le perdite nelle reti di Trasmissione e Distribuzione. In particolare: l'applicazione estesa di una metodologia per valutare la riduzione di perdite Joule con interventi sulle reti MT, lo sviluppo e la sperimentazione di un limitatore superconduttivo di corrente, atto a facilitare l'inserimento di generatori rinnovabili sulle reti di distribuzione, lo studio di nuove architetture di rete in corrente continua, nonché l'approntamento di un sistema per la verifica di accuratezza della misura di energia sulla rete AT.

L'introduzione obbligatoria della tariffa bioraria in Italia è stato un evento di portata rilevante, che ha coinvolto oltre 20 milioni di famiglie con l'obiettivo di meglio orientare le modalità di consumo secondo criteri di economicità. L'analisi dei consumi e dei comportamenti degli utenti domestici nei mesi successivi all'applicazione della tariffa bioraria ha evidenziato gli spostamenti di consumo da ore piene ad ore vuote. Il confronto fra due periodi semestrali (prima e dopo l'applicazione della nuova tariffa) indica uno spostamento medio pari a circa l'1%, un valore modesto, ma giustificato dalla limitata differenza di prezzo tra i periodi tariffari.

È stato sviluppato uno strumento analitico in grado di simulare lo scambio di energia fra una pompa di calore ed il terreno, quando questo è sfruttato come sorgente termica. Il modello permette, fra l'altro, di prevedere la persistenza nel tempo della risorsa geotermica e quindi l'idoneità (o meno) di un campo di sonde a fornire l'energia termica richiesta anche dopo anni di funzionamento. Con tale modello è anche possibile un primo dimensionamento del sistema costituito dagli scambiatori, verticali o orizzontali, deputati al trasferimento di calore tra terreno e fluido termovettore della pompa di calore. Lo strumento integra la normativa esistente che rimane comunque l'unico riferimento formale per dimensionamento, progettazione, e aspetti realizzativi ed ambientali.

E' stato completata con successo la progettazione, realizzazione e installazione in campo di un dispositivo limitatore di corrente basato su tecnologia a superconduttore. Tale installazione rappresenta la prima applicazione in Italia ed una delle prime a livello europeo e mondiale. La sua importanza è motivata dall'incremento della domanda elettrica e dalla crescente magliatura della rete, le quali contribuiscono a un aumento del valore delle correnti di corto-circuito. Al fine di poter mantenere una adeguata capacità di ospitare generatori distribuiti, anche a fonte rinnovabile, è opportuno disporre di un dispositivo che, in caso di guasto, introduca istantaneamente un'elevata impedenza elettrica limitando così l'entità delle correnti di corto-circuito. I superconduttori permettono la realizzazione di limitatori di corrente praticamente ideali, basati sulla transizione "stato superconduttore-stato normale" che si verifica quando viene superato il valore di corrente critica. Il limitatore di corrente superconduttivo è esercito nella rete di distribuzione a 9 kV di Milano, presso la sottostazione di S. Dionigi (A2A), la seguente Figura fornisce una rappresentazione di due diverse installazioni di interesse per la rete di distribuzione considerata.

Sono state individuate e approntate metodologie e apparecchiature innovative per rendere possibile l'esecuzione in campo di verifiche di taratura di TA e TV, per confronto con Sistemi di Misura di Riferimento (SMR). Tali apparecchiature possono essere installate nella rete AT fino a 400 kV, senza impatto sull'esercizio, per mezzo di metodi di lavoro sotto tensione sviluppati in

collaborazione con Terna S.p.A. A tale scopo sono stati progettati, realizzati e validati, sia in laboratorio sia in condizioni di impiego reale presso una stazione elettrica AT, i seguenti dispositivi, che costituiscono i componenti base di un sistema di misura innovativo:

- una struttura di supporto meccanico e schermatura, che permette l'installazione, in circa venti minuti, di un SMR di corrente nella rete di trasmissione. Il SMR permette di verificare l'accuratezza dei TA fino a una corrente nominale massima di 3200 A;
- un Sezionatore Trasportabile Semplificato (STS), è un'apparecchiatura che può interrompere o stabilire correnti relativamente contenute per consentire il collegamento o la disconnessione, fino a 400 kV, di un carico di scarsa entità, quale per esempio il SMR di tensione. Peculiarità principale di quest'apparecchiatura è la sua flessibilità: a differenza di apparecchiature aventi funzionalità simili, comunemente installate in esercizio, i contatti non vengono avvicinati e allontanati per mezzo di strutture rigide a pantografo, ma il moto del contatto mobile durante le operazioni di apertura e chiusura è guidato per mezzo di speciali corde isolanti, utilizzate nell'ambito dei lavori sotto tensione. L'apparecchiatura può essere installata o disinstallata in campo in soli quindici minuti.

3.1.9 Impatto sul sistema elettrico della potenziale diffusione dei veicoli elettrici

L'obiettivo del progetto è la valutazione dell'impatto sulla rete elettrica della diffusione dei PHEV/PEV, con particolare riferimento agli aspetti elettrici, economici, ambientali ed ai risvolti regolatori. L'approccio è inizialmente di tipo strategico (analisi di scenario), ma via via analizzano, in un'ottica fortemente interdisciplinare le implicazioni della diffusione di veicoli elettrici. A livello di sistema si valutano le conseguenze sulla pianificazione e sviluppo della rete (come deve evolvere la struttura della rete elettrica italiana per fare fronte alla diffusione dei PHEV/PEV) e sul suo esercizio (come gestire la ricarica dei veicoli con tecniche di demand-side-response in modo da sfruttare le possibilità di modulazione del diagramma di carico; come utilizzare la disponibilità di un accumulo distribuito; come gestire flotte intere di PHEV/PEV). Dal punto di vista ambientale si studiano le emissioni su scala globale, la qualità dell'aria su scala provinciale e locale e gli impatti lungo l'intero ciclo di vita. Il progetto comprende una intensa attività normativa (quali settori devono essere coperti dalla normativa tecnica per regolamentare la connessione dei PHEV/PEV in rete ecc.), regolatoria (come incentivare lo sviluppo delle infrastrutture di ricarica pubblica e provata, come definire le regole tariffarie per la ricarica rapida dei PHEV/PEV, ecc.), sociale (approfondimento sulla risposta del consumatore all'offerta di mobilità elettrica individuale). Anche alla luce di sperimentazioni

di laboratorio e su veicoli reali, il progetto affronta alcuni aspetti tecnologici relativi all'accumulo elettrochimico, ed al dimensionamento di range extenders per aumentare l'autonomia di veicoli elettrici in occasione di missioni anormalmente lunghe.

Il punto di partenza per valutare l'impatto della mobilità elettrica sul sistema energetico nazionale è la definizione di scenari di riferimento di mobilità elettrica e impatto ambientale. Questa attività, svolta nel corso dei tre anni di ricerca, ha portato alla formulazione di uno scenario, che al 2030, ipotizza circa 40 milioni di auto in circolazione con circa 10 milioni di auto elettriche, tra pure ed ibride, con una decisa prevalenza di auto ibride plug-in.

Per capire quale sia il costo ambientale totale da pagare a fronte dei vantaggi offerti dall'introduzione di veicoli elettrici ed ibridi privati, è stata effettuata una analisi Life Cycle Assessment (LCA) che permette di confrontarli con i veicoli a combustione interna (ICE) ed ibridi attuali, non plug-in (HEV), che costituiscono lo stato dell'arte attuale della mobilità privata. L'analisi effettuata ha coinvolto tutte le fasi del ciclo di vita, comprese le fasi di costruzione e dismissione della batteria. L'indagine LCA ha consentito di valutare che l'introduzione di veicoli a trazione elettrica, oltre a ridurre le emissioni inquinanti in aree urbane, porterebbe ad una riduzione di impatti in generale per le categorie di impatto legate alle emissioni atmosferiche (formazione di ossidanti fotochimici, acidificazione atmosferica e riduzione della fascia di ozono stratosferico). Come contro partita si avrebbe un aumento di inquinanti tossici e elementi eutrofizzanti legati al ciclo di vita (costruzione e dismissione) delle batterie. Tale contro partita rimarrebbe tale anche in scenari di recupero e riciclo spinto delle batterie in grado di abbattere fino al 70% degli impatti. E' stato effettuato un confronto in ottica LCA tra veicoli elettrici (BEV), ibridi plugin (PHEV, distinti per valori di autonomia in modalità elettrica), ibridi (HEV) e a combustione interna a benzina (ICE), esprimendo gli impatti potenziali come percentuale degli impatti potenziali del veicolo tradizionale a benzina.

Dal punto di vista della variazione della qualità dell'aria sul territorio nazionale, prevista al 2030, sono da considerare tre fattori principali:

- L'evoluzione delle emissioni dal parco di generazione elettrica (prevalentemente termoelettrica) legata all'evoluzione naturale del carico (indipendentemente dalla mobilità elettrica)
- L'evoluzione delle emissioni da parte del parco circolante a motore a combustione interna, che deve tenere conto dell'introduzione di normative sempre più restrittive (Euro 6 e successive). L'effetto cumulato dei due fattori precedenti, riferito alle emissioni di biossido di azoto in una prospettiva 2030, tenendo conto dell'evoluzione del settore termoelettrico e, principalmente, del parco circolante al 2030, introduce riduzioni significative della concentrazione su tutto il territorio italiano

(comprese fra il 15 ed il 30%) ed in particolare nelle aree urbane dove il contributo dai trasporti è particolarmente significativo.

- La riduzione ulteriore della concentrazione di NO₂ dallo scenario 2030 con la diffusione dei veicoli elettrici rispetto all'analogo scenario 2030 senza i veicoli elettrici determina un'ulteriore riduzione delle concentrazioni, seppure in misura minore rispetto al caso precedente (1 ppb max, pari al 6% della concentrazione media annua al 2030).

Lo studio dell'impatto della mobilità elettrica sulla qualità dell'aria a livello locale è stato effettuato attraverso la messa a punto ed applicazione di un modello lagrangiano a particelle SPRAY con il quale sono state condotte simulazioni di dispersione di inquinanti legati al traffico, validate attraverso una campagna di misura in campo reale. Le simulazioni hanno evidenziato, che in un'ottica di penetrazione di mobilità elettrica come quella ipotizzata nello scenario al 2030, si osserverebbe una riduzione dell'ordine di 12 µg/m³ per l'NO_x, corrispondenti ad una variazione percentuale compresa fra il 2 ed il 4% con picco massimo dell'8%. Per l'NO₂ si avrebbero in media differenze fra 1% ed il 2% con un massimo di circa il 6%. Il monossido di azoto mostra una riduzione simile a quello dell'NO_x.

Dal punto di vista dell'impatto sulla rete elettrica di distribuzione, è stata studiata in modo approfondito la capacità di una rete di distribuzione ad ospitare veicoli elettrici in ricarica contemporanea (hosting capacity), senza violare i parametri fondamentali di sicurezza di esercizio (sovraccarico di porzioni di rete) e di qualità della tensione. Per fare questo in modo sistematico, è stato messo a punto un applicativo software, denominato MaRe (Margine Rete) che, alla luce di informazioni sulla struttura della rete stessa e dei profili di consumo degli utilizzatori (ricavati attraverso le letture dei contatori elettronici), consente di valutare la possibile popolazione di veicoli in ricarica senza superamento dei limiti progettuali di rete. L'applicativo è stato potenziato ed affinato inserendovi le funzionalità di load flow e la possibilità di definire profili complessi di ricarica, migliorandone altresì le caratteristiche di restituzione dei risultati. Sono stati studiate numerose situazioni: ad esempio, si è valutato il caso del profilo di tensione ai nodi di un feeder di distribuzione, ipotizzando che il 60% degli utenti domestici collegati sulla linea abbia anche un veicolo elettrico e che questi vengano collegati in ricarica lenta sia al rientro serale che durante la giornata, quando non in moto. Le simulazioni effettuate, che rivelano un sistematico rispetto dei parametri di qualità e sicurezza della fornitura, dimostrano come sia possibile, in una grande città, che il dimensionamento e la gestione del sistema elettrico consentano l'alimentazione di una flotta veicolare elettrica di notevole entità.

Studi effettuati attraverso simulazioni su piattaforma Dig-Silent e Matlab hanno consentito di approfondire il concetto di "time dependent hosting capacity", ossia della capacità di una rete ad accogliere nuovi veicoli elettrici

che intendano porsi in ricarica, tenendo conto della durata di ricarica e del fatto quindi che il collegamento di un nuovo veicolo impegna un “quanto” di energia per tutta la durata della ricarica e che questa deve essere disponibile anche in funzione della variazione del carico naturale di rete. Sono stati individuati, in alcune situazioni tipiche di rete, i limiti di connettività di veicoli in ricarica nei diversi nodi per una settimana test, per la quale si disponeva delle letture dei contatori elettronici di utenza.

E' stato infine studiato un algoritmo per la definizione di una ricarica intelligente (*smartcharge*) sia dal punto di vista dell'utente che dal punto di vista del Distributore. Tale algoritmo si basa sulla combinazione di un *optimal power flow* (OPF) e della programmazione lineare (minimizzazione di una funzione di costo lineare) in modo da definire, per ciascun veicolo elettrico il profilo di ricarica ottimale cioè che rispetti al contempo i vincoli di rete (flussi di potenza e cadute di tensione sul feeder) e che soddisfi le richieste dell'utente (energia da ricaricare, tempo di ricarica). Tale algoritmo si avvicina molto alla “gestione in tempo reale” (*operation*) che il Distributore potrà trovarsi a realizzare nel momento in cui ci sarà una vasta diffusione del veicolo elettrico.

Per quanto riguarda gli Aspetti pre-normativi e contesto regolatorio, il 2011 è stato caratterizzato da un'intensa attività di sviluppo normativo italiano ed europeo dedicato alla mobilità elettrica. RSE è stato protagonista di questi sviluppi sia in ambito CEI, che in ambito CEN e CENELEC, sia attraverso la partecipazione ai gruppi tematici ed ai “focus groups”, che attraverso il coordinamento del WP7 (standardisation) del progetto europeo Green eMotion. L'attività ha riguardato l'intero arco del processo di operazione del veicolo elettrico: dalle interfacce e connettori alla comunicazione, anche in un'ottica smart grids; in questo contesto, è risultata di particolare importanza la comunicazione che avviene nei servizi V2G (Vehicle to Grid), nei quali il veicolo si mette a disposizione della rete elettrica per fornire servizi ancillari (accumulo distribuito, regolazione di tensione, fornitura di potenza reattiva ecc.).

Di particolare rilievo nel corso del periodo di riferimento è stata l'assistenza fornita all'Autorità per l'Energia ed il Gas nella valutazione dei progetti di mobilità elettrica da incentivare, secondo i criteri della delibera 242/10, finalizzata alla dimostrazione di diversi modelli di business per la ricarica lenta di veicoli elettrici. In particolare sono considerati il “modello del distributore” nel quale l'infrastruttura di ricarica è posseduta e gestita dall'operatore di rete, il “modello del service provider in esclusiva” nel quale un operatore ha l'esclusività della gestione dell'infrastruttura ed il modello del “service provider in concorrenza” nel quale possono accedere all'infrastruttura diversi soggetti tra loro concorrenziali. Il gruppo di lavoro instaurato con AEEG ha messo a punto i criteri di valutazione ed i pesi relativi finalizzati ad un'analisi multicriterio ed ha valutato, alla luce di queste regole, le proposte formulate da diversi operatori.

Sono stati anche affrontati gli Aspetti tecnologici dell'alimentazione elettrica nei veicoli puri ed ibridi. Dal punto di vista tecnologico, infine, particolare attenzione è stata portata alle batterie di accumulatori. Un primo aspetto affrontato riguarda il dimensionamento delle batterie in funzione delle missioni previste per il veicolo. A questo riguardo, si è individuata una soluzione che consente il bilanciamento ottimale tra costo di acquisto e di esercizio e flessibilità di missione: l'utilizzo di un pacco batterie di capacità ridotta accoppiato all'utilizzo di un range extender. Lo studio effettuato ha consentito di definire i criteri in vista dell'ottimizzazione dei parametri caratteristici di un veicolo ibrido serie in configurazione range extender (potenza nominale del motore a combustione e capacità del pacco batterie), tenendo conto di costi ed emissioni, garantendo performance equivalenti ad un veicolo a combustione convenzionale. Un esempio dell'analisi effettuata è illustrato in, che riporta l'andamento dei costi di missione e delle loro componenti, in funzione della potenza nominale del range extender.

Il secondo aspetto analizzato riguarda il comportamento delle batterie di accumulatori nel corso della loro vita utile e la messa a punto di una prova di caratterizzazione adeguata che consiste nel sottoporre in modo continuativo la batteria a un ciclo di lavoro tipico per l'applicazione veicolare, in particolare per l'utilizzo in un veicolo puramente elettrico, tra il 100% e il 20% dello stato di carica. Risultati sperimentali su batterie reali a litio-ioni, hanno dimostrato che una batteria costituita da 10 celle elementari connesse in serie con catodo NCA sottoposta a 39 cicli di caratterizzazione di base con profondità di scarica del 100% e a 65 cicli di vita con profondità di scarica dell'80% ha subito un degrado delle prestazioni che ha determinato la riduzione della capacità e dell'energia estraibile, oltre all'aumento della resistenza interna e la riduzione della potenza di picco in carica e in scarica. Questo fenomeno risulta particolarmente marcato nelle prove iniziali di caratterizzazione.

La riduzione di capacità ed energia estraibile causata dalle prove effettuate è pari a circa il 15% dei valori iniziali di capacità ed energia. Tali riduzioni sono dovute, oltre che a fenomeni che determinano l'intrappolamento irreversibile di ioni litio ad uno dei due elettrodi, anche all'aumento della resistenza interna della batteria che determina, a parità della corrente di lavoro, maggiori perdite per effetto Joule con conseguente riduzione dell'energia e della capacità estraibile ed immagazzinabile.

3.2 ENEA

Nel corso del 2011, ENEA ha portato a termine le attività del piano di realizzazione 2008/09 e avviato le attività del successivo piano di realizzazione 2010. Nello stesso anno, ENEA ha poi avviato le attività relative al piano 2011. Nel seguito vengono sinteticamente descritte solo le attività relative ai piani 2008/2009 e 2010.

3.2.1 *Sistemi avanzati di accumulo di energia*

Sono state svolte attività di ricerca su materiali catodici ed anodici per celle al litio. I materiali sono scelti per rispondere ad esigenze di alte prestazioni (potenza ed energia), basso costo e basso impatto ambientale. L'attenzione si è concentrata su materiali catodici del tipo LiFPO_4 , opportunamente drogato con diversi composti. Per l'anodo sono stati studiati, prodotti e caratterizzate varie grafiti modificate e leghe metalliche a base di ossidi di titanio. Tutti i materiali sviluppati sono stati caratterizzati in laboratorio con analisi chimiche, fisiche ed elettrochimiche. In seguito, i materiali più interessanti sono stati assemblati in celle da laboratorio, opportunamente progettate, per analizzarne il loro comportamento e verificarne la stabilità e le prestazioni elettriche.

Sono state realizzate e testate celle complete da laboratorio. I materiali anodici e catodici sono stati assemblati in una cella completa di elettrolita (liquido e/o polimerico), opportunamente progettata in scala da laboratorio per verificarne le prestazioni in condizioni operative prossime a quelle dell'uso finale. Una procedura di prove elettrochimiche è stata definita e concordata con RSE e CNR per verificare le prestazioni e selezionare i materiali finali. I risultati hanno confermato la bontà di alcuni materiali che saranno ulteriormente ottimizzati in processi di preparazione in scala maggiorata nella successiva annualità.

Sono state eseguite indagini preliminari su tecnologie di controllo ed interfaccia con la rete. Dopo un aggiornamento sullo stato delle tecnologie di accumulo per le reti elettriche e delle relative potenzialità e vantaggi applicativi, sono state analizzate le caratteristiche di alcune potenziali utenze (isola di Pantelleria e Campus Universitario di Palermo, insieme alla funicolare di Bergamo) con una valutazione delle necessità della rete e dell'utenza e con lo studio dell'interfaccia e delle logiche di gestione e controllo dei diversi componenti/sottosistemi di rete, nell'ottica di transizione verso una struttura di rete efficiente, flessibile, dinamica ed interattiva.

Per quanto riguarda la progettazione e realizzazione di tecnologie di controllo ed interfaccia del sistema di accumulo in batterie al litio con la rete e con utenze particolari, l'attività si è concentrata sulla progettazione preliminare e di dettaglio con relativa acquisizione di tecnologie di controllo e gestione dell'interfacce verso la rete, con l'esecuzione di prove di laboratorio con la validazione, mediante software specifici, delle logiche e strategie di controllo che comprendano protezione e automazione per reti di distribuzione in presenza di GD (generazione distribuita) ed accumulo elettrico.

E' stata completata l'attività relativa alla dimostrazione di batterie al litio installate sulla funicolare di Bergamo, con l'analisi completa dei risultati sperimentali. Queste valutazioni hanno poi richiesto lo svolgimento di una preliminare analisi della sicurezza nell'uso delle batterie al litio. Inoltre, con

l'utilizzo dell'impianto sperimentale realizzato presso l'ENEA, si è conseguita l'ottimizzazione e validazione della strategia di gestione e controllo di supercondensatori utilizzati nei carriponte.

È stato valutato l'impatto dei sistemi di accumulo nelle reti elettriche, effettuando un'indagine sui sistemi alternativi proposti in competizione. È stata inoltre condotta una campagna sperimentale per la verifica del prolungamento della vita utile delle batterie al litio usate nei veicoli elettrici, in applicazioni stazionarie.

3.2.2 Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti

Ai fini dell'ottimizzazione della produzione di biogas attraverso processi fermentativi e sviluppo di un prototipo da laboratorio, sono stati studiati e identificati i principali parametri di esercizio dei processi fermentativi di diverse miscele (FORSU/deiezioni animali/rifiuti agroalimentari/fanghi di depurazione) e confrontate differenti configurazioni del processo di digestione anaerobica (DA) e relativi impianti. È stato realizzato un prototipo di digestore anaerobico mobile da 5 m³, utilizzabile sia per prove da laboratorio che sul campo. È stato infine condotto uno studio ed eseguite prove preliminari della DA di biomasse lignocellulosiche, con selezione di ceppi batterici più adatti allo scopo.

Le attività per l'ottimizzazione dei processi di abbattimento degli inquinanti dal biogas e di trattamento del digestato hanno riguardato l'identificazione di batteri in grado di abbattere lo zolfo nel digestato anaerobico e lo studio dei materiali più adatti per la purificazione del biogas a valle del digestore. Sono state inoltre studiate le problematiche connesse con l'uso agronomico del digestato e identificato un processo innovativo potenzialmente utilizzabile per ridurre l'impatto ambientale legato alla componente azotata dello stesso.

Sono stati inoltre sviluppati processi e sistemi per l'arricchimento in metano del biogas, al fine di ottenere la composizione richiesta dalla rete. In particolare, le attività hanno riguardato lo sviluppo di sistemi per la separazione della CO₂ dal biogas, al fine di arricchire in metano il biogas stesso (upgrading) e raggiungere la composizione richiesta per l'immissione in rete. È stata anche effettuata un'analisi dello stato dell'arte e confrontati diversi sistemi di rimozione della CO₂ dal biogas (assorbimento fisico e chimico, PSA, metodi criogenici), con particolare riguardo alle tecnologie a membrana. È stato studiato e sperimentato un processo per la produzione di membrane ceramiche (tape casting supporto poroso + CVD membrana) e realizzati e provati i primi campioni. In parallelo all'attività sulle membrane ceramiche, è stato avviato lo studio di membrane polimeriche, sia attraverso la realizzazione di un modello per simulare il loro comportamento al variare delle condizioni di esercizio, che attraverso prove sperimentali di prodotti sia commerciali che sviluppati

nell'ambito del programma. È stato progettato e realizzato un impianto per la prova di moduli per portate variabili da 1 a 50 m³/h.

Sono stati infine studiati sistemi cogenerativi alimentati da biogas o da syngas prodotto da gassificazione delle biomasse. A tal riguardo, è stato sviluppato il software AIDA (Advanced and Innovative tool for Developing feasibility Analysis of biomass plants), che consente di analizzare i potenziali produttivi delle biomasse fermentescibili e delle biomasse lignocellulosiche censite dall'Atlante Italiano delle Biomasse, precedentemente sviluppato da ENEA, di proporre un dimensionamento di massima per un impianto di valorizzazione energetica, di fornire infine i parametri economici per la valutazione della fattibilità e della convenienza dell'investimento.

Per quanto riguarda lo sviluppo di componenti di cella a combustibile ad alta temperatura a minor costo e resistenti agli inquinanti, sono stati prodotti elettrodi per MCFC con processi di formatura in plastico e sviluppati e caratterizzati anodi più resistenti ai composti solforati (elettrodi ricoperti con ceria/zirconia/rame).

Le attività di sperimentazione di un sistema da 125 kW gassificatore da biomasse/celle a combustibile hanno previsto l'approfondimento delle problematiche connesse alla gassificazione delle biomasse ligno-cellulosiche e all'utilizzo del syngas prodotto per l'alimentazione di celle a combustibile. Si è proceduto alla realizzazione e alla sperimentazione di un impianto di gassificazione di biomasse accoppiato con sistema a celle a combustibile a carbonati fusi (MCFC) da 125 kW. L'impianto non è stato tuttavia completato a seguito della decisione del partner industriale fornitore dello stack di uscire dal settore; non sono state effettuate quindi le previste prove sperimentali. È stato sviluppato un modello del gassificatore che è stato impiegato per verificare la possibilità di produrre un gas naturale sintetico con una qualità pari a quella richiesta per l'immissione in rete. È stato infine esaminato, mediante modelli matematici, il comportamento di un sistema integrato gassificatore/cella a combustibile.

3.2.3 Celle fotovoltaiche innovative

Con riferimento allo Sviluppo celle solari a film sottile di silicio, è continuato lo studio di materiali assorbitori e drogati alternativi a quelli generalmente utilizzati nelle celle tandem micromorfe (silicio amorfo per la cella superiore e silicio microcristallino per la cella posteriore). Sono stati studiati materiali e architetture di dispositivo per migliorare l'intrappolamento della radiazione solare all'interno del dispositivo. Sono stati sviluppati film di ossido di silicio di tipo n, da impiegare come materiali drogati alternativi per i dispositivi. È stato dimostrato che i nuovi strati drogati consentono di ottenere delle buone correnti di corto circuito utilizzando un semplice strato di argento come contatto posteriore delle celle (generalmente viene utilizzato un doppio

strato ZnO/Ag) e senza l'utilizzo di alcuno strato intermedio tra le due celle componenti. Con un processo di fabbricazione semplificato è stata ottenuta un'efficienza del dispositivo pari a 11,3%, con uno spessore totale degli strati assorbitori di circa 1,7 μm . Parallelamente alla sperimentazione sulla parte attiva del dispositivo, è continuato lo sviluppo di elettrodi frontali di ZnO caratterizzati da una rugosità superficiale tale da determinare un efficace intrappolamento della radiazione solare. Grazie al lavoro svolto sull'ottimizzazione della morfologia superficiale, i dispositivi fabbricati sui substrati sviluppati in ENEA hanno mostrato nella regione infrarossa della radiazione una risposta spettrale migliore di quella ottenuta utilizzando substrati di tipo commerciale. In tal modo è stato possibile migliorare le prestazioni del dispositivo micromorfo, ottenendo un'efficienza pari a 11,6%.

Per quanto riguarda lo sviluppo di strati assorbitori alternativi a quelli attuali, è stato adeguato il sistema di deposizione per poter crescere film sottili microcristallini di silicio germanio ($\mu\text{-SiGe:H}$) mediante tecnica VHF PECVD (Very High Frequency - Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition). Sono stati depositati e caratterizzati film di $\mu\text{-SiGe:H}$ a vario contenuto di germanio ed effettuati i primi test di fabbricazione. In parallelo sono proseguite le attività riguardanti lo studio di materiali strutturati da impiegare come strati assorbitori innovativi. In particolare è stata eseguita un'approfondita caratterizzazione ottica di nanocristalli di silicio in matrice di nitruro di silicio.

Nell'ambito delle attività per lo Sviluppo di materiali e celle a film sottili policristallini a base di rame ed elementi del II-IVeVI gruppo, sono state acquisite ed installate le attrezzature per la realizzazione di celle solari basate sul semiconduttore quaternario $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. Sono stati messi a punto i processi di deposizione per sputtering dei contatti (molibdeno e ZnO drogato) e del buffer layer (inizialmente CdS per Chemical Bath Deposition) e in questo modo sono state realizzate diverse celle solari.

Sono proseguiti gli studi sulle Celle organiche a base di materiali polimerici. Sono state realizzate celle solari, utilizzando materiali disponibili in commercio ed affrontate le varie problematiche connesse con la deposizione dei materiali polimerici, il controllo della loro morfologia, la realizzazione dei contatti e la caratterizzazione dei dispositivi. Ottimizzando le fasi di deposizione e conducendo l'intero processo in atmosfera controllata, è stato possibile realizzare una cella fotovoltaica polimerica con efficienza di conversione superiore al 4%. In collaborazione con i partner universitari sono stati sintetizzati nuovi materiali potenzialmente idonei a migliorare le prestazioni delle celle. In particolare l'attenzione è stata rivolta a polimeri semiconduttori e/o fullereni non disponibili in commercio o di nuova progettazione. In parallelo è stata svolta un'attività sul contatto frontale della cella al fine di semplificare quello attualmente in uso costituito da un doppio strato ITO/PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate)). E' stata valutata

sperimentalmente la possibilità di evitare l'utilizzo dell'ITO (ossido di indio-stagno), materiale il cui costo incide pesantemente su quello del dispositivo, mediante la messa a punto di film altamente conduttivi di PEDOT:PSS. Utilizzando tale contatto frontale semplificato sono state fabbricate celle solari che hanno raggiunto un'efficienza di conversione del 2,5%.

3.2.4 Studi e valutazioni sul potenziale energetico delle correnti marine

Obiettivo del progetto, è quello di quantificare il potenziale energetico delle correnti marine e del moto ondoso in prossimità delle aree costiere italiane attraverso l'uso di strumenti innovativi di modellistica numerica oceanografica, meteo-marina, e climatica. In parallelo vengono sono stati svolti studi finalizzati a valutare le tecnologie attualmente disponibili per lo sfruttamento della energia marina.

L'attività è stata rivolta allo sviluppo e implementazione di un modello numerico per la simulazione della circolazione marina e del moto ondoso ad una risoluzione di circa 7 km.

Contemporaneamente sono stati sviluppati altri tre modelli necessari a generare i forzanti e/o incrementare la risoluzione in alcune aree costiere italiane. Nello specifico, sono stati sviluppati i seguenti modelli numerici:

- modello di onde implementato per l'intero bacino mediterraneo a 7 km di risoluzione;
- modello di circolazione implementato per l'intero bacino mediterraneo a 7 km di risoluzione;
- modello di circolazione implementato per la regione delle Bocche di Bonifacio 90km di risoluzione;
- modello atmosferico a 30 km di risoluzione implementato per l'area euro-mediterranea;
- modello climatico accoppiato atmosfera (30 km di risoluzione) e oceano (15 km di risoluzione) implementato per l'area euro-mediterranea.

Per quanto riguarda l'Elaborazione degli indicatori del potenziale energetico marino a partire da variabili fisico-dinamiche prodotte dai modelli numerici oceanografici e meteo-marini, sono state prodotte mappe stagionali di climatologie (riferite al periodo 2001-2010) del potenziale energetico medio delle onde e delle correnti di marea per l'intero bacino Mediterraneo. I potenziali energetici elaborati per le diverse simulazioni numeriche prodotte, sia per il moto ondoso sia per le correnti marine sono state inserite in un sistema di visualizzazione GIS che rende la consultazione dei risultati semplice e immediata. Il GIS sviluppato sovrappone ai dati di potenziale anche quelli relativi alle aree marine protette;

È stata effettuata un'analisi dettagliata delle tecnologie esistenti per lo sfruttamento dell'energia da onda e corrente, approfondendo, ove possibile,

gli aspetti progettuali e realizzativi delle installazioni in mare. Nel caso dell'energia da onda sono state considerate in particolare le tecnologie che meglio potrebbero adattarsi alle caratteristiche del moto ondoso dei mari italiani. Nel corso del progetto sono stati selezionati tre dispositivi di conversione (DEXA, LEANCON e Sea-Wave Slot-Cone) che, per motivi diversi (impatto visivo, impatto ambientale, tipologia di conversione della energia ondosa), potrebbero risultare idonei ad installazione nei mari Italiani.

3.2.5 Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO₂

Le attività sono orientate alla realizzazione di impianti dimostrativi, con l'intento di contribuire al superamento delle principali problematiche legate alla penalizzazione, in termini di costo e di rendimento, che lo stato attuale delle tecnologie CCS implicano nelle applicazioni energetiche. Il progetto persegue un duplice obiettivo: da una parte sfruttare il sito del Sulcis in Sardegna per un'applicazione sperimentale nel breve-medio termine delle soluzioni tecnologiche più mature individuate; dall'altra mettere a punto tecnologie innovative che consentano, anche se più a lungo termine, l'utilizzo dei combustibili fossili in sistemi con prestazioni energetiche e ambientali migliori di quelle attuali.

Le attività sono state condotte sulle infrastrutture di ricerca, di ENEA (Zecomix) e di Sotacarbo, inserite nella roadmap italiana delle Infrastrutture di Ricerca di interesse paneuropeo. La attività si sono articolate su tre linee di attività, di seguito descritte.

3.2.5.1 Produzione e trattamento combustibili gassosi e liquidi da carbone

Presso gli impianti della Piattaforma pilota ENEA/Sotacarbo, sono state effettuate attività sperimentali sulla gassificazione del carbone in letto fisso operata con differenti agenti gassificanti (aria, aria arricchita con ossigeno, vapore e CO₂) con prove e test, relativi a diverse condizioni di funzionamento, tesi alla messa a punto ed all'ottimizzazione dei processi e delle apparecchiature. Per quanto riguarda il trattamento e l'utilizzo del gas prodotto si è sperimentato l'uso di diverse ammine per la cattura della CO₂. Sono stati effettuati inoltre test di co-gassificazione di carbone con biomasse. Nell'ottica di migliorare e studiare il processo di gassificazione nelle sue criticità di esercizio sono stati eseguiti test sperimentali presso un mini impianto di gassificazione (GESSICA - GEratore Sperimentale di SIngas da Carbone), realizzato in ENEA, ed è stato progettato e realizzato un nuovo gassificatore opportunamente predisposto all'attività di ricerca. E' stato inoltre allestito un laboratorio di prova per test di trattamento e conversione del syngas da carbone ove sono stati svolti test sperimentali di desolforazione di syngas mediante l'utilizzo di sorbenti a base di zinco e di water gas shift con l'utilizzo di catalizzatori metallici.

Nell'ambito dello studio sui Processi avanzati di gassificazione/pirolisi e pulizia di syngas integrati, per l'utilizzo di carboni ad alto contenuto di zolfo, sono state approfondite le conoscenze sui processi di devolatilizzazione e pirolisi applicati a tipologie di carbone di basso rango (elevato contenuto di zolfo e tar), finalizzate alla messa a punto di un processo innovativo di produzione di syngas pulito e di char a basso contenuto di zolfo. L'attività di laboratorio, effettuata variando i principali parametri operativi dei processi, ha permesso la caratterizzazione sia dei prodotti gassosi che del solido residuo (char e ceneri).

E' stata definita la configurazione impiantistica la taglia e la tecnologia più idonea per la realizzazione di un impianto per la Produzione di combustibili liquidi da carbone (Coal To Liquid). È stato condotto uno studio dello stato dell'arte delle tecnologie di liquefazione del carbone, che includeva una valutazione della possibile integrazione della produzione di combustibili liquidi da carbone all'interno della piattaforma pilota Sotacarbo. Sono state condotte analisi di sensibilità con codicistica di sistema per individuare e dimensionare l'impianto. È stato condotto lo studio di prefattibilità tecnico-economica delle differenti configurazioni individuate. Attività sperimentali, a supporto dell'analisi di sistema, condotte su scala laboratorio, hanno riguardato lo studio del processo Fisher Tropsch, e le condizioni operative.

3.2.5.2 Aumento dell'efficienza delle tecnologie di cattura della CO₂ con produzione di elettricità "zero emission"

Per quanto riguarda la Cattura della CO₂ ad alta temperatura mediante sorbenti solidi a base di ossido di calcio, è stata completata la realizzazione dell'impianto sperimentale Zecomix ed è stato messo a punto un sorbente solido, a base di ossidi di calcio con l'aggiunta di opportuni inerti e catalizzatori, caratterizzato da elevate prestazioni da utilizzare nel reattore di decarbonatazione dell'impianto stesso.

Sono state svolte attività sperimentali, presso i laboratori Sotacarbo, che hanno riguardato lo studio del processo di cattura della CO₂ mediante l'impiego di diversi solventi. È stato allestito in laboratorio un set-up sperimentale che emula le condizioni operative di pre e di post-combustione tipiche della cattura operata sul syngas proveniente dalla gassificazione del carbone e sui fumi provenienti dalla sua combustione.

È stato sviluppato un nuovo bruciatore avanzato per la combustione di syngas ricchi di idrogeno per turbogas, di tipo Trapped Vortex per la combustione stabile, efficiente, e a basse emissioni di syngas ricchi di idrogeno, provenienti da impianti operanti in modalità "pre-combustion carbon capture", che verrà realizzato e provato sull'impianto MICOS (Multipurpose Installation for Combustion Studies) disponibile presso ENEA.

Per quanto riguarda l'Ottimizzazione del processo di ossi-combustione di polverino di carbone, sono stati sviluppati strumenti numerici per la

simulazione non stazionaria di flussi multifase in dispositivi a ossi-combustione di interesse industriale. Gli sviluppi modellistici fisico-numeriche sono stati finalizzati all'integrazione nel codice CFD-LES HeART di proprietà ENEA. Data la dimensione e la complessità geometrica dei dispositivi, accanto allo sviluppo di modelli per la fisica delle miscele multifase sono state sviluppate tecniche atte a consentire tempi ragionevoli di simulazione. Altre attività hanno riguardato la modellazione della volatilizzazione e ossidazione di carbone del Sulcis dal punto di vista cinetico, attività che era stata avviata nelle precedenti annualità. Al fine di ottenere dati sperimentali utili per la validazione dei modelli sono condotte sperimentazioni sugli impianti IPFR e FOSPER di IFRF gestiti dall'Università di Pisa.

3.2.5.3 Tecnologie di sequestro e utilizzo della CO₂ e progettazione di un impianto dimostrativo completo

L'attività di Studio su tecnologie di utilizzo e fissaggio della CO₂ ha in parte sviluppato lo studio relativo alla metanazione affrontato in precedenza ed in parte si è rivolta a nuove tematiche relative ai solventi per l'assorbimento della CO₂. Il processo di metanazione è stato ottimizzato studiando l'effetto della concentrazione della CO₂ e dell'idrogeno nella miscela di alimentazione, sulla resa finale della reazione e valutando gli effetti di avvelenamento, da parte di composti solforati sul catalizzatore. In parallelo per l'assorbimento della CO₂ è stato sviluppato e provato un nuovo solvente che fa uso di resorcina in ambiente basico; sono state studiate in un sistema *home-made* le condizioni sperimentali per operare tanto l'assorbimento quanto il desorbimento della CO₂.

Presso Sotacarbo è stato effettuato uno studio di prefattibilità relativo alla realizzazione di un impianto dimostrativo di produzione di energia da carbone con cattura e confinamento geologico della CO₂ prodotta in un idoneo sito localizzato nel bacino del Sulcis. E' stata avviata una campagna sperimentale finalizzata all'ottimizzazione della rete di monitoraggio geochimica, definendo il "baseline" cioè i termini di riferimento rispetto ai quali individuare le eventuali fughe di CO₂ profonda. È stata condotta un'analisi tecnico-economica per valutare possibili configurazioni alternative ed individuare la miglior soluzione per la realizzazione di un dimostrativo di media scala (300-450 MWe). Sono state considerate differenti tipologie d'impianto che hanno portato a selezionare impianti a tecnologia USPC (ultra supercritical pulverized coal combustion).

3.2.6 Nucleare da fissione: collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare

3.2.6.1 Studi sul nuovo nucleare e partecipazione accordi internazionali

Per quanto riguarda la partecipazione ad accordi internazionali ENEA ha intensificato il ruolo istituzionale di Focal point e di Advisor per le tematiche

scientifiche e tecnologiche nel campo dell'energia nucleare ed assicurato la presenza 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, EURATOM, ecc.).

Nell'ambito dell'accordo di ENEA con IRSN (istituto per la sicurezza nucleare francese) sono state svolte attività nei settori della radioprotezione e della sicurezza al fine di favorire l'utilizzo sicuro e responsabile del nucleare civile.

Nell'ambito del rinnovato Accordo ENEA-CEA, è continuata la collaborazione per lo 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. Sono state inoltre avviate attività relative alla partecipazione alla progettazione di canali sperimentali del Reattore Jules Horowitz in corso di costruzione presso il Centro CEA di Cadarache.

Gli studi di scenario realizzati, che si sono avvalsi dei modelli economico-finanziari avanzati sviluppati dal CIRTEN e migliorati dalla partecipazione a gruppi di lavoro internazionali (Working Party Nuclear Energy Economics, e "Working Party on Scientific Issues of the Fuel Cycle" della NEA, e "IAEA-NEA Uranium Group"), hanno consentito di valutare diverse opzioni di taglia reattore e ciclo combustibile. In particolare sono stati effettuati sia studi di scenario con i codici DESAE e COSI, sia valutazioni economiche relativi al parco nucleare richiesto dall'obiettivo nazionale del pre-referendum, relativo al 25% del fabbisogno di energia elettrica al 2030.

3.2.6.2 Reattori nucleari evolutivi

È stata realizzata la facility integrale SPES-3 per reattori modulari di piccola media taglia, rappresentativa di sistema primario, sistema secondario e contenimento di un reattore SMR modulare e di tipo integrato, al fine di studiare la risposta dell'accoppiamento primario-contenimento durante incidenti di perdita di refrigerante e di validare gli strumenti di simulazione attualmente usati per le analisi incidentali (codici termo-idraulici di sistema). L'attività ha previsto verifiche analitiche e sperimentali, approvvigionamento di componenti e sviluppo di strumentazione speciale.

Per quanto riguarda lo sviluppo di componenti critici per reattori modulari di piccola-media taglia sono stati oggetto di studio i generatori di vapore ed il fondo del vessel. In particolare sul mock-up di downcomer, realizzato nel primo triennio dell'Accordo di programma, sono state eseguite prove per caratterizzare la miscelazione del boro che consentiranno la validazione dei codici CFD commerciali. Per quanto riguarda i generatori di vapore a tubi elicoidali sono state completate le prove termoidrauliche sul mock-up a doppio tubo prototipico per l'identificazione dei campi di instabilità di funzionamento. Si è redatto un progetto realizzativo del nuovo impianto per lo studio di tubi elicoidali di vari diametri di elica e per la valutazione di soluzioni alternative

sulla base dell'esistente progetto concettuale e si è proceduto alla preparazione dell'area individuata per la realizzazione.

Sono stati eseguiti studi preliminari per lo sviluppo di un simulatore ingegneristico di reattori evolutivi LWR per studi di sicurezza. In particolare sono stati analizzati simulatori di ingegneria e simulatori di tipo educational per arrivare a tracciare il profilo dei possibili futuri simulatori di ingegneria di supporto alla progettazione, verifica e gestione di futuri reattori per impianti nucleari in Italia. Tale analisi ha permesso di valutare le funzionalità di tali sistemi di calcolo, i principali componenti hardware e software, i codici utilizzati nei medesimi, le prospettive di introduzione di elementi evolutivi si simulazione.

Per quanto concerne l'analisi integrata di sistema e *sicurezza* le attività sono state focalizzate sulla riduzione del rischio sismico e sull'analisi degli eventi esterni. In particolare utilizzando dati sperimentali disponibili sulle prove di rottura sugli isolatori è stato analizzato il comportamento di un reattore modulare di media taglia in caso di terremoti superiori a quello di progetto. Mediante un approccio deterministico e probabilistico sono state inoltre valutate le sollecitazioni dinamiche sulle principali strutture e componenti con riferimento alle caratteristiche reali degli isolatori. Riguardo all'analisi degli eventi esterni, per l'impatto aereo si è valutato il grado di conservatività della metodologia richiesta dalla normativa nucleare utilizzando metodi alternativi e valutando i relativi margini di sicurezza.

Sono stati validati codici di calcolo utilizzati per verifiche di sicurezza degli attuali reattori LWR a(Light Water Reactor) alla luce delle caratteristiche dei reattori LWR evolutivi. Questa attività aveva lo scopo di individuare le esigenze in termini di sviluppo e validazione da prendere in conto nella definizione di futuri programmi di ricerca. Una delle problematiche analizzate riguarda la necessità di utilizzare codici accoppiati per la simulazione della forte interazione impianto-contenimento nelle analisi incidentali per reattori modulari di piccola e media taglia. I codici RELAP5 (impianto) e GOTHIC (contenimento) sono stati utilizzati per l'analisi di un transitorio incidentale previsto per la facility SPES-3 considerando un accoppiamento esterno attraverso la ri-attualizzazione di condizioni al contorno. I risultati ottenuti sono stati quindi confrontati con precedenti analisi realizzate con il solo RELAP5.

È inoltre proseguita l'azione iniziata nella precedente annualità (PAR 2007) per il recupero dell'impianto SPES-2, costruito nei laboratori SIET per la simulazione integrale del reattore AP600 e pertanto provvisto dei relativi sistemi di sicurezza passivi. La parte di attività è stata finalizzata all'individuazione delle tematiche di interesse per reattori evolutivi da studiare sulla facility SPES-2 tenendo conto dell'esperienza acquisita nei programmi sperimentali internazionali (in particolare il progetto PKL-2 dell'OECD/NEA) e della configurazione della facility sia attuale (con solo accumulatori come sistema di sicurezza) che potenziale (possibilità di ripristino dei sistemi passivi dell'AP600).

3.2.6.3 Reattori nucleari di quarta generazione

Si è provveduto alla progettazione ed implementazione di infrastrutture sperimentali e laboratori realizzati a supporto della progettazione e qualifica di componenti e sistemi di reattori LFR (Lead-Coated Fast Reactor) e SFR (Sodium-Cooled Fast Reactor). Sono state svolte azioni che hanno riguardato: la realizzazione di un laboratorio per la termofluidodinamica dei metalli liquidi; la revisione concettuale e l'avvio della realizzazione dell'infrastruttura HELENA (impianto a piombo fluente dedicato allo sviluppo della tecnologia dei metalli liquidi pesanti); l'implementazione di nuova strumentazione e up-grade impianto CIRCE in configurazione di prova ICE (Integral Circulation Experiment).

Sono stati sviluppati modelli di calcolo per la termo-fluidodinamica, la neutronica e la cinetica di nocciolo di reattore LFR; è stato validato il codice di sistema CATHARE-2 (accordo ENEA-CEA), con particolare riferimento alla applicazione ad analisi di sistema e di sicurezza degli LFR, utilizzando dati sperimentali disponibili dagli impianti ENEA di Brasimone ed effettuando benchmark di calcolo con il codice di sistema RELAP5. Per il codice di fluidodinamica computazionale FEM-LCORE (sviluppato da ENEA-UNIBO), dedicato alla termoidraulica dei noccioli LFR, si è inoltre implementato un modello avanzato di turbolenza, verificandone le prestazioni con riferimento ai modelli classici $k-\epsilon$ già disponibili. Per la neutronica e cinetica di noccioli LFR, si è provveduto ad accoppiare moduli di calcolo neutronico multidimensionale con un codice di termoidraulica, e applicando tale accoppiamento alla simulazione del comportamento dinamico del nocciolo LFR (ELSY/LEADER) a scopo di benchmarking con metodi di simulazione alternativi. Inoltre, ancora relativamente alla neutronica dei sistemi LFR è continuata l'attività di sviluppo, validazione e benchmarking del codice ERANOS, nell'ambito dell'accordo ENEA-CEA. Infine, riguardo la concettualizzazione e progettazione del nocciolo del DEMO di un LFR si è realizzata un'analisi del comportamento dinamico del nocciolo a fronte di transitori realistici, per la valutazione della risposta del sistema in caso di variazioni delle condizioni operative, e del rispetto dei vincoli di sicurezza in condizioni incidentali. Si è inoltre provveduto alla valutazione dell'efficacia delle barre di sicurezza, implementando nel progetto le correzioni necessarie a far fronte alle eventuali inadeguatezze del sistema emerse dalle sopraccitate analisi di transitorio.

Nell'ambito delle attività di ricerca e sviluppo in supporto alla qualifica dei materiali strutturali per sistemi nucleari innovativi, sono state acquisite nuove attrezzature di laboratorio e si è provveduto alla certificazione di quelle già esistenti. Le attività realizzate sono state condotte in completa sinergia con quanto stabilito nella European Energy Research Alliance on Nuclear Materials (EERA), e a completano delle attività di ricerca e sviluppo inserite nei programmi di ricerca definiti nei progetti europei MATTER (MATerial TESTING and

Rules) e GETMAT (Gen IV and Transmutation MATerials) del VII Programma Quadro EURATOM.

Infine per quanto riguarda lo sviluppo di materiali ceramici compositi per componenti di reattori nucleari a fissione di IV generazione (specialmente barre di controllo e guaine di combustibile dei reattori veloci a gas) l'attività di ricerca ha riguardato lo sviluppo dei processi di fabbricazione per la messa a punto di quattro tipologie di composito a matrice ceramica a fibra lunga (Carbonio e Carburo di Silicio). In particolare sono stati studiati: SiCf/SiC mediante tecnica ibrida CVI+PIP (Chemical VapourInfiltration + Polymer Infiltration Pyrolysis), SiCf/SiC mediante tecnica CVI, Cf/C mediante tecnica ibrida CVI+PIP, Cf/C mediante tecnica CVI.

3.2.6.4 Rifiuti radioattivi

E' stata svolta una revisione critica dell'inventario nazionale dei rifiuti radioattivi, soprattutto in termini di dati di caratterizzazione radiologica e di stima dei rifiuti provenienti dallo smantellamento degli impianti nucleari, presenti e di futura realizzazione.

Sono anche state svolte attività di ricerca e sviluppo sulle metodologie e tecniche più adeguate per la caratterizzazione dei rifiuti radioattivi da conferire al deposito e studiati i processi innovativi per il trattamento, condizionamento e stoccaggio dei rifiuti radioattivi, con particolare riferimento ai rifiuti attesi dai cicli del combustibile per i reattori di generazione III+ e IV (LFR/SFR). In particolare è stato approfondito lo studio di processi di separazione pirometallurgica lantanidi/attinidi, mediante prove a "freddo" di elettrorefinazione in sali fusi. In parallelo è stato progettato un impianto per prove di elettrorefinazione con uranio depleto, di cui è stata avviata la realizzazione. E' iniziato inoltre lo sviluppo di matrici di condizionamento per i rifiuti radioattivi provenienti dai processi suddetti; per le matrici vetrose/vetroceramiche si è proceduto anche alla individuazione delle fasi minerali derivanti dai processi di contenimento mediante analisi ai raggi X, spettrofotometria IR, e SEM-EDS.

Sono state svolte indagini conoscitive relative allo smaltimento geologico dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita e su temi strettamente collegati dello stoccaggio a lungo termine del combustibile esaurito. ENEA e CIRTEN hanno aderito alla IGD-TP (Implementing Geological Disposal Technology Platform) e hanno partecipato ai lavori per la definizione della Strategic Research Agenda, documento che individua i temi di R&S su cui lavorare per arrivare alla realizzazione del primo deposito geologico europeo.

3.2.6.5 Qualifica componenti e sistemi

In continuità con il precedente piano annuale di realizzazione, sono stati individuati i temi di maggiore interesse dal punto di vista dello sviluppo delle

metodologie e delle opportunità di innovazione per il sistema produttivo e delle capacità di valutazione della sicurezza e degli impatti ambientali. Le attività si sono articolate seguendo due differenti approcci. Il primo, focalizzato sullo sviluppo di metodologie per le analisi di sicurezza, che prevede l'utilizzo di codici e piattaforme di calcolo specifiche per la modellistica termoidraulica e per il trasporto di contaminanti sia in condizioni operative che incidentali. Il secondo, teso alla predisposizione di sistemi già esistenti o componenti innovativi alle necessità di qualifica, che è stato dedicato alla definizione ed alla valutazione delle esigenze di adeguamento degli impianti e dei requisiti richiesti per l'esecuzione delle specifiche campagne sperimentali.

Le tematiche sviluppate abbracciano tutti gli aspetti legati al processo di qualifica in campo nucleare, con sensibili ricadute non solo in termini di validazione di processi applicati al campo della sicurezza e di innovazione nel campo strettamente sperimentale, ma anche in termini di contributo a livello normativo e procedurale, sotto molti aspetti ancora in parte carente. In sintesi sono state studiate le piattaforme di calcolo per termofluidodinamica e dinamiche di trasporto dei contaminanti presenti nell'impianto in fase incidentale, sviluppati impianti sperimentali e messe a punto tecnologie e procedure innovative di prova componenti.

3.2.6.6 Metodi di analisi e verifica di progetti nucleari di generazione evolutiva ad acqua pressurizzata

A seguito l'incidente che ha riguardato la centrale nucleare giapponese di Fukushima e delle mutate scelte energetiche nazionali, le attività sono state rimodulate al fine di approfondire specifici aspetti di sicurezza degli impianti.

Per quanto riguarda componenti e materiali di impianto di un tipico reattore PWR di Generazione III+ sono stati realizzati: i) lo studio e l'analisi di sistemi e componenti di servizio dell'isola nucleare, con funzioni rilevanti per la sicurezza (spegnimento nocciolo, asportazione calore residuo, iniezione ad alta pressione); ii) lo studio della risposta di un reattore Generazione III+ dotato di sistemi passivi (AP1000) ad un evento tipo Fukushima (sisma, allagamento, black-out). E' stata inoltre eseguita la progettazione di dettaglio di un impianto di piccola taglia per caratterizzazione e qualifica componenti.

Sono state inoltre studiati e analizzati i cicli di combustibile in relazione all'elevato burn-up previsto per i nuovi reattori già commercializzati e alla riduzione dei prodotti di fissione a lunga vita e studi su processi di ritrattamento del combustibile esausto, analizzata la strumentazione di nuova concezione per misure neutroniche fini nel nocciolo e dei sistemi computerizzati per la supervisione, controllo e protezione d'impianto e relativi interfacciamenti tra le suddette funzioni e analizzate le tecniche e degli strumenti di calcolo più efficaci per l'analisi di possibili transitori di natura sia operativa che incidentale,

per mezzo di indagini neutroniche, termoidrauliche e termomeccaniche, tra loro accoppiate.

3.2.7 Attività di fisica e tecnologia della fusione nucleare complementari ad ITER

Il progetto include studi e ricerche programmati all'interno dell'accordo "Broader Approach" negoziato tra Europa e Giappone, da svolgere parallelamente alla sperimentazione di ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) e finalizzate ad accelerare lo sviluppo di energia da fusione.

Il contributo alla realizzazione di componenti per la macchina tokamak JT-60SA si è sostanziato nella progettazione delle bobine superconduttrici e delle strutture di contenimento. E' stata prodotta la documentazione tecnica necessaria alla realizzazione delle attrezzature di avvolgimento dei doppi pancake costituenti la bobina e le prescrizioni relative alle successive fasi fabbricative per l'incassamento e le prove di accettazione della bobina toroidale, nonché un documento gestionale che fornisce indicazioni per un programma di garanzia e controllo di qualità incluso un programma di qualifica relativo alle procedure di messa a punto dei processi di manifattura e realizzazione di prototipi. Sono state inoltre avviate le attività riguardanti la progettazione delle alimentazioni elettriche del sistema magnetico di JT-60SA, che comprende otto alimentatori ad alta tensione e corrente con relativi interruttori, quattro trasformatori, quattro sistemi di interruzione della corrente continua (Switching Network Unit) con inserzione di un sistema variabile di resistenza. E stata infine portata a termine la progettazione per la realizzazione dei quattro sistemi di switching per l'ottenimento di impulsi di alta tensione sugli avvolgimenti delle bobine del trasformatore centrale della macchina JT60SA.

Per quanto riguarda la progettazione e qualifica ingegneristica del target IFMIF (International Fusion Material Irradiation Facility) sono state svolte attività relative alla progettazione del target su cui fluisce litio liquido ad alta velocità, attività riguardanti la corrosione/erosione e la purificazione del litio e la dimostrazione della fattibilità delle operazioni di manutenzione remota. Sono state inoltre effettuate sperimentazioni dedicate alla purificazione ed alla verifica della compatibilità chimica del litio con i materiali strutturali al fine di prevedere il tempo di vita del bersaglio. Le attività condotte nel primo anno del progetto hanno riguardato:

- la progettazione preliminare dell'ingegneristica del Target Assembly con backplate rimovibile a baionetta è stata completa. E' stata inoltre eseguita un'analisi termo-meccanica dettagliata con riferimento sia alle condizioni nominali che a quelle di progetto. I risultati indicano che il componente è in grado di sopportare i carichi termici e meccanici previsti

garantendo buone prestazioni anche per quanto concerne gli spostamenti relativi tra il frame e la backplate che risultano contenuti nei massimi valori ammissibili;

- relativamente allo studio dei fenomeni di corrosione ed erosione, presso l'impianto LiFus3 del centro ENEA del Brasimone sono state condotte prove di circolazione del litio nel circuito principale e la misura dell'efficienza dei sistemi di purificazione. E' stato progettato un nuovo impianto a litio (LiFus6) per l'esecuzione delle prove finali dei fenomeni di erosione e corrosione e sono stati acquisiti tutti i componenti per la sua realizzazione;
- il progetto del sistema di purificazione per litio è stato validato effettuando le prove sperimentali sull'impianto LiFus 3. Sono state eseguite alcune delle attività previste per la calibrazione dei sistemi di monitoraggio per la misura delle concentrazioni delle impurezze presenti nel litio durante la fase di circolazione;
- sono state completate le attività di progettazione e di qualifica sperimentale del sistema di rimozione e ripristino della piastra posteriore del target per via remota. In particolare è stata eseguita la progettazione del sistema di manipolazione remotizzata e del mockup di target per effettuare le esperienze di qualificazione e condotte verifiche sperimentali per il target assembly. In preparazione all'attività di manutenzione remotizzata prevista per la validazione del target di IFMIF è stato un adeguamento dell'area sperimentale in cui le attività di manutenzione saranno svolte.

Occorre infine ricordare la partecipazione alle attività sperimentali sull'impianto a litio costruito presso il Centro di Oarai in Giappone. ENEA deve fornire alcuni sistemi di misura per l'impianto, quali i sistemi per il monitoraggio del fenomeno della cavitazione ed il sistema per il monitoraggio del contenuto di azoto disciolto in litio. Tutti i componenti sono già stati assemblati e sono pronti per la spedizione.

Per quanto riguarda le attività per IFERC (International Fusion Energy Research Center), sono state studiate le proprietà meccaniche e chimico-fisiche dei compositi in SiC/SiC e sviluppato un modello in grado di simulare ed interpretare le prove meccaniche su campioni di SiC/SiC. Il composito ceramico, realizzato in collaborazione con FN, è stato caratterizzato sotto il profilo fisico/meccanica ed è stata avviata la realizzazione di un apparato sperimentale per prove ad alta temperatura (1200 °C) di campioni di SiC/SiC rotanti ad alta velocità in litio-piombo al fine di caratterizzarne i fenomeni di erosione-corrosione. Queste attività hanno visto la costruzione di componenti (sistema di rotazione e sollevamenti dei campioni, sistema di riscaldamento e coibentazione, etc.) del forno per le prove ad alta temperatura.

3.2.8 Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: strumenti e tecnologie per l'efficienza energetica nel Settore dei servizi

Ai fini dello Sviluppo delle specifiche per la progettazione eco-compatibile: promozione della nuova etichetta energetica è stata realizzata un'attività di supporto per l'emanazione di misure di implementazione che contengono i requisiti minimi di efficienza energetica/eco-progettazione e le etichette energetiche dei prodotti relativi alle cappe aspiranti, apparecchi di condizionamento, scaldacqua e boiler, secondo gli obblighi delle direttive 2009/125/EC e 2010/30/EU. Allo scopo di diffondere l'impiego di "acquisti pubblici verdi" ENEA ha seguito la realizzazione di alcuni progetti pilota relativamente ad impianti di illuminazione, presso i comuni di Ottone (PC) e Marcallo con Casone (MI) e la sede ENEA di Roma.). I criteri alla base della scelta dei prodotti coinvolti nei progetti pilota sono stati derivati per quanto possibile dai requisiti di eco progettazione e dall'etichettatura energetica.

Le misure di Implementazione e controllo dell'etichettatura energetica e dei requisiti di Ecodesign definite nell'ambito delle Direttive Quadro "Ecodesign" ed "Etichettatura Energetica" prevedono che gli Stati Membri debbano svolgere azioni di sorveglianza del mercato ovvero effettuare verifiche di conformità dei prodotti alla suddetta legislazione avvalendosi di Laboratori in grado di svolgere tali tipi di verifiche. ENEA ha supportato la creazione di una rete di laboratori sul territorio nazionale che rispondono (o si sono impegnati ad adeguarsi rapidamente) a requisiti di affidabilità e capacità di prova, ed è stata avviata un'attività di comunicazione dei criteri e dei protocolli.

Nell'ambito di Studi per la promozione delle tecnologie ad alta efficienza e delle ricadute sulle imprese della produzione e dei servizi, sono stati studiati ed analizzati strumenti e meccanismi di incentivazione atti ad agevolare la promozione degli interventi di efficientamento energetico. In particolare, è stata condotta un'analisi degli impatti dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE) con la formulazione di proposte di miglioramento del meccanismo. Lo studio è stato successivamente esteso ad altri strumenti di incentivazione, finora poco diffusi a livello nazionale e locale, come i fondi di garanzia.

Con l'obiettivo di Sviluppare e diffondere modelli per la simulazione e la validazione di strategie ottimali di gestione del sistema edificio-impianto in un contesto di rete complessa, è stato implementato Il software ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy) con l'integrazione di un certo numero di layout di impianto preconfigurati, caratterizzati da mix energetici complessi e soluzioni tecnologicamente avanzate, per dare all'utente la possibilità di effettuare simulazione del sistema edificio-impianto. Il software intende essere uno strumento flessibile a disposizione dei professionisti del settore per semplificare la progettazione di tecnologie efficienti non ancora ben conosciute e diffuse nel mercato. In collaborazione con partner universitari sono stati creati alcuni layout predefiniti relativi a: un sistema desiccant cooling, un sistema

impiantistico tradizionale, un sistema ibrido, un sistema solar cooling. Inoltre, è stato affrontato lo studio di soluzioni sperimentali per il monitoraggio in rete dei consumi elettrici nel settore terziario e sviluppate metodologie per il loro contenimento, attraverso modelli di simulazione per l'attuazione di strategie di controllo e ottimizzazione dei flussi energetici, provenienti anche da fonti non programmabili in un contesto di distretto energetico.

3.2.9 Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica

La "Smart Street" poggia sulla rete della illuminazione pubblica di una strada in cui i lampioni sono "intelligenti e multifunzionali", ossia equipaggiati con sensori di varia natura ed attraverso sistemi di comunicazione avanzati interagiscono con un sistema intelligente in grado di ritracciare continuamente il profilo di attività della strada in base al quale attivare una regolazione adattiva ed automatica per l'intero anno, del flusso luminoso punto-punto ed altre funzionalità. È stato sviluppato un Nuovo sistema per il controllo completo della strada, "smart street", che impiega una metodologia di regolazione adattiva e automatica del flusso luminoso per massimizzare risparmi energetici e comfort.

Il sistema si presta particolarmente per arterie veicolari o pedonali cittadine dove il consumo elettrico per l'illuminazione è molto significativo e la regolazione ha un ruolo critico nel salvare grandi quantità di energia. La metodologia è finalizzata alla realizzazione di un sistema intelligente per la regolazione adattiva punto-punto dell'illuminazione. Le attività svolte hanno riguardato:

- lo sviluppo di una metodologia di modellazione della domanda di illuminazione in termini di predizione dei flussi di traffico a breve termine (1 ora) per arterie stradali;
- lo sviluppo di una metodologia di controllo adattivo del flusso luminoso in relazione alla richiesta dell'utenza;
- la validazione della metodologia sviluppata su dati reali di flussi di traffico;
- una comparazione tecnico-economica dell'approccio proposto rispetto all'approccio di mercato più diffuso su una realtà urbana di medie dimensioni.

Nell'ambito dell'attività di Ricerca sperimentale e qualificazione di nuove tecnologie per l'illuminazione innovativa sono stati esaminati molti aspetti legati alla tecnologia LED e alle sue caratteristiche spettrali e di affidabilità, dal punto di vista teorico e sperimentale. E' stata svolta un'analisi degli indici di resa cromatica esistenti ed effettuate misure spettrali di sorgenti tradizionali e di sorgenti e apparecchi a LED. E' stato inoltre sviluppato un software per rappresentazione virtuale tridimensionale di progetti illuminotecnici quale

ausilio alla progettazione. È stato progettato e realizzato un prototipo di apparecchio di illuminazione modulare a LED, con caratteristiche particolari anche in termini di design, denominato PLUS. Grazie al “design by components” si è ottenuto un sistema riconfigurabile per diverse applicazioni, flessibile, di facile manutenzione, disassemblabile e con una forma funzionale estremamente nuova. Sono proseguite le attività sperimentali sul prototipo di lampione STAPELIA apparecchio fotovoltaico a LED brevettato ENEA.

Ai fini della Realizzazione di un pilota di illuminazione efficiente, nel paese pilota di Marcallo con Casone (MI) si è svolta una sperimentazione/dimostrazione in scala reale. Nella precedente annualità erano state scelte e analizzate alcune zone campione nel Comune, ed era stato indetto un bando comunale per la progettazione e realizzazione di impianti innovativi. Valutate le soluzioni proposte il Comune ha scelto l’area su cui realizzare il nuovo impianto di illuminazione. Nello stesso Comune è proseguito il monitoraggio su impianti esistenti in zone campione ed è stata effettuata una campagna sperimentale per la valutazione della luce dispersa verso l’alto di diverse soluzioni tecnologiche applicate alla stessa situazione di illuminazione stradale.

Il Contributo all’attività prenormativa e normativa si è sostanziato nella partecipazione ai comitati dell’UNI su illuminazione in cui sono state effettuate attività su norme, soprattutto per esterni (strade e gallerie), in CEI è stata avviata la redazione di linee guida tecniche su impianti di illuminazione efficienti; a livello europeo ENEA ha partecipato ai lavori sulle Direttive per Ecodesign ed etichettatura energetica. In ambito CIE sono stati proposti i primi report sull’attività sulla luce dispersa.

3.2.10 Tecnologie “smart” per l’integrazione dell’illuminazione pubblica con altre reti di servizi energetici e loro ottimizzazione

Scopo dell’attività è quello di sviluppare una serie di tecnologie ICT (information and Communication Technology) che permettano di utilizzare il sistema di illuminazione pubblica come la struttura portante di una rete di sensori, di sistemi di comunicazione e di applicazioni intelligenti il cui scopo è quello di rendere più efficiente dal punto di vista energetico e funzionale la gestione di reti urbane connesse a servizi energetici pubblici.

E’ stata progettata e realizzata in forma prototipale, una piattaforma ICT multifunzionale per la Smart Town che integra alcuni dei servizi smart più significativi e permette di creare un “core” di dati condivisi, alimentato dai dati provenienti dai sensori, su cui le varie applicazioni specifiche operano. La piattaforma integrata include le funzionalità di raccolta dati dai sensori tramite il sistema della illuminazione pubblica e reti LAN, il trasporto fino ad un server dati e le applicazioni di elaborazione, diagnostica e gestione ottimale adattiva,

in riferimento alla gestione della illuminazione pubblica, del monitoraggio della mobilità, della gestione di una flotta di veicoli elettrici ed ad una rete di edifici.

E' stata sviluppata una metodologia di Smart Lighting comprendente una serie di modelli per l'elaborazione dei dati provenienti dai sistemi sensoriali posizionati sui pali intelligenti, alcune soluzioni e componenti per applicazioni specifiche ed una dimostrazione pilota su scala reale. È stato eseguito uno studio di fattibilità per la realizzazione di un insieme di viali ad illuminazione LED adattiva presso il Centro ENEA della Casaccia con gestione ottimale e integrazione dell'illuminazione esterna con altri servizi energetici (mobilità, sicurezza). E' stato sviluppato il progetto di un lampione intelligente che integra moduli di illuminazione LED, moduli sensoristici e moduli per la trasmissione dati ed il design e la progettazione e realizzazione prototipale di un sistema per una rotonda intelligente che integra funzionalità di illuminazione LED, auto-produzione energetica da fonte solare, sistemi di visione, sistemi di trasmissione dati (sistema SVEmlight).

E' stata messa a punto una tecnologia per l'integrazione sulla rete dell'illuminazione pubblica di un sistema di monitoraggio e gestione della mobilità con particolare riferimento a flotte di bus elettrici. Nello specifico è stato realizzato il sistema di comunicazione veicolo-rete e sviluppato un sistema di monitoraggio e gestione del traffico che utilizza sensori di visione installati su pali intelligenti. Il sistema è stato sperimentato presso il Centro Casaccia con cicli di percorso di minibus elettrici.

E' stata sviluppata una metodologia per la supervisione remota di una rete di edifici residenziali equipaggiati con una piattaforma di domotica energetica in grado di sfruttare la rete dell'illuminazione pubblica come linea digitale capillare per la raccolta dati e l'invio di informazioni verso una rete di edifici residenziali, con l'obiettivo di orientare i cittadini in modo attivo verso il conseguimento di elevati risparmi energetici ed economici nella gestione delle reti energetiche delle proprie abitazioni. Il sistema prevede da un lato la comunicazione con il sistema di supervisione e dall'altro l'interazione con l'utente per segnalare elementi diagnostici, dare orientamenti di gestione sostenibile dell'edificio e ricevere informazioni.

ENEA ha assicurato la partecipazione ai network europei dedicati alla ricerca e alla competitività delle industrie ed in particolare alla costruzione del Joint Program Smart City di EERA ed alla Smart City European Industrial Initiative, funzionale all' identificazione di un modello di smart town competitivo per applicazioni a breve termine. Relativamente all'identificazione di un modello di smart town da applicare sul territorio sono state prese in esame tre realtà urbane: i particolare sono stati eseguiti:

- uno studio di fattibilità tecnico-economica sullo specifico contesto territoriale della provincia di Monza e Brianza (53 Comuni) al fine di delineare una procedura inter-organizzativa che partendo dalla

riqualificazione energetica degli impianti IP conduca all'integrazione di tecnologie smart ed alla realizzazione di Smart Street;

- uno studio di fattibilità tecnico-economica su un'area del quartiere San Paolo di Bari comprensivo della raccolta dati e analisi delle utenze illuminotecniche, del progetto per una architettura di Smart Lighting e per l'integrazione con il Power Park ivi previsto;
- uno studio di fattibilità per la realizzazione di uno smart ring di gestione e integrazione dell'illuminazione esterna con altri servizi energetici, della lunghezza di circa 4.0 km presso la città di L'Aquila.

3.2.11 Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: tecnologie per il risparmio elettrico nel settore civile

Sono stati aggiornati i parametri climatici nazionali e realizzata la zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva. L'attività ha raggiunto l'obiettivo della creazione dell'anno caratteristico per le province italiane delle regioni del centro sud (Umbria, Lazio, Marche, Abruzzo, Molise Campania, Puglia, Basilicata Calabria, Sicilia). La normativa europea in cui è descritto il procedimento per la costruzione dell'anno caratteristico è la EN ISO 15927-4. I dati utilizzati nel calcolo, in accordo con la normativa, sono stati misurati secondo i metodi specificati nella "WMO Guide No. 8". Il lavoro ad oggi svolto ha dimostrato la concreta fattibilità di disporre di anni climatici tipo per tutte le province e per l'intero territorio nazionale.

A partire dalla metodologia di calcolo dell'Indice di severità del Clima, messa a punto nella precedente annualità dell'Accordo di Programma è stata realizzata una campagna di indagine al fine di calcolare l'Indice su tutto il territorio nazionale. Tale attività consentirà di definire una zonizzazione ai fini della determinazione dei limiti di consumo ammissibili per la climatizzazione estiva, e darà la possibilità di integrare il DLgs 192/05 per l'applicazione del calcolo dell'Epe a completamento del recepimento della Direttiva 91/2002/CE.

È proseguita l'attività di definizione degli indici di benchmark di consumo per tipologie di edificio. È stato condotto uno studio finalizzato alla definizione di una metodologia che consente di effettuare analisi energetiche negli edifici alla luce delle normative vigenti e determinare le caratteristiche strutturali ed impiantistiche al fine di condurre una valutazione di fattibilità degli interventi di riqualificazione energetica, in funzione di diverse ipotesi di intervento, sia di tipo strutturale che impiantistico. È stata condotta un'indagine statistica approfondita (dopo quella per gli uffici, scuole e alberghi condotta nelle precedenti annualità) relativa ad edifici ad uso bancario assicurativo e centri commerciali. È stato inoltre realizzata un'analisi sui consumi per servizio energetico e sul potenziale di risparmio ottenibile applicando componenti e sistemi ad alta efficienza.

Sono state sviluppate e sottoposte a sperimentazione tecnologie e sistemi integrati intelligenti, per il controllo e la gestione dell'energia negli edifici del settore civile. L'attività ha riguardato in particolare lo sviluppo di tecnologie, sistemi e componenti per il controllo, la gestione e la regolazione degli impianti di condizionamento, elettrici e illuminazione, finalizzata all'ottimizzazione dei consumi energetici in funzione dei carichi, dei profili di utenza e degli scambi energetici con la rete elettrica, attraverso l'applicazione di tecnologie e sistemi intelligenti (Smart Building) per il sistema integrato edificio-impianto-clima-utente.

È stato affrontato il tema dei materiali ad elevata riflessione solare come strumento per migliorare il comfort in ambienti esterni e confinati e, soprattutto, ridurre la domanda di energia elettrica negli edifici. È stato seguito lo sviluppo e l'assessment di nuovi materiali per l'efficienza energetica ed il controllo ambientale a scala urbana e di edificio, da utilizzare anche a scala urbana e di edificio, con focus sulla verifica del loro impatto sulla mitigazione dell'isola di calore.

Nell'ambito di interventi per l'Efficienza energetica in edifici di pregio architettonico con destinazione non residenziale/aree archeologiche di proprietà pubblica, è stato condotto uno studio di prefattibilità per interventi dimostrativi all'interno del Parco della Villa Reale di Monza, finalizzati ad un miglioramento delle prestazioni energetiche ed una più efficiente gestione dei sistemi edificio-impianto.

Sono state prodotte schede tecniche per l'individuazione e la valutazione di interventi che garantiscano, al contempo, il miglioramento energetico e la salvaguardia dei caratteri morfologici, materici e architettonici degli edifici storici e sviluppate linee guida per gli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica e per la gestione efficiente del sistema edificio-impianto.

3.2.12 Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva

Sono state svolte attività per la Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi. In quest'ambito è stata sperimentata una pompa di calore ad assorbimento acqua-ammoniaca, avviata una facility di prova per impianti a pompa di calore elioassistiti e condotta un'analisi sperimentale di pannelli solari termici a tubi evacuati ad heat pipe.

Sono proseguite le campagne di monitoraggio sull'impianto di solar heating and cooling realizzato in precedenza nel Centro ENEA della Casaccia ed è stata completata la realizzazione di un impianto innovativo, che utilizza una pompa di calore ad assorbimento reversibile, installato presso un altro edificio del centro. L'impianto consente di provare diversi tipi di macchine ad assorbimento, al fine di confrontarne le prestazioni.

È stata realizzata una facility di prova di una macchina frigorifera aria-aria che usa come fluido refrigerante CO₂ (R744). I risultati ottenuti, in termini di temperature massime raggiunte, confermano la possibilità di utilizzare queste macchine per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria. E' stata inoltre completata la progettazione di una pompa di calore a CO₂ del tipo acqua-acqua ed è stata realizzata una facility di prova che consentirà di monitorarne il funzionamento sia durante il periodo invernale che estivo.

È stato realizzato un portale web dedicato ai "Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistiti da fonti rinnovabili", dove è possibile approfondire i vari temi ed analizzare le facility di prova che è possibile visitare presso il C.R. di Casaccia ed il C.R. di Trisaia.

È stato completato il geodatabase open source dei Dati geo-litologici nazionali; il geodatabase è stato integrato con stratigrafie rappresentative di quattro aree scelte nelle città di Palermo, Napoli, Roma e Milano. Il geodatabase rappresenta un importante strumento di informazione condivisa, a supporto della diffusione della tecnologia delle pompe di calore geotermiche.

Presso la Facility per la caratterizzazione di componenti per applicazioni di solar cooling, sono proseguite le attività di sperimentazione e qualifica di collettori solari a media temperatura. Sono state realizzate presso il Laboratorio Solare del Centro ENEA della Trisaia una facility per l'analisi e la caratterizzazione energetica degli accumuli solari, in accordo alla normativa tecnica europea EN 12977-3, ed un circuito di prova per la sperimentazione indoor di collettori solari.

L'attività riguardante i Sistemi di regolazione, monitoraggio e controllo degli impianti di climatizzazione in edifici complessi e/o distretti energetici, ha portato allo sviluppo di modelli predittivi di richiesta energetica per la climatizzazione, in particolare è stata sviluppata una metodologia innovativa per la previsione a breve termine della richiesta energetica di un edificio complesso ed è stata effettuata la sperimentazione su un edificio ENEA. Altre attività hanno riguardato uno studio relativo allo sviluppo di procedure di analisi a supporto di attività diagnostiche, basate sui dati acquisiti dai monitoraggi e finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche e alla qualità climatica degli ambienti confinati. È stato eseguito inoltre uno studio sulle tecniche di modellazione e sulle strategie di controllo e gestione per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche e la riduzione dei consumi per una specifica soluzione tecnologica (solar cooling) di climatizzazione ambientale.

E' proseguita la Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali, quali le azioni svolte all'interno degli dell'Implementing Agreement "Solar Heating and Cooling" e "SolarPACES, Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems" della Agenzia Internazionale per l'Energia.

3.2.13 Studio per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico con Particolare attenzione ai materiali per i mezzi di trasporto collettivi: nuovi materiali e componenti Innovativi per i mezzi di trasporto

3.2.13.1 *Studi ed applicazioni nel settore del sistema di trazione*

Sono stati studiati moduli integrati, completi di BMS ed effettuata la sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi. Per selezionare la tipologia di cella più adatta alla realizzazione di moduli per applicazioni veicolari (propulsione elettrica pura, propulsione ibrida, sistemi ausiliari) è stata condotta un'analisi comparativa delle diverse tipologie di batterie al litio disponibili sul mercato. Sono state effettuate quindi prove preliminari su celle litio-ione di diversi fornitori e realizzato e provato un sistema d'accumulo, 200 Ah/48 V, adatto ad un'ampia serie di usi. È stata condotta un'analisi bibliografica sullo stato dell'arte dei BMS (battery management system) completata con l'acquisizione e la valutazione in laboratorio di alcuni sistemi commerciali e la selezione dei criteri di utilizzo/implementazione degli stessi nei moduli.

Sono stati studiati altri sistemi avanzati di accumulo di energia, quali supercondensatori e sistemi di accumulo misti (batterie + supercondensatori). Lo studio di sistemi misti batterie+supercondensatori ha evidenziato le condizioni in cui questi possono costituire una valida alternativa alle batterie al litio. Le valutazioni sperimentali sono state condotte su un sistema a 48 V realizzato nell'ambito del programma, costituito da batterie da trazione (6V/200 Ah) e supercondensatori e da una interfaccia per la gestione dei flussi di potenza; l'interfaccia consente la soppressione dei picchi di corrente per le batterie. Le prove hanno permesso di misurare anche un incremento di "capacità estraibile in cicli dinamici", quindi di autonomia del veicolo, pari al 15% in condizioni di massimo sfruttamento dei supercondensatori.

Con riferimento all'Adattamento di convertitori di piccola potenza ad alto rendimento all'uso nei veicoli elettrici leggeri, e sperimentazione di sistemi di ricarica rapida, è stata in particolare studiata la possibilità di adattamento di un convertitore sviluppato per l'uso delle rinnovabili (fotovoltaico e micro-eolico) al quadriciclo ibrido Urb-e realizzato da ENEA nel corso di precedenti attività. Il veicolo è stato riconvertito in versione "pure electric", per la successiva fase di sperimentazione al banco e su strada.

3.2.13.2 *Life-Cycle Assessment energetico ambientale*

È stata effettuata la raccolta dati, modellazione e quantificazione del LCA per batterie per autotrazione di ultima generazione. È stata effettuata un'analisi dello stato dell'arte sulla LCA applicata alle batterie Li-Ione ed

effettuata una valutazione energetico-ambientale delle batterie, comprensive del sistema BMS (Battery Management System), realizzata tramite l'applicazione della metodologia LCA (ISO 14040). Questa valutazione ha utilizzato dati di letteratura relativamente alle fasi di produzione e fine vita delle batterie, mentre per la fase di uso, responsabile della maggior parte degli impatti nel ciclo di vita della batteria, sono stati utilizzati dati primari derivanti dalle prove sperimentali di carico/scarico effettuate presso l'Università di Pisa. L'oggetto dell'analisi sono state batterie litio ferro-fosforo, di taglia 30, 60, 90 Ah e con tensione nominale di 14 V.

3.2.13.3 Sviluppo materiali innovativi finalizzato ad un alleggerimento del veicolo

Con riferimento all'Analisi dello stato dell'arte e qualificazione chimico/fisica di AFS standard e sviluppo di processi di schiumatura innovativi, sono stati acquisiti materiali precursori ed AFS (Alluminium Foam Sandwich) commerciali e ne è stata effettuata la caratterizzazione macro e micro strutturale. L'analisi dello stato dell'arte ed i test sperimentali di schiumatura effettuati su campioni di laboratorio hanno permesso di definire i principali parametri operativi per la realizzazione dei precursori e hanno portato alla definizione di un layout di base per un laboratorio di produzione di componenti in schiuma metallica di alluminio.

Ai fini dello Sviluppo di tecnologie di giunzione, sono stati studiati i due principali procedimenti di saldatura ad alta densità di energia EBW e Laser utilizzando la metodologia del Design of Experiment. Sono stati realizzati alcuni campioni di qualifica in modo da verificare le proprietà meccaniche di giunti saldati anche con l'ausilio di elementi di transizione.

Infine, per quanto riguarda lo Sviluppo di processi di ibridizzazione di microsferiche metalliche con polimeri termoplastici e per l'impiego di fibre naturali in compositi termoplastici, è stato avviato uno studio volto ad inquadrare almeno preliminarmente le tematiche e le linee da perseguire relativamente allo sviluppo di compositi a matrice termoplastica rinforzati con fibre naturali e di materiali cellulari ibridi a base di resine termoplastiche e sfere cave e alla loro caratterizzazione microstrutturale.

3.3 CNR

Nel corso del 2011, il CNR ha portato a termine le attività del piano di realizzazione 2008 e avviato le attività relative al piano congiunto di realizzazione 2009/10. Il programma di ricerca ha riguardato cinque progetti, tre dei quali già avviati nelle precedenti annualità ed opportunamente rimodulati e due nuovi progetti.

3.3.1 Cattura della CO₂ e combustibili fossili

Il progetto è centrato sullo studio e l'implementazione di processi che permettano sia l'utilizzo pulito dei combustibili fossili che la cattura della CO₂ prodotta dai sistemi di produzione di energia elettrica, allo scopo di ridurre, rispettivamente, l'inquinamento atmosferico e gli effetti climalteranti della CO₂.

3.3.1.1 Tecnologie di abbattimento degli inquinanti/contaminanti della CO₂ ai fini della cattura

La linea di attività è mirata allo sviluppo di metodiche avanzate di abbattimento e monitoraggio degli inquinanti/contaminanti della CO₂ quali i contaminanti gassosi e particellari, gli NO_x, il mercurio e i gas incondensabili.

Nel corso del 2011 sono state sviluppate metodologie per la caratterizzazione on-line di particelle ultrafini contaminanti per la cattura della CO₂. Tali metodologie hanno consentito sia di valutare gli effetti di interazioni con l'acqua sia di misurare le distribuzioni delle frazioni di carica e le proprietà di ionizzazione delle particelle emesse da sistemi di combustione. Tutto ciò, nello specifico, è d'interesse per lo sviluppo e l'ottimizzazione di filtri ad acqua ed elettrostatici.

La messa a punto di un sistema innovativo per l'abbattimento degli NO_x ha richiesto la determinazione dei parametri utili per la messa a punto del processo combinato di adsorbimento/decomposizione. I test sono stati effettuati in un impianto di laboratorio costituito da un sistema di alimentazione e controllo dei gas (NO, O₂, He) un forno elettrico per il controllo della temperatura del reattore catalitico e un sistema di analisi che comprende analizzatori UV e NDIR in continuo per tutti gli NO_x (NO, NO₂, N₂O) e un micro-gascromatografo per l'analisi di O₂ e N₂. L'insieme di questi risultati ha permesso di mettere a punto il sistema che opera ciclicamente definendo i tempi di adsorbimento e decomposizione in base alla quantità di catalizzatore caricato all'interno del reattore in acciaio il cui completo dimensionamento e realizzazione sarà oggetto dell'attività 2012.

E' poi inoltre effettuato lo studio sperimentale, in un impianto a letto fisso in scala da laboratorio, della capacità di adsorbimento del mercurio e della rigenerabilità di sorbenti granulari contenenti ossidi di manganese dopati con metalli nobili per la cattura del mercurio metallico, in condizioni rappresentative dei reali fumi di combustione. Le prove sperimentali condotte hanno mostrato che sia la temperatura di adsorbimento, sia le condizioni di adsorbimento e desorbimento (atmosfera ossidante/inerte) hanno un'influenza sulla quantità di mercurio adsorbito e sulle modalità di rilascio durante il desorbimento. In particolare, la presenza di ossigeno nella miscela gassosa a contatto con il sorbente potrebbe portare alla formazione di specie ossidate del mercurio sia durante l'adsorbimento che durante il desorbimento

E' stato infine elaborato il disegno definitivo del sistema di post-combustione in scala di laboratorio e sono state dimensionate le linee di adduzione e di preriscaldamento dei reagenti, la fornace in cui alloggiare il reattore ed i sistemi di controllo dell'alimentazione e di monitoraggio del processo. Sono state acquisite le componenti del sistema di alimentazione e preriscaldamento dei reagenti, le strumentazioni di controllo e monitoraggio ed è stata eseguita la costruzione delle componenti meccaniche necessarie. Regolatori di portata digitali e sistemi di attuazione ad SCR, controllati da una procedura LabVIEW realizzata "ad hoc", consentono di regolare con molta flessibilità le condizioni termo-fluidodinamiche del sistema.

3.3.1.2 Tecnologie di separazione/cattura della CO₂ e di combustione CO₂ capture-ready

Sono state sviluppate Tecnologie di trattamento dei gas di scarico (post-combustione) che riguarda le tecnologie di separazione/cattura della CO₂ implementabili a valle, sulla sezione di scarico degli effluenti in uscita.

Per quel che riguarda la Preparazione e caratterizzazione di solidi carboniosi adsorbenti provenienti da combustione è' stata ottimizzata la procedura di produzione del materiale agendo sui parametri di combustione al fine di ottenere una significativa produzione di materiale con caratteristiche idonee alla realizzazione di test di adsorbimento per la CO₂. Sono stati condotti test di adsorbimento in accordo con le attività previste. I risultati sono incoraggianti pur evidenziando la necessità di ulteriori miglioramenti alle procedure di produzione e pretrattamento dei campioni per un utilizzo come sorbente della CO₂.

L'attività sperimentale ha poi riguardato lo studio del processo di cattura dell'anidride carbonica da fumi di combustione mediante sei sorbenti calcarei in condizioni simulate di calcium looping. L'attività si è avvalsa di un protocollo di prova messo a punto nel PAR precedente che, mediante l'utilizzo di un singolo reattore a letto fluidizzato in scala da laboratorio, simula il reale processo ciclico del sorbente che avviene nelle configurazioni impiantistiche usate per il calcium looping. Si è quindi studiata la propensione dei calcari a subire processi di abrasione e frammentazione a seguito della variazione delle proprietà meccaniche delle particelle durante i cicli di calcinazione-carbonatazione. I sei calcari utilizzati per le prove provenienti da diverse regioni europee (Italia, Germania, Polonia, Grecia) sono tutti ad elevato contenuto di calcite. L'attività sperimentale è stata condotta su un letto fluidizzato in scala da laboratorio opportunamente strumentato per la raccolta del materiale elutriato e per la misura della concentrazione delle specie gassose effluenti. Le prove sono consistite in cicli di calcinazione-carbonatazione delle particelle di calcare alle temperature di 940°C (calcinazione) e 650°C (carbonatazione). I risultati hanno mostrato che per tutti i calcari ripetuti cicli di calcinazione-carbonatazione

risultano in una progressiva diminuzione della portata di materiale elutriato e della frammentazione delle particelle. Tuttavia, quest'indurimento delle particelle si accompagna ad una significativa diminuzione della capacità di cattura di CO₂ per effetto della sinterizzazione.

È stato poi progettato e realizzato un reattore trifasico da laboratorio - Pyrex, geometria cilindrica (DI 4 cm, altezza 60 cm) - per la valutazione delle prestazioni dell'anidrasi carbonica, in forma immobilizzata su schiuma poliuretana. L'impianto è equipaggiato con una sezione di analisi dei prodotti di reazione (analizzatore in linea con cella IR per la misura della concentrazione di CO₂). Il confronto tra prove di assorbimento effettuate con la colonna riempita con schiuma poliuretana senza CA (bianco) e con CA intrappolato ha evidenziato la capacità catalitica della CA: l'efficienza di abbattimento della CO₂ aumenta in presenza di CA intrappolata. È stata identificata e testata di una strategia (la pellettizzazione) efficace in termini di omogeneizzazione del materiale e stabilità nell'alimentazione del combustibile per la gassificazione multi-materiale (biomasse, plastica o carbone) avente anche il risultato secondario della valorizzazione e smaltimento di materiali di scarto aprendo nuove opportunità di sviluppo dei processi di co-gassificazione.

Relativamente alle attività di "Carbon looping Combustion" è stata messa a punto di una tecnica sperimentale innovativa e mirata, in grado di produrre dei risultati affidabili sulla termicità dei singoli stadi reattivi. La tecnica sperimentale messa a punto si compone di diversi stadi ed è stata applicata ad un carbone bituminoso sud africano. La tecnica sperimentale si è dimostrata efficace nel determinare i calori di reazione dei diversi stadi di interesse nel processo CarboLoop per un carbone di medio rango. Nel PAR2011 si applicherà la stessa tecnica a carboni diversi. Al contempo si intende utilizzare i dati ottenuti per il carbone bituminoso Sud Africano per procedere alla progettazione e messa a punto del processo CarboLoop con riferimento ad un carbone di medio rango.

È stato infine studiato il processo di ossicombustione, adattando opportunamente per la realizzazione di campagne di misura con combustibili diluiti in CO₂ e vapor d'acqua un reattore tubolare in flusso già disponibile. Si è inoltre deciso di realizzare anche una versione aggiornata del reattore a perfetta miscelazione in flusso disponibile in grado di operare nelle condizioni tipiche di ossi-combustione. Infatti, mentre con il reattore tubolare è possibile studiare con notevole accuratezza le fasi di ignizione della miscela combustibile, lo stesso non può dirsi per le successive fasi di ossidazione a causa delle dimensioni limitate di tale reattore. A tale scopo risulta, invece, molto più adatto un reattore a perfetta miscelazione. Il reattore a perfetta miscelazione è stato realizzato in quarzo in modo tale da poter implementare diverse diagnostiche ottiche per la risoluzione della chimica di ossidazione nelle condizioni di riferimento. In entrambe le configurazioni reattoristiche di riferimento sono state messe a punto diagnostiche ottiche e di campionamento chimico mediante

tecniche gas-cromatografiche. Ciò consentirà nel corso del 2012 lo studio sperimentale del processo a validazione delle attività numeriche svolte.

3.3.2 Valutazione e utilizzazione dei biocombustibili ottenuti da residui o scarti agricoli di scarso valore intrinseco e di alghe per l'applicazione in impianti di cogenerazione basati su microturbine

3.3.2.1 *Utilizzo di biocombustibili liquidi e gassosi per la generazione distribuita di energia elettrica*

Relativamente alle Microturbine è stata completata l'analisi fluido-dinamica della camera di combustione della microturbina Turbec T100 per alimentazione ad olio vegetale e caratterizzazione del sistema di iniezione e dello spray mediante tecniche di diagnostica ottica e modellazione CFD. È stata quindi effettuata la caratterizzazione emissioni inquinanti gassose e particellari allo scarico di microturbine a gas (Turbec T100 e Capstone C30) alimentate con combustibili liquidi e gassosi. Si è quindi disegnato un sistema sperimentale per la metanazione di idrogeno, ottimizzato per l'uso combinato con MGT nonché un impianto di turbina a gas a combustione esterna da 10 kW elettrici alimentato a biomasse basato su di un ciclo termodinamico non convenzionale ed effettuata la caratterizzazione sperimentale dei parametri cinetici di combustione di miscele metano-idrogeno in condizioni controllate tipiche di turbine a gas.

Relativamente ai Biocombustibili è proseguito lo screening esplorativo di biocombustibili di terza generazione ottenibili da biomassa algale. Nella precedente annualità è stata condotta lo studio su diverse microalghe per valutare la velocità di crescita e le tipologie di combustibili ottenibili (biodiesel, olio di pirolisi). Per il presente periodo, l'obiettivo consiste nell'ottenere quantità discrete di biocombustibile liquido (almeno 50 mL) dalla pirolisi di biomassa di microalghe coltivate in fotobioreattore (PBR) per valutarne le prestazioni attraverso test di combustione avanzati. Da un punto di vista numerico è stata poi effettuata la modellazione numerica della pirolisi e combustione di idrocarburi e bio-combustibili; infine sono stati sviluppati e testati sperimentalmente sistemi catalitici eterogenei per la produzione di biocombustibili ed analizzato il processo di combustione da oltre che da bio oli e da alghe anche di microemulsioni.

Nell'ambito dello studio di Tecnologie e Sistemi Energetici sono stati effettuati test produzione di olio di pirolisi da biomassa lignocellulosica in impianto pirolizzatore batch di nuova progettazione (capacità attesa circa 1 kg/h di biomassa trattata). L'impianto è stato collaudato su quantitativi crescenti di biomassa lignocellulosica (cippato d'olivo, 1 kg) e non convenzionale (lignina, circa 2.4 kg e microalghe, circa 3 kg) alle medesime condizioni (450°C), ottenendo rese in olio di pirolisi fino al 35%. È stata poi messo a punto sperimentalmente un prototipo di linea tecnologica completa che va dalla biomassa alla produzione combinata di energia elettrica e termica per

applicazioni di piccola taglia. La tecnologia in questione è la gassificazione di biomassa, corredata delle necessarie procedure di pulizia gas al fine dell'utilizzo in un motore a combustione interna per la diretta immissione in rete di energia elettrica e lo sfruttamento dei cascami termici in cogenerazione. E' stato infine definito il disegno del combustore e la progettazione esecutiva di un impianto pilota da laboratorio di ossi-combustione.

3.3.2.2 Valutazione delle prestazioni di un ciclo integrato di produzione e combustione MILD di biocombustibili da residui e scarti agricoli

L'obiettivo dell'attività è quello di valutare le prestazioni di un ciclo integrato di produzione e combustione MILD di biocombustibili da residui e scarti agricoli).

Con riferimento alla Produzione di bio-combustibile, è stato definitivamente messo a punto un sistema di idropirolisi ed è proseguito il lavoro di caratterizzazione chimica e fisica dei prodotti per mezzo delle metodologie diagnostiche messe a punto nell'ambito del lavoro di ricerca. In particolare è stata caratterizzata la frazione solida dei prodotti.

Per quanto riguarda la Combustione MILD di bio-combustibile, nel corso del 2011 si è completata la caratterizzazione del processo di ossidazione di miscele sintetiche surroganti i prodotti di pirolisi delle biomasse ed analizzarne eventuali comportamenti dinamici. Nel contempo, è proseguito lo sviluppo e validazione di metodologie di caratterizzazione chimica e ottica del processo utili a identificare gli intermedi di reazione ed i prodotti caratterizzanti il processo nelle varie condizioni di temperatura, stechiometria ed in dipendenza delle caratteristiche della miscela alimentata.

Infine, nell'ambito dell'Attività di modellazione in supporto alle attività del workpackage è stata condotta un'indagine teorico modellistica al fine della determinazione di un modello sia pure fenomenologico e/o semi-empirico del sistema di trasformazione. L'obiettivo finale di questo WP è l'individuazione e l'adattamento di modelli cinetici dei processi per la messa a punto di strumenti per l'analisi e la progettazione di sistemi pratici di pirolisi e combustione basati sulla idropirolisi di biomasse e scarti. Nel corso dell'anno è stato definito un quadro comprensivo dei modelli di idro-gassificazione di molecole di interesse da biomasse sulla base dei quali procedere nella Implementazione e validazione di meccanismi chimico-cinetici per la modellazione della combustione, in condizioni MILD, di miscele surroganti di tale processo.

3.3.2.3 Processi di combustione catalitica per turbine a gas a basso impatto ambientale alimentate con biocombustibile

La linea progettuale riguarda lo studio dei processi di combustione catalitica per turbine a gas a basso impatto ambientale alimentate con biocombustibili. Bisogna considerare che nei sistemi di combustione di turbogas alimentati con

syn-gas (IGCC e CHP) e biocombustibili ricchi in idrogeno si utilizzano esclusivamente fiamme a diffusione per l'impraticabilità della premiscelazione a causa dei problemi di instabilità del processo reattivo e di flashback: tali fiamme richiedono l'impiego di forti diluizioni con vapore, N₂ o acqua per il controllo delle emissioni di NO_x, ma, di fatto, il conseguimento di emissioni "single digit" risulta precluso. Del resto l'installazione di sistemi di abbattimento secondario degli NO_x come l'SCR risulta economicamente impraticabile per impianti di piccola taglia (micro turbine) per la produzione distribuita di energia e calore. La principale sfida da affrontare riguarda il contenimento delle emissioni di NO_x in presenza di alti tenori di idrogeno nel combustibile senza dover ricorrere a costosi sistemi di post trattamento dei fumi (SCR) o forti diluizioni con vapore.

La combustione catalitica consente di estendere i limiti di stabilità del processo offrendo in linea di principio la possibilità di evitare la formazione di NO_x limitandone le emissioni a livelli bassissimi senza l'ausilio di sistemi di post-trattamento. Il progetto di ricerca prevede lo studio di una innovativa tecnologia di combustione catalitica "ibrida" che rappresenta un'evoluzione dello schema RCL della Precision Combustion, che, separando la combustione in due stadi (catalitica + fiamma), consenta di utilizzare biocombustibili gassosi o liquidi riducendo al minimo la formazione di inquinanti (NO_x, CO, soot) ed incrementando al contempo la stabilità e la sicurezza di funzionamento. Il primo stadio di tale combustore è rappresentato dall'ossidazione parziale catalitica del (bio)combustibile in condizioni ricche (difetto di aria). L'aria rimanente è alimentata e miscelata con i prodotti dello stadio catalitico in un secondo stadio, dove la combustione va a completamento in fiamma.

Nel corso dell'anno è stata svolta la sperimentazione su bruciatore ibrido su scala pilota (30 kW_{th}) equipaggiato con 2 teste catalitiche specificamente realizzate con formulazioni alternative a base di Rh e Rh-Pt caratterizzando l'accoppiamento tra lo stadio catalitico e quello di fiamma attraverso misure di imaging IR accoppiate ad analisi dettagliata della composizione dei gas provenienti dallo stadio catalitico e dei gas di scarico. Nell'esercizio a metano con la miglior formulazione catalitica a base di Rh e con fiamma secondaria diffusiva laminare, il bruciatore ibrido consente una riduzione fino al 50% delle emissioni di NO_x rispetto ad un sistema commerciale "Low-NO_x" a completa premiscelazione.

In aggiunta è stata condotta la validazione sperimentale del funzionamento del bruciatore ibrido su scala pilota con alimentazione di miscele metano-idrogeno, dimostrando la possibilità di lavorare in sicurezza con miscele a tenore di idrogeno fino all'80% in volume con prestazioni particolarmente promettenti in termini di emissioni di NO_x ed in linea con quelle misurate nel caso di riferimento con alimentazione a solo metano.

Sono stati avviati gli studi di caratterizzazione funzionale di nuovi catalizzatori strutturati per lo stadio di ossidazione parziale catalitica di mix

CH4-H2. Si è proseguito lo studio sui fenomeni di avvelenamento da zolfo di catalizzatori strutturati per il CPO a base di Rh che ha consentito di individuare entità e meccanismo di inibizione delle reazioni di steam reforming.

Dal punto di vista della modellazione della combustione l'attività di ricerca ha riguardato lo sviluppo di un modello CFD del combustore Turbec T100 con retrofit catalitico. Il modello è stato risolto mediante il codice ANSYS Fluent. Sono state condotte simulazioni CFD in presenza di reazione chimica per la valutazione delle modalità di integrazione/funzionamento del pilota catalitico. I risultati delle simulazioni hanno consentito di individuare il meccanismo di ignizione e di stabilizzazione della fiamma omogenea premiscelata ad opera del bruciatore pilota catalitico.

3.3.3 Sistemi per l'accumulo di energia

Il progetto è mirato ad aggiornare i futuri requisiti in termini di efficienza, disponibilità e flessibilità di accesso, che le reti di trasmissione elettrica europee subiranno nel prossimo futuro.

3.3.3.1 Sviluppo di generatori elettrochimici

Le attività di questa linea hanno riguardato lo sviluppo di un sistema TPV basato sulla combinazione fra emettitori selettivi (operanti a 1250°C), celle e filtri descritti brevemente in questo report, sia in grado di produrre circa 7kW elettrici per ogni m² di superficie emettente. Il rapporto fra potenza elettrica, P_e , e potenza termica totale generata, P_{th} , può essere regolato entro un ampio range agendo sul recupero del calore trasportato dai fumi di combustione. Utilizzando una frazione variabile di tale calore per pre-riscaldare (mediante uno scambiatore di calore aria-aria) i gas di combustione è possibile variare il rapporto P_e/P_{th} fra l'1% e il 15% circa. Questo rapporto potrà essere ulteriormente migliorato utilizzando celle fotovoltaiche ad alta efficienza, simili a quelle utilizzate nei sistemi a concentrazione solare, il cui costo è marginalmente superiore alle celle al Germanio ma che non sono attualmente disponibili in commercio. Con questo tipo di celle, a parità di temperatura di esercizio, si può arrivare a rapporti P_e/P_{th} che possono raggiungere il 30%.

Sono state inoltre migliorate le prestazioni di celle DSSC mediante deposizione di fotoelettrodi tramite spray-coating, scelta che si è dimostrata pienamente soddisfacente e adatta alla scalabilità industriale. Per i migliori elettroliti sono stati ottenuti valori di conducibilità ionica pari a 10 mS cm⁻¹ che sono comparabili o superiori allo stato dell'arte. Prestazioni vicine al 5% di efficienza sono state ottenute con coloranti basati sul Rutenio e controelettrodi a base di Platino. Questi metalli preziosi sono tuttavia utilizzati in quantità molto limitate ovvero inferiori a 0.1 mg cm⁻² di superficie esposta, pertanto si ritiene che la loro incidenza sul costo sia alquanto modesta. Mentre con materiali carboniosi utilizzati come controelettrodi, le prestazioni erano intorno al 3% con valori paragonabili o superiori alle celle commerciali.

E' stato infine dimostrato il funzionamento elettrochimico di una cella SOFC convenzionale in combinazione con un processore biogas. Il processore in esame ha eseguito una reazione di tri-reforming che bene si adatta alle caratteristiche chimiche del biogas.

3.3.3.2 Sviluppo di accumulatori elettrochimici

Nell'ambito della linea sono stati sviluppati materiali per batterie ad alta temperatura, in particolare sono state individuate ed ottimizzate con successo tutte le variabili di processo (sintesi della polvere, formatura, sinterizzazione ad alta temperatura) necessarie alla produzione mediante pressatura di elettroliti ceramici planari a base di Li-Na-B''-Al₂O₃. Sono state prodotte con successo membrane al 90% di fase B'', con area pari a 3 o 15 cm², spessori variabili tra 0.5 e 2 mm, e densità relative superiori al 97%.

I risultati ottenuti per gli elettroliti planari di Na-B''-Al₂O₃ sia in termini di conducibilità ionica che di stabilità meccanica sono molto promettenti. E' noto, infatti, che un elettrolita solido ad elevata densità e caratterizzato principalmente da una fase singola, contribuisce ad aumentare la densità di potenza dei dispositivi nei quali viene utilizzato, ad esempio le batterie ZEBRA, migliorandone le caratteristiche di affidabilità e durata nel tempo.

Relativamente al miglioramento delle prestazioni di supercapacitori ibridi si è individuata una composizione degli elettrodi ottimale per poter far funzionare il supercapacitore fino a voltaggi di 1.8 V. In particolare con un rapporto di 2.13, fra il carico di carbone sull'elettrodo positivo e quello sull'elettrodo negativo, sono stati ottenuti ottimi risultati in termini di capacità ed energia specifica. Infatti l'elevazione del voltaggio di cella a 1.8 V permette di ottenere un notevole guadagno sull'energia elettrica accumulata (energia specifica) che è stato determinato per il nostro capacitore essere di 17.5 Wh/kg. Questo valore risulta essere circa due volte più alto di quelli riportati per simili supercapacitori nella letteratura scientifica.

E' stato inoltre messo a punto un nuovo processo per la sintesi di supporti alternativi al carbone in nanoparticelle di ossidi di Ti e ossidi misti (Ti-Ta; Ti-Nb) per celle URFC. Il vantaggio rispetto allo stato dell'arte riguarda la preparativa in termini di abbassamento della temperatura di sintesi e ad una elevata area superficiale dei materiali. I risultati elettrochimici hanno mostrato buone performance alle temperature di esercizio e pressione atmosferica, come richiesto per operare con fonti rinnovabili, in particolar modo per i sistemi di elettrolisi. L'attività è propedeutica alla realizzazione di un proof-of-concept.

3.3.3.3 Sviluppo di sistemi integrati

Nell'ambito della linea progettuale, è stato sviluppato un sistema di accumulo per gestione immissione in rete energia generata da impianti di generazione da fonti rinnovabili non programmabili (eolico, fotovoltaico).

Partendo da analisi preliminari dello stato dell'arte dei dispositivi disponibili e delle tecnologie per la produzione di energia da sorgente eolica e fotovoltaica si è definita una possibile architettura sia per la parte di conversione e controllo dell'energia elettrica sia per la parte di controllo del sistema. A seguito di prove dettagliate sia di tipo simulativo in laboratorio degli algoritmi di controllo e delle parti di potenza realizzate oltre alla definizione di modelli innovativi per la simulazione in tempo reale delle fonti rinnovabili si è proceduto alla verifica funzionale delle singole sottoparti evidenziando le difficoltà implementative e consentendo un rapido sviluppo del sistema. Si è provveduto quindi alla realizzazione complessiva del sistema di conversione prototipale.

Si è inoltre realizzato un sistema ibrido ZEBRA/IT-SOFC; a tal fine si sono individuate le possibili architetture di controllo e supervisione, privilegiando anche in questo caso strutture di controllo modulari e facilmente estendibili. Si sono confrontate le varie configurazioni attraverso opportune simulazioni atte a individuare le criticità della configurazione stessa e gli eventuali parametri di progetto di cui si dovrà tenere conto per la successiva realizzazione del sistema. In particolare sono stati individuati i modelli di sistemi di aerogeneratori e della modalità di connessione alla rete.

3.3.4 Condizionamento estivo

Il progetto è stato mirato a mettere a punto sistemi innovativi per il solar cooling. Sulla base dei risultati ottenuti negli anni precedenti, l'attività è stata finalizzata alla in primo luogo valutazione delle prestazioni dell'impianto di solar cooling, progettato e realizzato durante i due precedenti anni di attività, con macchina frigorifera ad adsorbimento di tipo "commerciale". È stato previsto, inoltre, di ampliare ulteriormente le valutazioni energetiche con il "Life cycle assessment" dell'impianto. Parallelamente si è provveduto allo sviluppo della tecnologia dei refrigeratori ad adsorbimento attraverso la progettazione e realizzazione di un prototipo di refrigeratore ad adsorbimento con prestazioni migliori rispetto alle macchine ad adsorbimento commerciali.

Quest'ultimo obiettivo è stato perseguito anche attraverso lo sviluppo di nuovi componenti che permetteranno di migliorare in seguito il dispositivo realizzato. In particolare è stata programmata la realizzazione di uno scambiatore di calore rivestito da materiale adsorbente e la misura delle prestazioni ottenibili anche in confronto con la configurazione di materiale adsorbente in granuli.

3.3.4.1 Impianto di solar cooling con macchina ad adsorbimento

Relativamente alla linea, sono stati misurati i parametri funzionali del sistema di solar cooling, realizzato negli anni precedenti, e calcolate le prestazioni e delle figure di merito caratterizzanti l'impianto. I dati acquisiti sono stati combinati con i dati meteo misurati nel sito di installazione dell'impianto di solar cooling e combinati con le prestazioni ottenute in modo da

adimensionalizzare i valori di prestazione e renderli confrontabili con altri sistemi analoghi. I risultati conseguiti hanno mostrato avere un andamento analogo a quelli previsti per mezzo dei modelli matematici sviluppati precedentemente, anche se il valore assoluto di tali prestazioni si discosta in maniera significativa da quelli attesi. Tale comportamento è stato oggetto di studio specifico e sono stati individuati degli interventi migliorativi e di messa a punto dell'impianto che saranno oggetto dell'attività prevista per l'anno successivo. Inoltre, il confronto dei dati misurati con quelli attesi, ha consentito di affinare il codice di calcolo a supporto della procedura di progettazione già descritta nel report precedente.

L'analisi LCA (Life Cycle Assessment) dell'impianto di climatizzazione elioassistito basato su una macchina frigorifera ad adsorbimento in confronto con un sistema convenzionale, rappresentato da un chiller elettrico a compressione in grado di fornire analogo servizio in termini di comfort termico, ha indicato che la superficie captante netta utilizzata nell'impianto sperimentale del CNR-ITAE ($A_c = 9.5 \text{ m}^2$) è molto prossima a quella ottimale (circa 11 m^2) dal punto di vista dell'impatto ambientale su tutto il periodo di vita dell'impianto.

3.3.4.2 Sviluppo di un climatizzatore ad adsorbimento per l'uso in sistemi di solar cooling

Il principale risultato conseguito nell'ambito di questa linea è stato la progettazione esecutiva e la successiva realizzazione di una macchina frigorifera ad adsorbimento di piccola taglia. A supporto della progettazione sono stati impiegati i risultati dell'attività sperimentale, ed i risultati dei modelli di simulazione realizzati negli anni precedenti. Gli adsorbitori sono stati dimensionati in funzione della quantità di materiale adsorbente (gel di silice) necessaria a garantire la produzione di 5 kW. Tale valore di potenza è stato stabilito preliminarmente sulla base delle esigenze specifiche dell'impianto di solar cooling realizzato nell'anno precedente, tenendo in considerazione un adeguato coefficiente di sicurezza maggiorativo. Si è tuttavia cercato di ottenere delle dimensioni compatte, cosicché i letti potessero essere inseriti all'interno di unità non particolarmente ingombranti.

Per quanto attiene allo sviluppo di nuovi componenti ed in particolare alla realizzazione di adsorbitori compatti, facendo una valutazione tra vantaggi e svantaggi dei due metodi studiati negli anni precedenti (sintesi diretta e dip coating) si è deciso di considerare esclusivamente la tecnica per "dip coating" come possibile metodologia per il rivestimento di un intero scambiatore di calore. La motivazione principale è insita nella maggiore flessibilità che la tecnica ha dimostrato, per cui è più semplice applicarla su supporti anche di grandi dimensioni. Non solo i tempi di preparazione sono ridotti rispetto alla sintesi diretta ma anche le attrezzature necessarie e le procedure sono meno

complesse e quindi anche più economiche. Si è quindi proceduto al rivestimento di uno scambiatore di calore commerciale con la zeolite SAPO-34 con buone caratteristiche meccaniche e di stabilità del rivestimento.

3.3.5 Materiali e tecnologie abilitanti

3.3.5.1 Nanofluidi

Nell'ambito di questa linea sono stati sviluppati nanofluidi a base di ossido di titanio e nanostrutture di carbonio mediante metodologie "two step". Come fluido base sono stati testati acqua e glicole. Sono state testate nanoparticelle di TiO_2 commerciali (Degussa, dimensione media certificata di 20 nm) e nanostrutture di carbonio (carbon nanohorn a parete singola) che consistono di un singolo foglio di grafene avvolto in un tubulo irregolare con diametro variabile 2-5 nm e lunghezza 30-50 nm. In seguito la scelta delle nanoparticelle si è spostata sui metalli ed in particolare sull'argento (sintesi "step singolo" e "two-step") che presenta le seguenti caratteristiche:

- a) sintesi delle nanoparticelle relativamente semplice e controllabile;
- b) possibilità di produzione in concentrazioni elevate;
- c) essendo un metallo nobile è chimicamente molto stabile e difficilmente soggetto a fenomeni di ossidazione;
- d) è il metallo con la conducibilità termica più elevata (428 W/m*K);
- e) ha un costo contenuto rispetto ad altri metalli nobili.

Si è proceduto inoltre all'adeguamento di un apparato di misura del coefficiente di scambio termico a flusso termico imposto e costante e successivamente alla calibrazione del circuito utilizzando acqua come fluido noto di riferimento. Le prove di calibrazione sono state eseguite con potenze variabili da 200 W a 800 W e con portate (e quindi numeri di Reynolds) variabili e hanno dato risultati attendibili.

3.3.5.2 Materiali Termoelettrici

L'obiettivo generale di questa linea è la fabbricazione di dimostratori TEG che utilizzino i materiali proposti nel progetto per la produzione di elettricità da sorgenti termiche a media ed alta temperatura. In tale ambito, si è effettuata la sintesi e la caratterizzazione di Mg_2Si drogato con diverse concentrazioni di Bi. Si sono preparati anche campioni contenenti nanostrutture di carbonio a parete singola -SWCNH- che formano aggregati di diametro compreso tra 50 e 100 nm. Le analisi XRD hanno mostrato un aumento del contenuto di MgO in tutti i campioni dopo ogni trattamento termico e dopo processo SPS. Film sottili protettivi sono stati depositati su silice, Si (100), acciaio inossidabile e pellet sinterizzati di Mg_2Si via RF PVD magnetron sputtering, impiegando un target di $MoSi_2$. La differenza di coefficiente di espansione termica tra film e substrato ha causato cricche tali da non permetterne la caratterizzazione elettrica sopra i 450°C. Il film sottile multistrato, depositato sul pellet sinterizzato di Mg_2Si , ha

dimostrato di essere in grado di mantenere la propria integrità fino a 500°C, ma è stata osservata la formazione di diverse cricche lungo la superficie non appena raggiunta la temperatura di 600°C

3.3.5.3 *Conduttori elettrici non metallici per le alte temperature*

La linea ha per obiettivo generale lo sviluppo di materiali ceramici conduttori ionici alle medie e alte temperature e delle tecnologie per la loro integrazione in dispositivi EES e IT SOFC metal-free.

Le attività hanno riguardato lo studio di un metodo veloce, facile ed economico - come può essere il metodo di sintesi da stato solido (SSR) - per la sintesi di elettroliti di sodio β -allumina. Nel contempo si è cercato di ottimizzare le condizioni sperimentali per avere un migliore controllo sul processo e ridurre così i fenomeni indesiderati quali ad esempio l'evaporazione di ioni sodio nelle fasi di preparazione o la sintesi di miscele delle diverse fasi della β -allumina. Le stechiometrie studiate sono $\text{Na}_{1.67}\text{Mg}_{0.67}\text{Al}_{10.33}\text{O}_{17}$ e $\text{Na}_{1.67}\text{Li}_{0.33}\text{Al}_{10.67}\text{O}_{17}$, che risultavano da dati di letteratura le più promettenti: per ottenere queste sostanze via SSR sono stati identificati quattro precursori per l'alluminio. Dalle analisi sulle polveri ottenute è risultato evidente che, solo con il precursore γ - Al_2O_3 , è stato possibile ottenere la singola fase β'' - Al_2O_3 altrimenti, le percentuali di fase β'' - Al_2O_3 variano dal 35% al 65%. Utilizzando la procedura di trattamento termico usata nella dilatomatria (rampa di riscaldamento di 5°C/min e 30 min a 1550°C), sono stati sinterizzati con riscaldamento classico i pellets di tutte le composizioni in muffola e ne sono state in seguito valutate le caratteristiche morfologiche e strutturali.

Sono state inoltre sviluppate di metodiche di formatura delle celle e di elettrodi per celle protoniche. Per la formatura di semicelle si è preferita la configurazione ad anodo supportante, essendo la configurazione che anche commercialmente si è rivelata la più idonea. A questo scopo, sono stati sviluppati diversi tipi di anodi supportanti e si è testata la formatura della semicella su diversi substrati, ottimizzando nel contempo gli anodi e le condizioni di deposizione del film elettrolitico per ottenere delle semicelle potenzialmente impiegabili. E' stata messa a punto la tecnica di formatura dell'anodo e di deposizione del film elettrolitico su anodi preparati per pressatura, essendo tale tecnica la più semplice per preparare tali supporti ed essendo compatibile con i materiali di interesse per il progetto. Si è poi testato un sistema a metallo supportante Di conseguenza l'attività è stata indirizzata alla formatura di semicelle in cui il metallo supportante è uno strato spesso e poroso di nickel metallico.

3.3.5.4 Rivestimenti barriera per la protezione da corrosione chimica e radioattiva ad alta temperatura di materiali strutturali

L'obiettivo principale della linea è quello attinente alla risoluzione di criticità concernenti le tecnologie di fabbricazione di rivestimenti barriera a base di metalli refrattari su substrati metallici .

Sono stati pertanto realizzati coating di W, multilayer e leghe a base W (in particolare leghe W-Ta e W-Mg), e oltre a coating funzionali ed accessori come coating di Mo, Ta mediante la tecnica di deposizione PVD magnetron sputtering con le varianti DC e RF V. I campioni prodotti sono stati estesamente caratterizzati. La maggiore criticità che si è presentata nel corso dell'attività sperimentale ha riguardato la preparazione dei substrati in acciaio. In particolar modo, nel caso di deposizione diretta di film di W, la preparazione del substrato risulta il fattore critico per l'adesione del film. Difettosità singolari del substrato (rigature irregolari, porosità) o una non perfetta pulizia prima della fase di deposizione fungono da punto di innesco per la frattura e il distaccamento del film già all'uscita della camera di deposizione oppure dopo manipolazione nel corso della caratterizzazione.

Si è inoltre progettato un sistema High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS) su scala di laboratorio per lo studio e la deposizione di rivestimenti densi, a morfologia e struttura controllate. La tecnologia HiPIMS utilizza catodi magnetron sputtering e picchi di potenza e di corrente di elevata intensità fino a 3 kW cm^{-2} e fino a $4 \text{ A}\cdot\text{cm}^{-2}$ rispettivamente, con un duty cycle minore del 5%. Grazie ad una pulsazione unipolare ad elevata potenza applicata al target (catodo) è possibile produrre un flusso metallico con elevato grado di ionizzazione.

Sono infine stati eseguiti i primi test per la caratterizzazione tribo-meccanica dei campioni prodotti. È stato utilizzato un tribometro con tecnologia a sensore multiplo (UMT2 - CETR) interamente computerizzato, in grado di misurare contemporaneamente il carico verticale applicato, la forza di attrito generata, la resistenza elettrica di contatto o di superficie, lo spostamento, la profondità di penetrazione, l'emissione acustica del contatto e la temperatura a una velocità totale di campionamento di 20 kHz. I risultati preliminari della caratterizzazione del comportamento ad usura e a scratch hanno evidenziato l'importanza della preparazione del substrato e della sua rugosità S_a in funzione degli spessori dei film, nonché della comparabilità degli spessori dei film stessi al fine di avere una confrontabilità diretta fra depositi diversi.

Capitolo 4 - Quadro economico-finanziario dei progetti svolti e di quelli in essere nel 2011

Come riportato nei precedenti rapporti annuali sullo stato della ricerca di interesse generale per il sistema elettrico, dal 2007 al 2010 sono stati complessivamente erogati circa 198 milioni di euro per il finanziamento delle attività di ricerca svolte nell'ambito degli accordi di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e RSE S.p.A., ENEA e CNR.

Nel corso del 2011, nell'ambito dei medesimi accordi di programma sono stati erogati contributi per 72.025.328 euro, come di seguito ripartiti:

- ENEA, 27.832.490 euro (17.332.490 a saldo delle attività del piano 2008/09, 2.400.000 a titolo di acconto per le attività del piano 2010, 8.100.000 a titolo di acconto per le attività del piano 2011);
- RSE, 44.192.838 euro (10.200.000 a titolo di acconto per le attività del piano 2010, 23.792.838 a saldo delle attività del piano 2010, 10.200.000 a titolo di acconto per le attività del piano 2011).

Nel corso del 2011, nell'ambito del bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema approvato con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 12 dicembre 2008, sono stati erogati, a titolo di acconto, contributi per circa 3.399.677 euro. Nello stesso periodo, sette compagini di progetto hanno formalmente rinunciato al contributo, per un importo complessivo di circa 5.706.556 euro.

Per le residue attività del piano triennale 2006-2008, risultano ancora da erogare 16.782.833 euro, legati ai seguenti impegni:

- accordo di programma MSE-CNR, 3.500.000 euro come quota a saldo per le attività del piano 2008;
- bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema approvato con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 12 dicembre 2008, 13.282.833 euro per il finanziamento dei progetti di ricerca ammessi al finanziamento con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 16 febbraio 2010.

L'importo di 58 milioni di euro, previsto dal Piano operativo annuale 2010 per un secondo bando per la selezione di progetti di ricerca di sistema, non è stato impegnato, vista la decisione del Ministero dello Sviluppo Economico di destinare le risorse al successivo piano triennale 2012-2014.

Appendice 1

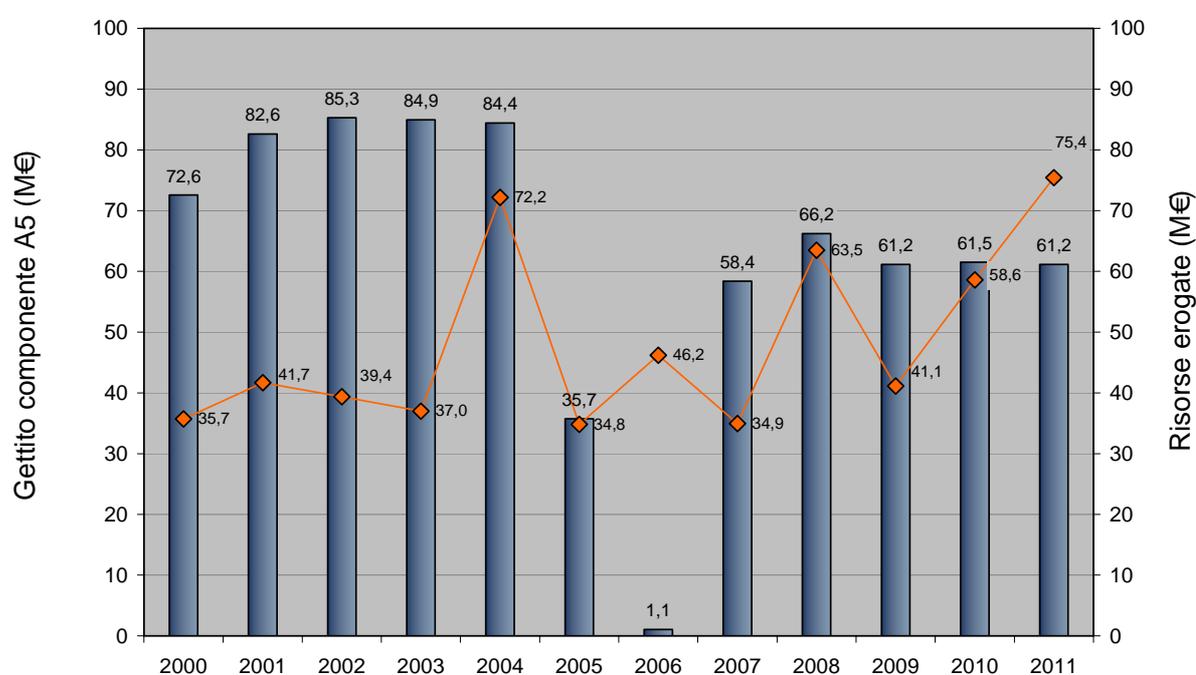
Consuntivo delle attività di ricerca di interesse generale
per il sistema elettrico per il periodo 2001-2011

Consuntivo delle attività di ricerca di interesse generale per il sistema elettrico per il periodo 2001-2011

Come illustrato nei precedenti Rapporti, il Fondo per la ricerca di sistema elettrico è alimentato dal gettito della componente A5 della tariffa elettrica. La misura della componente A5 è stata inizialmente fissata con delibera dell'Autorità 204/99, per un ammontare medio di circa 0,03 centesimi di euro per kWh consumato dai clienti finali. Nel giugno 2005, con delibera 135/05, a causa dei ritardi nella definizione dei piani per la ricerca di sistema, l'Autorità ha sospeso il prelievo relativo alla componente A5, salvo riattivarlo nel dicembre 2006 con delibera 321/06. Con delibera del 29 dicembre 2011, ARG/com 201/11, l'Autorità ha adeguato in diminuzione la componente tariffaria A5, portandola mediamente ad una misura di circa 0,015 centesimi di euro per kWh consumato dai clienti finali.

Considerato l'attuale livello dei consumi elettrici, in ragione dell'adeguamento tariffario adottato dall'Autorità, il gettito annuale della componente A5 è previsto intorno ai 42 milioni di euro. In figura sono mostrati il gettito della componente A5 nel periodo 2000-2011 e la tempistica di erogazione di queste risorse.

Fig. 1 - Gettito componente A5 nel periodo 2000-2011 e risorse erogate



1. Periodo 2000-2005

Come già illustrato nel precedente Rapporto, a partire dal 2000 e fino al 2005, le risorse del Fondo furono transitoriamente assegnate al Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI S.p.A.), consolidata realtà in grado di svolgere attività di ricerca, anche di natura applicativa, finalizzata all'innovazione del sistema elettrico, con l'obiettivo di migliorarne l'economicità, la sicurezza e la compatibilità ambientale. All'Autorità per l'energia elettrica e il gas fu assegnato il compito di fissare le modalità di presentazione dei progetti di ricerca predisposti dal CESI e di definire i criteri da adottare per la verifica dei progetti medesimi. Nel periodo citato, CESI portò a realizzazione 32 grandi progetti, 19 nel triennio 2000-2003 e 13 nel biennio 2003-2005, come mostrato nelle tabelle App./1 e App./2. Nel complesso, per le attività svolte, al CESI vennero riconosciuti rimborsi a valere sul Fondo per la ricerca di sistema per circa 307 milioni di euro.

Tabella App./1 - Progetti realizzati da CESI S.p.A. nel periodo 2000-2003 e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico

Progetto		Contributo erogato [€]
ASISGEN	Affidabilità dei sistemi di generazione	13.320.000
CATERINA	Aumento della capacità di trasporto della rete	5.738.000
COMPA	Compatibilità ambientale	29.708.000
COMUNICA	Comunicazione tra e nei sistemi elettrici	6.774.000
COORDINA	Coordinamento attività RDS	3.538.000
DIFFONDI	Gestione e diffusione risultati ricerca	2.113.000
ELTEC	Uso razionale dell'energia	12.580.000
ENERIN	Energie rinnovabili	15.189.000
ENTRADE	Energy Trading: modelli e funzionamento dei mercati liberalizzati dell'energia	5.441.000
EVINGEN	Evoluzione innovativa della generazione	27.854.000
EVORE	Evoluzione della rete elettrica	4.563.000
FULLRISK	Il controllo e la gestione del rischio nel mercato liberalizzato dell'energia	276.000
GENDIS	Generazione distribuita	11.349.000
QUAFOR	Qualità della fornitura elettrica	5.752.000
SICURE	Funzionamento in sicurezza del sistema elettrico	7.216.000
SISIGEN	Sicurezza del sistema elettrico	13.111.000
SOSTE	Sviluppo sostenibile	19.000.000
VALENTINA	Tecnologie per incrementare l'affidabilità di impianti elettrici di trasporto e distribuzione	5.015.000
VIRTEST	Prove virtuali	2.571.000
Totale		191.108.000

Tabella App./2 - Progetti realizzati da CESI S.p.A. nel periodo 2003-2005 e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico

Progetto		Contributo erogato [€]
DISSEMINA	Diffusione e trasferimento dei risultati della Ricerca di Sistema	2.126.000
ECORET	Effetti del controllo dei carichi sullo sviluppo delle reti BT e MT	1.546.000
EXTRA	Sviluppi del mercato liberalizzato dell'energia elettrica in Italia e sua integrazione nel mercato elettrico Europeo	5.191.000
GAME	Generazione elettrica ed Ambiente nelle Aree Metropolitane - Prospettive di sviluppo della Cogenerazione	3.068.000
GEN-21	Una generazione sostenibile di Energia Elettrica per il XXI secolo	36.272.000
GENDIS 21	La generazione distribuita per il miglioramento della qualità del servizio elettrico e dell'ambiente	5.986.000
LIMSAT	Applicazioni di limitatori di corrente SAT (Superconduttori ad Alta Temperatura)	3.561.000
MATEALT	Materiali alternativi per componenti elettrici di trasmissione e di distribuzione	2.529.000
NORME	Sviluppo di norme a sostegno delle esigenze del sistema elettrico Nazionale	8.913.000
RETE 21	Lo sviluppo e l'esercizio delle rete elettrica italiana nel XXI secolo	25.726.000
SCENARI	Scenari evolutivi nel medio-lungo termine del Sistema Elettrico Italiano	11.123.000
SENNA	Sensoristica innovativa e nanomateriali per il sistema elettrico	1.390.000
SISSET	Sicurezza degli impianti del sistema elettrico e interazione con il territorio	8.433.000
Totale		115.864.000

2. Periodo 2006-2011

Con decreto del 28 febbraio 2003, il Ministro delle Attività Produttive ha introdotto nuove modalità per la gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale. Il decreto prevedeva l'istituzione del Comitato di Esperti di Ricerca per il Settore Elettrico (CERSE), l'adozione di un Piano Triennale come strumento di programmazione delle attività e l'attivazione sia di procedure concorsuali per la selezione di progetti di ricerca proposti per l'ammissione al finanziamento, sia l'affidamento diretto di progetti di ricerca. Al CERSE venivano affidate funzioni consultive e di proposta nei confronti del Ministero e alcuni compiti specifici, tra cui: la predisposizione ed aggiornamento annuale del Piano triennale, comprensivo di un Piano operativo annuale, individuando gli oggetti dei progetti di ricerca e definendo le relative previsioni di finanziamento; la definizione dei criteri per la predisposizione, da parte della Segreteria operativa costituita presso la Cassa congruaggio per il settore elettrico, degli schemi dei bandi di gara, da trasmettere al Ministero per l'approvazione; la predisposizione della graduatoria dei progetti di ricerca presentati e la trasmissione al Ministero per la relativa approvazione;

l'organizzazione dell'attività di valutazione sui progetti di ricerca, da affidare a singoli o gruppi di esperti inseriti in un apposito elenco, di cui definire i criteri per la formazione e l'aggiornamento; l'autorizzazione alla Cassa conguglio per il settore elettrico ad erogare i contributi in esito alle valutazioni degli stati di avanzamento dei progetti.

Il CERSE è stato costituito e nominato per il triennio 2003-2006 con decreto del Ministro delle Attività Produttive 16 maggio 2003 e successivamente modificato nella sua composizione dai decreti del medesimo Ministro del 19 ottobre 2004 e del 22 settembre 2005. L'incarico dei componenti del CERSE è cessato per decorrenza dei termini il 30 giugno 2006.

Le modalità di gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale sono state modificate con il decreto 8 marzo 2006, che, in sostituzione della formula dell'affidamento diretto, ha previsto la possibilità di attivare accordi di programma tra il Ministero delle Attività Produttive (ora Ministero dello Sviluppo Economico) e soggetti pubblici o organismi a prevalente partecipazione pubblica.

Il 23 marzo 2006, con decreto dello stesso Ministro, sono stati quindi approvati il *Piano Triennale della ricerca di sistema elettrico 2006-2008* e il *Piano Operativo Annuale 2006*. Il decreto ha previsto anche la stipula di accordi di programma con Cesi Ricerca S.p.A. (poi ERSE S.p.A., ora RSE S.p.A.), con l'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA, ora Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e l'Istituto per la Promozione Industriale (IPI), rispettivamente per importi di 20, 5, 35, 1 milioni di euro per la prima annualità, e il finanziamento di progetti di ricerca non compresi negli accordi di programma, da selezionare attraverso procedura concorsuale, per complessivi 89 milioni di euro. La ripartizione delle risorse per Aree, Settori/Gruppi tematici e Temi di ricerca è mostrata nelle tabelle *App./3* e *App./4*.

Tabella App./3 - Piano triennale 2006-2008 - Ripartizione delle risorse

Area prioritaria di intervento / Settore	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Governo del sistema			
Sviluppo del sistema di produzione e trasmissione			9.800
Vigilanza dello sviluppo del sistema di generazione	5.500		5.500
Programmazione dello sviluppo del sistema di trasmissione italiano	4.300		4.300
Gestione del sistema in economia			
10.800			
Simulazione dell'esercizio del sistema elettrico italiano in regime di mercato	8.500		8.500
Uso dei dispositivi di controllo discontinuo dei flussi in rete		500	500
Regolazione dei collegamenti in corrente continua attraverso le frontiere		500	500
Supporto scientifico alle attività regolatorie per il mercato elettrico	1.300		1.300
Gestione del sistema in sicurezza			
22.600			
Simulatore del sistema elettrico nazionale		4.000	4.000
Simulatore del sistema elettrico nazionale in fase di riaccensioni		3.300	3.300
Monitoraggio continuo dello stato di sicurezza del sistema elettrico	5.200		5.200
Sistemi automatici di difesa rapida delle sezioni critiche delle reti		5.400	5.400
Nuove strategie e dispositivi atti a facilitare la riaccensione del sistema	500		500
Comportamento delle centrali a fronte di grandi perturbazioni del sistema		2.500	2.500
Sicurezza dei sistemi TLC ed informatici a servizio del Sistema Elettrico	600		600
Dispositivi di regolazione dei flussi in rete a controllo continuo		500	500
Contributo alla sicurezza del sistema di collegamenti in corrente continua		600	600
Sviluppo e gestione delle reti di distribuzione			
9.700			
Modelli di riferimento delle reti di distribuzione MT-BT		5.500	5.500
Strumenti per lo studio dello sviluppo di reti di distribuzione	4.200		4.200
Gestione della qualità			
12.500			
Indicatori della continuità del servizio e della qualità della potenza	2.500		2.500
Sviluppo di dispositivi di misura della qualità della potenza		3.000	3.000
Studio e messa a punto di dispositivi per la compensazione di disturbi		3.000	3.000
Desensibilizzazione dei carichi ai disturbi		2.500	2.500
Sovratensioni di origine esterna e buchi di tensione		1.500	1.500
Gestione del carico			
4.000			
Proposte di sistemi innovativi di contratto e di tariffa per piccoli clienti		2.000	2.000
Sistemi ICT per l'interazione utente-sistema-mercato per piccole utenze		2.000	2.000
Il sistema elettrico italiano in regime di mercato e le problematiche di sicurezza			
2.400			
Il sistema elettrico italiano in regime di mercato e le problematiche di sicurezza	2.400		2.400

Tabella App./3 - Piano triennale 2006-2008 - Ripartizione delle risorse (segue)

Area prioritaria di intervento / Settore	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Produzione e fonti energetiche			
Parco idroelettrico			1.400
Sicurezza dei bacini idroelettrici italiani	1.000		1.000
Sicurezza degli alvei a valle dei bacini idroelettrici italiani	400		400
Miglioramento del rendimento medio di generazione del parco termoelettrico			22.100
a) Centrali per sola produzione di energia elettrica			
Metodologia di calcolo per valutazioni economiche di nuovi investimenti in centrali di generazione		500	500
Tecnologie innovative per migliorare i rendimenti di conversione delle centrali a polverino di carbone			7.500
Tecnologie innovative per migliorare il rendimento complessivo di soluzioni IGCC		4.000	4.000
Tecnologie innovative per migliorare il rendimento medio complessivo delle centrali alimentate a gas naturale		8.200	8.200
b) Centrali di cogenerazione di taglia medio- grande			
Sviluppo di un programma di calcolo interattivo per studi di fattibilità tecnico- economica di impianti di cogenerazione di taglia superiore a 1 MW		300	300
Sviluppo di soluzioni innovative per la gestione ottimizzata di un impianto di cogenerazione al variare dell'utenza termica		1.600	1.600
Flessibilizzazione del comportamento delle centrali			16.000
Tecnologie innovative per rendere i cicli combinati in grado di esercitare il ruolo di riserva primaria		1.600	1.600
Tecnologie innovative per rendere i cicli combinati in grado di operare correttamente la procedura di "load rejection"		1.200	1.200
Tecnologie innovative volte alla flessibilizzazione degli impianti a ciclo combinato			7.800
Tecnologie innovative per la completa automazione delle centrali di punta con turbine a gas		2.400	2.400
Metodologie di diagnostica avanzata di centrali termoelettriche		3.000	3.000
Riduzione delle emissioni specifiche delle centrali			16.500
Software per la previsione delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi da una centrale termoelettrica	1.000		1.000
Tecnologie innovative che migliorino le prestazioni ambientali delle centrali a polverino di carbone			6.500
Tecnologie innovative che migliorino le prestazioni ambientali dei cicli combinati			6.500
Metodologie avanzate per la misura di microinquinanti organici e inorganici	2.500		2.500
Diversificazione delle fonti energetiche			60.700
a) gas naturale			
Soluzioni innovative per generare energia elettrica ad alta efficienza in terminali LNG		800	800
b) carbone			
Tecnologie innovative che consentano una riduzione dei costi di investimento delle centrali a polverino di carbone	4.000		4.000

Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili		17.300	17.300
Completamento e affinamento della mappa eolica italiana	800		800
Censimento del potenziale energetico nazionale delle biomasse	800		800
Censimento del potenziale mini- idroelettrico (potenza unitaria <1 MWe) nazionale	800		800
Censimento del potenziale geotermoelettrico nazionale	800		800
d) nucleare			
Nuovo nucleare da fissione	5.500	8.300	13.800
e) sequestro dell'anidride carbonica e vettore idrogeno			
Centrali elettriche o di coproduzione di energia elettrica e idrogeno con sequestro di anidride carbonica	4.000	9.000	13.000
Censimento dei depositi geologici nazionali	1.500		1.500
f) celle a combustibile			
Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative	2.400	4.700	7.100

Tabella App./3 - Piano triennale 2006-2008 - Ripartizione delle risorse (segue)

Area prioritaria di intervento / Settore	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Trasmissione e distribuzione			
Reti ad AT			35.000
a) migliore utilizzazione della rete esistente			
Determinazione dei limiti di portata in corrente delle linee aeree			3.200
Ricerche sulla vita dei giunti e delle morse dei conduttori		3.600	3.600
Valutazione della temperatura dei conduttori delle linee aeree in tempo reale		1.600	1.600
Trasformazioni di linee esistenti per aumentarne la portata		1.600	1.600
Sviluppo di metodi innovativi di manutenzione sotto tensione	2.400		2.400
b) espansione del sistema con linee interrate			
Linee sotterranee di tipo innovativo a basso costo		5.700	5.700
Nuove tecnologie di posa di linee interrate in sedi stradali autostradali		4.100	4.100
Razionalizzazione dei limiti di portata delle linee interrate		1.600	1.600
Linee sottomarine di tipo innovativo		3.500	3.500
c) espansione del sistema con linee aeree			
Linee aeree e stazioni elettriche di tipo innovativo a ridotto impatto ambientale		4.000	4.000
Metodi innovativi di progetto delle linee elettriche aeree		1.600	1.600
Metodi di quantificazione delle esternalità ambientali di linee elettriche			2.100
Reti MT-BT			54.500
Evoluzione nella struttura e nella gestione delle reti di distribuzione			33.000
Apparati e impianti innovativi per l'evoluzione delle reti di distribuzione		18.500	18.500
Contributo delle masse estranee estese alla "rete di terra globale"		2.500	2.500
Coesistenza della rete di distribuzione a MT con la rete a 150 kV		500	500

Tabella App./3 - Piano triennale 2006-2008 - Ripartizione delle risorse (segue)

Area prioritaria di intervento / Settore	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Usi finali			
Fabbisogno energetico degli edifici			11.100
Linee guida per la progettazione ed il calcolo del fabbisogno energetico	1.700	1.700	3.400
Interazioni fra illuminazione e necessità di condizionamento	3.200	3.200	6.400
Innovazione nell'impiantistica per il condizionamento			5.000
Sviluppo di linee guida ed indici di riferimento	1.200		1.200
Gestione dei carichi			10.500
Promozione della gestione interattiva utente/rete dei consumi	1.800		1.800
Contributo attivo degli utenti alla gestione dei carichi			3.500
Sviluppo eli sistemi per la gestione interattiva dei carichi			3.200
Soluzioni impiantistiche per la gestione del carico presso la piccola utenza		1.500	1.500
Applicazione di tariffe differenziate per impieghi da fonti rinnovabili (green pricing)	500		500
Efficienza delle apparecchiature			16.400
Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali			5.700
Promozione di componenti efficienti per impianti elettrici		3.000	3.000
Penetrazione delle tecnologie elettriche in impieghi termici			4.000
Promozione delle applicazioni efficienti presso il largo pubblico			2.500
Organizzazione della domanda e valorizzazione dell'offerta di tecnologie e servizi avanzati	1.200		1.200
Generazione Distribuita			23.200
Effetti della generazione distribuita sul sistema elettrico nazionale e sui sistemi locali			2.500
Effetti della mini e micro- generazione sulla rete di B.T. per utenze domestiche			2.000
Trigenerazione negli edifici del terziario			3.600
Sviluppo di componenti per la G.D.			4.000
Sviluppo di componenti per la trigenerazione di media taglia		3.000	3.000
Modelli di calcolo di supporto alla diffusione della G.D.	1.800		1.800
Forme di finanza innovativa per impianti di produzione per consumi diretti e misti			5.000
Strumenti di programmazione e pianificazione degli interventi a scala territoriale e urbana	1.300		1.300
Comunicazione e informazione			10.800
Comunicazione delle prestazioni dei prodotti	2.400		2.400
Formazione del consenso alla scelta dei siti per impianti di generazione	3.800		3.800
Migliorare la conoscenza degli utenti sul sistema elettrico	2.400		2.400
Adeguamento della normativa e supporto all'attuazione degli accordi internazionali	2.200		2.200

Tabella App./4 - Piano operativo annuale 2006 - Ripartizione delle risorse

Area prioritaria di intervento / Gruppo tematico	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Governo del sistema			
Programmazione dello sviluppo dei sistemi			12.100
Vigilanza dello sviluppo del sistema di generazione	5.500		5.500
Simulazione dell'esercizio del sistema elettrico italiano in regime di mercato (esecuzione di stralcio funzionale)	1.100		1.100
Modelli di riferimento delle reti di distribuzione MT-BT		1.300	1.300
Strumenti per lo studio dello sviluppo di reti di distribuzione	4.200		4.200
Gruppo tematico Sviluppo dispositivi di governo del sistema			11.300
Monitoraggio continuo dello stato di sicurezza del sistema elettrico	2.100		2.100
Sistemi automatici di difesa rapida delle sezioni critiche delle reti		5.400	5.400
Sviluppo di dispositivi di misura della qualità della potenza		1.000	1.000
Studio e messa a punto di dispositivi per la compensazione di disturbi		800	800
Sistemi ICT per la interazione utente-sistema- mercato		2.000	2.000
Analisi esplorative			6.300
Uso dei dispositivi di controllo discontinuo dei flussi in rete		500	500
Regolazione dei collegamenti in CC attraverso le frontiere		500	500
Dispositivi di regolazione dei flussi in rete a controllo continuo		500	500
Contributo alla sicurezza del sistema di collegamenti in		600	600
Indicatori della continuità del servizio e della qualità della potenza	1.100		1.100
Sovratensioni di origine esterna e buchi di tensione		800	800
Supporto scientifico alle attività regolatorie per il mercato elettrico	1.300		1.300
Il sistema elettrico italiano in regime di mercato e le problematiche di sicurezza	1.000		1.000

Tabella App./4 - Piano operativo annuale 2006 - Ripartizione delle risorse (segue)

Area prioritaria di intervento / Gruppo tematico	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Produzione e fonti energetiche			
Programmi di calcolo interattivi, banche dati, scenari, misure			8.300
Sicurezza dei bacini idroelettrici italiani	1.000		1.000
Metodologia di calcolo per valutazioni economiche di nuovi investimenti in centrali di generazione		500	500
Sviluppo di un codice di calcolo interattivo per studi di fattibilità tecnico economica di impianti di cogenerazione di taglia superiore a 1 MW		300	300
Metodologie avanzate per la misura di microinquinanti organici e inorganici	1.500		1.500
Soluzioni innovative per generare energia elettrica ad alta efficienza in terminali LG		800	800
Completamento e affinamento della mappa eolica italiana	800		800
Censimento del potenziale energetico nazionale delle biomasse	800		800
Censimento del potenziale mini idroelettrico (potenza unitaria < 1 MWe) nazionale	800		800
Censimento del potenziale geotermoelettrico nazionale	800		800
Censimento dei depositi geologici italiani	1.000		1.000
Carbone pulito			12.600
Tecnologie innovative per migliorare i rendimenti di conversione delle centrali a polverino di carbone	1.000	4.600	5.600
Tecnologie innovative che migliorino le prestazioni ambientali delle centrali a polverino di carbone	3.300	1.700	5.000
Tecnologie innovative che consentano una riduzione dei costi di investimento delle centrali a polverino di carbone	2.000		2.000
Gas naturale			8.400
Tecnologie innovative per migliorare il rendimento medio complessivo delle centrali alimentate a gas naturale		1.000	1.000
Tecnologie innovative volte alla flessibilizzazione degli impianti a ciclo combinato	800	1.600	2.400
Tecnologie innovative che migliorino le prestazioni ambientali dei cicli combinati	2.000	1.500	3.500
Metodologie di diagnostica avanzata di centrali termoelettriche		1.500	1.500
Fonti rinnovabili			8.000
Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili		8.000	8.000
Progetti internazionali: nucleare, idrogeno, celle a combustibile			17.600
Nuovo nucleare da fissione	5.500		5.500
Centrali elettriche e per la coproduzione di energia elettrica e idrogeno	3.000	2.000	5.000
Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative	4.700	2.400	7.100

Tabella App./4 - Piano operativo annuale 2006 - Ripartizione delle risorse (segue)

Area prioritaria di intervento / Gruppo tematico	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Trasmissione e distribuzione			
Normative di trasmissione e distribuzione			9.500
Determinazione dei limiti di portata in corrente delle linee aeree	2.400	800	3.200
Ricerche sulla vita dei giunti e delle morse dei conduttori		3.600	3.600
Razionalizzazione dei limiti di portata delle linee interrate		1.600	1.600
Contributo delle masse estranee estese alla "rete di terra globale"		1.100	1.100
Tecniche di trasmissione e distribuzione			15.300
Valutazione della temperatura dei conduttori delle linee aeree in tempo reale		1.600	1.600
Trasformazioni di linee esistenti per aumentarne la portata		1.600	1.600
Sviluppo di metodi innovativi di manutenzione sotto tensione	1.000		1.000
Nuove tecnologie di posa di linee interrate in sedi stradali o autostradali		4.100	4.100
Linee sottomarine di tipo innovativo		3.500	3.500
Apparati e impianti innovativi per l'evoluzione delle reti di distribuzione		3.500	3.500
Strategie di trasmissione e distribuzione			11.900
Metodi di quantificazione delle esternalità ambientali di linee elettriche	1.100	1.000	2.100
Evoluzione nella struttura e nella gestione delle reti di distribuzione	4.000	5.300	9.300
Coesistenza della rete di distribuzione a MT con la rete a 132-150 kV		500	500

Tabella App./4 - Piano operativo annuale 2006 - Ripartizione delle risorse (segue)

Area prioritaria di intervento / Gruppo tematico	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	k€
Usi finali			
Modellistica, studi preformativi, linee guida			8.800
Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio impianto, in particolare nella stagione estiva per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento illuminazione.	2.500		2.500
Sviluppo e dimostrazione di nuovi metodi per ottimizzare l'interazione tra rete elettrica e piccole utenze	1.200		1.200
Penetrazione delle tecnologie elettriche in impieghi termici		900	900
Generazione distribuita	900		900
Sviluppo di linee guida e indici di riferimento per il legislatore	1.200		1.200
Adeguamento alle Direttive Comunitarie e all'attuazione degli accordi internazionali	1.000	1100	2.100
Componenti ed impianti innovativi			10.100
Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la razionalizzazione dei consumi elettrici negli edifici con particolare riferimento condizionamento estivo		3.200	3.200
Componenti efficienti per impianti elettrici		1.200	1.200
Sviluppo di componenti per la cogenerazione distribuita di piccola taglia		3.000	3.000
Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la trigenerazione distribuita di piccola taglia		2.700	2.700
Progetti di sviluppo e dimostrazione			5.300
Studio e dimostrazione di forme di finanza innovativa e di strumenti di programmazione e pianificazione per la promozione di tecnologie efficienti per la razionalizzazione dei consumi elettrici a scala territoriale e urbana	2.000	3.300	5.300
Progetti di sviluppo e dimostrazione			
Promozione delle tecnologie elettriche innovative e delle applicazioni efficienti negli usi finali	600	900	1.500
Organizzazione della domanda e valorizzazione dell'offerta di tecnologie e di servizi avanzati	1.200		1.200
Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali nel settore industriale	1.800		1.800

Al fine di garantire il rapido avvio delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale (dopo un periodo di stasi di oltre un anno), dando operatività ai decreti 8 marzo e 23 marzo 2006, il Ministro dello Sviluppo Economico, con proprio decreto 21 giugno 2007, ha ritenuto di attribuire all'Autorità per l'energia elettrica e il gas, in via transitoria e fino alla ricostituzione e ripresa di operatività del CERSE, le funzioni di detto Comitato.

A partire da tale data, le attività di ricerca di sistema elettrico hanno interessato principalmente ENEA, CNR e RSE S.p.A., che inizialmente hanno avviato e portato a termine progetti sull'insieme delle tematiche previste dal Piano triennale 2006-2008, affrontate anche nell'ambito del primo bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema approvato da Ministero dello Sviluppo Economico con decreto 12 dicembre 2008.

Con decreto 19 marzo 2009, il Ministro dello Sviluppo Economico ha quindi approvato il *Piano triennale della ricerca di sistema elettrico 2009-2011*, predisposto dall'Autorità nelle funzioni del CERSE, dotato di risorse per 210 milioni di euro, e il *Piano Operativo Annuale 2009*, che ha destinato 43 milioni di euro al finanziamento dei piani di realizzazione 2009 di RSE, ENEA e CNR. A tal proposito, la successiva legge 23 luglio 2009, n. 99, ha stabilito che il Ministro dello Sviluppo Economico dovesse attuare le disposizioni previste in materia di ricerca e sviluppo di sistema per il triennio 2009-2011, anche attraverso la stipula di specifici accordi di programma.

Con decreto 27 ottobre 2010, il Ministro dello Sviluppo Economico ha approvato il *Piano operativo annuale (POA) 2010 per la ricerca di sistema elettrico nazionale*, che ha destinato 45 milioni di euro al finanziamento dei piani annuali di realizzazione 2010 degli accordi di programma con ENEA, RSE e CNR e 58 milioni di euro al finanziamento dei progetti di ricerca non compresi negli accordi di programma.

Infine, con decreto 22 luglio 2011, il Ministro dello Sviluppo Economico ha approvato il *Piano operativo annuale (POA) 2011 per la ricerca di sistema elettrico nazionale*, che ha destinato tutte le risorse residue del Piano Triennale 2009-2011, pari a 64 milioni di euro, al finanziamento degli Accordi di programma tra lo stesso Ministero e RSE S.p.A., ENEA e CNR.

La ripartizione delle risorse per aree prioritarie di intervento e per tipologia di ricerca per il Piano Triennale 2009-2011 e per i Piani Operativi Annuali 2009, 2010, 2011 è mostrata nelle tabelle **App./5 - 8**.

Tabella App./5 - Piano triennale 2009-2011 - Ripartizione delle risorse [M€]

Area prioritaria di intervento	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	
Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale	64	15	79
Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente	26	30	56
Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica	40	35	75
Totale	130	80	210

Tabella App./6 - Piano operativo annuale 2009 - Ripartizione delle risorse [M€]

Area prioritaria di intervento / Tema di ricerca	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	
Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale			
Studi sullo sviluppo del sistema e della rete elettrica nazionale	7,5	-	7,5
Ricerche su reti attive, generazione distribuita e sistemi di accumulo di energia elettrica	6,5	-	6,5
Collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare	5	-	5
Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente			
Studi sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili	4,5	-	4,5
Ricerche sulle nuove celle fotovoltaiche organiche e sviluppo Led	1,5	-	1,5
Studi su fotovoltaico con concentrazione solare	2,5	-	2,5
Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti	2,5	-	2,5
Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO ₂	4	-	4
Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica			
Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia nei Settori: Industria, Servizi e Civile	6,5	-	6,5
Studi per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico con particolare attenzione ai materiali per i mezzi di trasporto collettivi elettrici	2,5	-	2,5
Totale	43	-	43

Tabella App./7 - Piano operativo annuale 2010 - Ripartizione delle risorse [M€]

Area prioritaria di intervento / Tema di ricerca	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	
Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale			
Analisi dello sviluppo futuro del sistema elettrico nazionale	8		8
Trasporto e distribuzione dell'energia elettrica	7	6	13
Accumulo dell'energia elettrica	1	4	5
Fissione nucleare	3,5		3,5
Fusione nucleare	5		5
Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente			
Sviluppo e diffusione delle energie rinnovabili	4,5		4,5
Energia elettrica da biomasse	3	4	7
Energia elettrica da fotovoltaico	2	2	4
Energia elettrica da fonti geotermiche		2	2
Cattura e sequestro della CO ₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili	5,5		5,5
Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica			
Tecnologie di risparmio elettrico e nei settori collegati industria e servizi	1,5	11	12,5
Risparmio di energia elettrica nell'illuminazione pubblica	1	12	13
Risparmio di energia elettrica nel settore civile	1	8	9
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per condizionamento estivo	1	4	5
Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto	1	5	6
Totale	45	58	103

Tabella App./8 - Piano operativo annuale 2011 - Ripartizione delle risorse [M€]

Area prioritaria di intervento / Tema di ricerca	Tipologia ricerca		Totale
	a)	b)	
Governo, gestione e sviluppo del sistema elettrico nazionale			
Analisi dello sviluppo futuro del sistema elettrico nazionale	8,5	-	8,5
Ricerche su reti attive, generazione distribuita e sistemi di accumulo di energia elettrica	8,2	-	8,2
Collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare			
Nucleare da fissione	6	-	6
Nucleare da fusione	9	-	9
Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente			
Sviluppo e diffusione delle energie rinnovabili			
Energia idroelettrica	1	-	1
Energia elettrica da biomasse	4,5	-	4,5
Energia elettrica da fonte eolica	1	-	1
Energia elettrica da fotovoltaico	4		4
Energia elettrica da correnti marine	0,5		0,5
Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO ₂	10,3	-	10,3
Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica			
Tecnologie di risparmio elettrico e nei settori collegati industria e servizi	4	-	4
Risparmio di energia elettrica nell'illuminazione pubblica	2		2
Risparmio di energia elettrica nel settore civile	2		2
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per il condizionamento estivo	1		1
Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto	2	-	2
Totale	64	-	64

2.1 Progetti di ricerca realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nell'ambito degli accordi di programma con il Ministero dello Sviluppo Economico

Nell'ambito degli accordi di programma, nel periodo 2006-2011, sono stati finanziati 135 progetti, realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR, molti pluriennali. La tabella App./9 riporta i dati relativi ad ogni singolo progetto: chi ne ha curato la realizzazione, il piano annuale di riferimento e il contributo erogato.

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Evoluzione della domanda e dell'offerta di energia elettrica e scenari futuri			
Analisi di scenari di sviluppo dei sistemi di generazione e di trasmissione	RSE	2007	1.100.000
	RSE	2008	1.300.000
Analisi di scenari di sviluppo del sistema elettrico italiano	RSE	2009	2.000.000
	RSE	2010	1.500.000
	RSE	2011	1.595.000
Supporto scientifico alle attività regolatorie per il mercato elettrico	RSE	2006	1.300.000
	RSE	2007	1.000.000
	RSE	2008	1.000.000
Sviluppo del sistema e della rete elettrica nazionale			
Il sistema elettrico italiano in regime di mercato e le problematiche di sicurezza	RSE	2006	400.000
Impatto delle regole di mercato e dei vincoli tecnici ed ambientali e per il sistema elettrico italiano	RSE	2007	1.700.000
	RSE	2008	1.700.000
Indicatori della continuità del servizio e della qualità della potenza	RSE	2006	1.100.000
Interconnessioni della rete elettrica con i paesi Europei e Mediterranei	RSE	2009	2.500.000
Metodi e strumenti per la gestione in sicurezza del Sistema Elettrico e dei suoi componenti	RSE	2010	2.150.000
	RSE	2011	2.685.000
Mitigazione dei rischi per il sistema elettrico: monitoraggio dello stato di sicurezza e nuovi strumenti di analisi	RSE	2007	2.400.000
	RSE	2008	2.500.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Sviluppo del sistema e della rete elettrica nazionale			
Monitoraggio continuo dello stato di sicurezza del sistema elettrico	RSE	2006	1.000.000
Qualità della fornitura elettrica	RSE	2009	1.000.000
	RSE	2010	850.000
	RSE	2011	750.000
Sicurezza delle infrastrutture del sistema elettrico	RSE	2009	2.000.000
Simulazione dell'esercizio del sistema elettrico italiano in regime di mercato	RSE	2006	1.000.000
Soluzioni innovative di alimentazione per clienti con esigenze di forniture a qualità superiore	RSE	2009	872.094
Strumenti per la pianificazione e lo sviluppo di interconnessioni con i paesi Europei e Mediterranei	RSE	2010	1.000.000
	RSE	2011	1.090.000
Strumenti per lo studio dello sviluppo delle reti di distribuzione	RSE	2006	3.000.000
Sviluppo del sistema di trasmissione	RSE	2007	900.000
Sviluppo e applicazione di strumenti per la valutazione del rischio di disservizi e per la loro mitigazione	RSE	2010	1.000.000
	RSE	2011	865.000
Tecnologie e componenti innovativi per le interconnessioni di rete	RSE	2010	1.500.000
	RSE	2011	1.515.000
Vigilanza sullo sviluppo del sistema di generazione	RSE	2006	4.000.000
Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica			
Applicazioni nel campo delle reti di distribuzione in corrente continua	RSE	2007	900.000
Applicazioni nel campo delle tecnologie innovative	RSE	2007	2.300.000
	RSE	2008	2.200.000
Determinazione dei limiti di portata in corrente delle linee aeree	RSE	2006	2.400.000
Evoluzione nella struttura e nella gestione delle reti di distribuzione	RSE	2006	4.000.000
Evoluzioni tecnologiche e alternative alle linee aeree	RSE	2007	1.700.000
	RSE	2008	1.700.000
Metodi di quantificazione delle esternalità ambientali delle linee elettriche	RSE	2006	1.100.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica			
Strumenti per lo sviluppo del sistema di trasmissione e delle reti di distribuzione attive	RSE	2008	1.400.000
Sviluppo di metodi innovativi di manutenzione sotto tensione	RSE	2006	1.000.000
Sviluppo e sperimentazione di sistemi di gestione di microreti	RSE	2007	1.900.000
	RSE	2008	1.500.000
Tecniche di valutazione delle condizioni, della vita e delle funzionalità residue di componenti elettrici mediante metodiche sotto tensione	RSE	2008	1.500.000
Tecnologie per la qualità del servizio	RSE	2008	1.500.000
Valutazione condizioni di vita e funzionalità residue dei componenti delle linee aree con metodiche sotto tensione	RSE	2007	1.400.000
Valutazione delle esternalità ambientali delle linee elettriche e dell'impatto dei rischi ambientali	RSE	2007	1.300.000
	RSE	2008	1.300.000
Generazione distribuita, reti attive e sistemi di accumulo			
Attività sperimentali in laboratorio e in campo	RSE	2010	1.350.000
	RSE	2011	1.055.000
Evoluzione verso reti attive	RSE	2010	450.000
Generazione distribuita	RSE	2006	900.000
Generazione distribuita, sistemi di accumulo e dispositivi di utente	RSE	2009	2.000.000
	RSE	2010	1.450.000
	RSE	2011	660.000
Ricerche su reti attive (smart grids)	RSE	2009	4.500.000
Sistemi avanzati di accumulo di energia	ENEA	2008-09	1.100.000
	ENEA	2011	1.000.000
Sistemi di accumulo di grande taglia	RSE	2011	234.000
Sistemi di previsione di produzione da FER	RSE	2011	400.000
Sistemi elettrochimici per l'accumulo dell'energia	CNR	2007	600.000
	CNR	2008	1.500.000
Sistemi elettrochimici per la generazione e l'accumulo di energia	CNR	2009-2010	2.022.000
Studi e sperimentazioni di sistemi di comunicazione per Smart Grid	RSE	2011	1.103.000
Supporto alle istituzioni per iniziative internazionali	RSE	2011	168.000
Sviluppo e controllo di reti attive	RSE	2011	1.490.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Generazione distribuita, reti attive e sistemi di accumulo			
Tecniche per la gestione di reti attive	RSE	2010	1.100.000
Tecnologie e componenti elettrici per reti attive	RSE	2010	2.650.000
Tecnologie e sensoristica per reti attive	RSE	2011	1.090.000
Transizione verso le reti di distribuzione attiva	RSE	2009	4.500.000
Produzione di energia elettrica			
Centrali elettriche per la coproduzione di energia elettrica e idrogeno	ENEA	2006	1.000.000
	RSE	2006	2.000.000
	ENEA	2007	1.000.000
	RSE	2007	1.300.000
Flessibilità e affidabilità degli impianti a ciclo combinato	RSE	2007	1.800.000
	RSE	2008	1.500.000
Metodologie avanzate per la misura di microinquinanti organici e inorganici	RSE	2006	1.500.000
Sviluppo ed applicazione dei metodi per la quantifica-zione dell'impatto dei microinquinanti e opportunità di mitigazione	RSE	2007	1.300.000
	RSE	2008	1.300.000
Tecnologie innovative che consentono una riduzione dei costi di investimento delle centrali a polverino di carbone	ENEA	2006	2.000.000
Tecnologie innovative impianti a carbone	RSE	2007	900.000
Tecnologie innovative per migliorare i rendimenti di conversione delle centrali a polverino di carbone	ENEA	2006	1.000.000
Tecnologie innovative per migliorare le prestazioni ambientali dei cicli combinati	RSE	2006	800.000
	CNR	2006	1.000.000
Tecnologie innovative per migliorare le prestazioni ambientali delle centrali a polverino di carbone	RSE	2006	1.000.000
	CNR	2006	1.475.536
	CNR	2007	1.469.658
Tecnologie innovative volte alla flessibilizzazione degli impianti a ciclo combinato	RSE	2007	1.800.000
Studi e sperimentazioni sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili			
Previsioni di produzione da fonti rinnovabili	RSE	2010	600.000
Valutazione e proposte di possibili futuri progetti di ricerca su fonti energetiche rinnovabili	RSE	2008	500.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Studi e sperimentazioni sui potenziali sviluppi delle energie rinnovabili			
Studi su potenziali sviluppi delle energie rinnovabili	RSE	2009	4.500.000
	RSE	2010	4.492.838
Energia elettrica da biomasse			
Censimento del potenziale energetico nazionale delle biomasse	ENEA	2006	800.000
Compatibilità ambientale utilizzo biomasse	RSE	2009	1.300.000
	RSE	2010	950.000
	RSE	2011	1.455.452
Sviluppo di tecnologie e impianti pilota per la produzione locale da biomasse e scarti	RSE	2009	1.200.000
	RSE	2010	1.050.000
	RSE	2011	1.144.548
Studi sulla produzione elettrica locale da biomasse e scarti	RSE	2009	2.500.000
	RSE	2010	2.000.000
	ENEA	2008-09	2.100.000
	ENEA	2011	1.281.585
Valutazione e utilizzazione dei biocombustibili ottenuti da residui o scarti agricoli di scarso valore intrinseco e di alghe per l'applicazione in impianti di cogenerazione basati su microturbine	CNR	2007	1.000.000
	CNR	2008	1.000.000
	CNR	2009-10	1.196.000
Energia elettrica da fonte idroelettrica			
Censimento del potenziale mini-idroelettrico nazionale (potenza unitaria < 1MWe)	RSE	2006	800.000
Gestione della risorsa idrica	RSE		897.000
Gestione della risorsa idrica e sicurezza delle infrastrutture idroelettriche	RSE	2010	2.600.000
Metodi per la sicurezza dei bacini idroelettrici e l'utilizzo ottimale della risorsa idrica	RSE	2009	2.500.000
Sicurezza dei bacini idroelettrici italiani e utilizzo ottimale della risorsa idrica	RSE	2006	1.000.000
	RSE	2007	1.700.000
	RSE	2008	1.700.000
Energia elettrica da fonte eolica			
Aspetti tecnologici ed ambientali della fonte eolica	RSE	2010	1.300.000
Completamento e affinamento della mappa eolica italiana	RSE	2011	1.107.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Energia elettrica da fonte eolica			
Produzione di energia da fonte eolica con particolare riferimento ai sistemi off-shore	RSE	2010	1.100.000
Studi e strumenti per la produzione di energia eolica con particolare riferimento ai sistemi off-shore	RSE	2011	2.000.000
Sviluppo e potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte eolica	RSE	2007	900.000
Energia elettrica da fotovoltaico			
Ricerca su celle fotovoltaiche innovative	ENEA	2008/09	2.100.000
	ENEA	2011	2.000.000
Studi sul fotovoltaico con concentrazione solare	RSE	2009	2.500.000
	RSE	2010	2.000.000
	RSE	2011	2.000.000
Sviluppo di tecnologie avanzate per componenti fotovoltaici innovativi	ENEA	2007	1.500.000
Energia elettrica dal mare			
Energia da moti marini	RSE	2011	195.000
Studi e valutazioni sul potenziale energetico delle correnti marine	ENEA	2008-09	500.000
	ENEA	2011	300.000
Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili			
Caratterizzazione dei siti per lo stoccaggio della CO ₂	RSE	2007	1.900.000
	RSE	2008	1.800.000
Cattura della CO ₂	RSE	2010	1.450.000
	RSE	2011	2.350.000
Cattura e sequestro della CO ₂	RSE	2009	3.000.000
Censimento dei depositi geologici italiani	RSE	2006	1.000.000
Impiego sostenibile dei combustibili fossili	RSE	2009	1.000.000
	RSE	2010	950.000
	RSE	2011	900.000
Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO ₂	ENEA	2008/09	4.470.590
	ENEA	2011	3.933.448
Sviluppo di un sistema innovativo di combustione oxicombustion - di tipo flameless - di carbone per impianti di produzione di elettricità con ridottissimi livelli di emissione predisposti per la cattura della CO ₂	ENEA	2007	1.500.000
Tecnologie di gassificazione del carbone con cattura e sequestro della CO ₂	ENEA	2007	3.000.000
Tecnologie per il carbone pulito	RSE	2008	2.500.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili			
Tecnologie per la cattura della CO ₂	RSE	2007	1.000.000
Trasporto e confinamento della CO ₂	RSE	2010	2.100.000
	RSE	2011	2.400.000
Utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura della CO ₂	CNR	2008	1.500.000
	CNR	2009/10	1.486.000
Energia da fonte nucleare			
Nuovo nucleare da fissione	ENEA	2006	5.500.000
	ENEA	2007	6.000.000
	ENEA	2008-09	8.861.900
	ENEA	2011	5.000.000
Metodi di analisi e verifica di progetti nucleari di generazione evolutiva ad acqua pressurizzata	ENEA	2010	2.000.000
Collaborazioni internazionali e sviluppo competenze in materia nucleare	RSE	2009	1.500.000
	RSE	2010	1.500.000
	RSE	2011	1.000.000
Attività di fisica e tecnologia della fusione complementari ad ITER	ENEA	2010	5.000.000
	ENEA	2011	9.000.000
Celle a combustibile			
Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative	ENEA	2006	2.200.000
Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative	CNR	2006	2.339.789
	CNR	2007	1.500.000
	CNR	2008	600.000
Sviluppo di tecnologie innovative per le applicazioni stazionarie cogenerative delle celle a combustibile anche con l'utilizzo di biogas e biomasse	ENEA	2007	2.000.000
Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi			
Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione.	ENEA	2006	2.397.557
	ENEA	2007	1.196.598
Elettrotecnologie innovative per i settori produttivi: applicazioni su scala reale	ENEA	2007	1.419.754

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi			
Evoluzione della domanda elettrica e delle tecnologie per usi finali	RSE	2007	1.200.000
	RSE	2008	1.000.000
Mini-Micro-cogenerazione, Co-Trigenerazione, Accumulo	RSE	2007	3.500.000
Misure per l'incremento di efficienza energetica negli usi finali	RSE	2009	3.000.000
Organizzazione della domanda e valorizzazione dell'offerta di tecnologie e di servizi avanzati	RSE	2006	1.200.000
Promozione delle tecnologie elettriche innovative e delle applicazioni efficienti negli usi finali	RSE	2006	600.000
Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali	ENEA	2006	1.739.533
Razionalizzazione dell'illuminazione pubblica	RSE	2008	500.000
Risparmio di energia elettrica nel settore civile : Supporto scientifico alle politiche energetiche nazionali e comunitarie	RSE	2010	1.000.000
	RSE	2011	1.185.000
Risparmio di energia elettrica nell'illuminazione pubblica	RSE	2011	660.000
Sistemi di Mini-Micro-generazione elettrica, fotovoltaico a concentrazione e sistemi di accumulo	RSE	2007	4.500.000
Strategie e sistemi di gestione interattiva prelievi di potenza	RSE	2007	800.000
	RSE	2008	1.000.000
Strumenti e tecnologie per l'efficienza energetica nel settore dei servizi	ENEA	2008/09	1.100.000
	ENEA	2011	700.000
Studio e dimostrazione di forme di finanza innovativa e di strumenti di programmazione e pianificazione per la promozione di tecnologie efficienti per la realizzazione dei consumi elettrici a larga scala territoriale e urbana	ENEA	2006	1.094.099
Sviluppo delle linee guida ed indici di riferimento per il legislatore	ENEA	2006	1.095.667
Sviluppo di strumenti di programmazione e pianificazione per la promozione di tecnologie efficienti per la razionalizzazione dei consumi elettrici a scala territoriale e urbana.	ENEA	2007	788.789
Sviluppo e dimostrazione di nuovi metodi per ottimizzare l'interazione fra rete elettrica e piccole utenze	RSE	2006	1.200.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

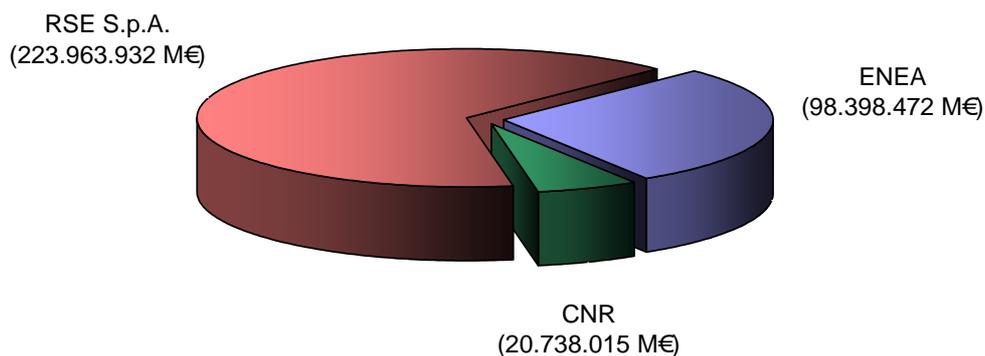
Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi			
Tecnologie di risparmio elettrico e componenti per migliorare l'efficienza della rete elettrica	RSE	2010	1.500.000
Tecnologie di risparmio elettrico e nei settori collegati industria e servizi	RSE	2011	2.762.000
Tecnologie e componenti per migliorare l'efficienza della rete elettrica	RSE	2009	2.000.000
Tecnologie per il risparmio elettrico nel settore civile	ENEA	2008/09	1.500.000
	ENEA	2011	900.000
Tecnologie "smart" per l'integrazione dell'illuminazione pubblica con altre reti di servizi energetici e loro integrazione e ottimizzazione	ENEA	2007	626.502
	ENEA	2008/09	900.000
	ENEA	2010	1.000.000
	ENEA	2011	1.300.000
Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione			
Condizionamento estivo	CNR	2009/10	390.000
Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistiti da fonti rinnovabili	ENEA	2007	792.450
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per il condizionamento estivo	RSE	2011	143.000
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per il condizionamento: Misure per l'incremento di efficienza energetica degli usi finali	RSE	2010	1.000.000
Utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva	ENEA	2008	1.200.000
	ENEA	2010	700.000
Utilizzo di energia solare per il condizionamento estivo	CNR	2007	389.032
	CNR	2008	400.000
Mobilità elettrica			
Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto: nuovi materiali e componenti innovativi per i mezzi di trasporto	ENEA	2008/09	1.000.000
	ENEA	2011	800.000
Impatto sul sistema elettrico della potenziale diffusione dei veicoli elettrici (PHEV)	RSE	2009	1.000.000
	RSE	2011	1.200.000

Tabella App./9 Progetti realizzati da RSE S.p.A., ENEA e CNR nel periodo 2006-2011, piano annuale di riferimento e relativo finanziamento a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico (segue)

Tema di ricerca/Progetto	Organizzazione	Piano annuale	Contributo erogato [€]
Mobilità elettrica			
Studi per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico, con particolare attenzione ai materiali per mezzo di trasporto collettivi elettrici	RSE	2010	1.000.000
Materiali e tecnologie abilitanti per la ricerca di sistema elettrico			
Materiali e tecnologie abilitanti per la ricerca di sistema elettrico	CNR	2009/10	870.000
Totale			343.100.419

In figura 2 è riportata la ripartizione delle risorse erogate nel periodo 2006-2011, a favore di RSE S.p.A., ENEA e CNR per la realizzazione dei progetti previsti dagli accordi di programma con il Ministero dello Sviluppo Economico.

Fig. 2 - Risorse erogate per il periodo 2006-2011 nell'ambito degli accordi di programma con il Ministero dello sviluppo economico



2.2 Bando per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico 12 dicembre 2008

Con decreto 12 dicembre 2008, il Ministero dello Sviluppo Economico ha approvato un primo bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico. Il bando, predisposto dalla Segreteria operativa sulla base dei criteri definiti dall'Autorità nelle funzioni del CERSE, dotato di risorse per 54,1 milioni di euro, era destinato al co-finanziamento di attività di ricerca a beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale e, contestualmente, di interesse specifico di soggetti operanti nel settore dell'energia elettrica.

In risposta al bando, sono pervenute 81 proposte di progetto, 61 delle quali ammesse alla valutazione di merito. L'attività di valutazione delle proposte di progetto è stata organizzata dall'Autorità, nelle funzioni del CERSE, che si è avvalsa della Segreteria operativa e di 19 esperti individuati con propria delibera 5 agosto 2009, RDS 9/09. Le proposte di progetto sono state valutate con riferimento all'innovazione nella conoscenza e nello sviluppo tecnologico, alla qualità scientifica e tecnologica dei proponenti, alla coerenza e qualità della proposta, ai benefici attesi per gli utenti del sistema elettrico nazionale e alla capacità di valorizzazione dei risultati.

Tabella IV - Graduatorie di merito per i gruppi tematici di cui al bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico (d.m. 12.12.2008)

Acronimo	Progetto	Tema di ricerca	Capofila / Proponenti	Costo	Contributo ammissibile
Gruppo tematico Promozione dello sviluppo dei sistemi					
ATLANTIDE	Archivio telematico per il riferimento nazionale di reti di distribuzione elettrica: modelli e simulazioni di scenari evolutivi per i nuovi profili di generazione e carico.	Modelli di riferimento delle reti di distribuzione MT-BT	ENEL Ingegneria e Innovazione Università di Padova Università di Cagliari Seconda Università di Napoli	2.582.123,97	817.699,19
Gruppo tematico Sviluppo dispositivi di governo di sistema					
SDMXDSM	Sistemi e dispositivi di tele misura e tele attuazione per l'applicazione di tecniche di "demand side management" alle piccole utenze.	Sistemi ICT per la interazione utente-sistema-mercato per piccole utenze	Consorzio CO.M.E.A. Business Solution S.r.l. Università di Salerno Università di Cassino	2.600.000,00	791.770,50
ICT per DR	Sistema ICT integrato per demand response da applicare a piccole utenze attraverso tariffazione flessibile, distacco dei carichi da remoto o alimentazione con generazione distribuita.	Sistemi ICT per la interazione utente-sistema-mercato per piccole utenze	Obiettivo Energia S.r.l. NIER Ingegneria S.p.A. INNOWATIO S.p.A.	3.738.888,00	669.196,00
SDG	Progettazione e sperimentazione su larga scala di un sistema decentralizzato per la gestione negoziata tra distributore e clienti domestici dell'energia elettrica (SMART DOMO GRID).	Sistemi ICT per la interazione utente-sistema-mercato per piccole utenze	Selene S.p.A. Politecnico di Milano Whirpool Europe S.r.l. Ilight S.p.A.	3.462.970,00	841.207,50
Gruppo tematico Fonti rinnovabili					
ISI-CPV	Innovative Silicon-Concentration PhotoVoltaic module.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	Optoelettronica Italia S.r.l. Fondazione Bruno Kessler EDIPOWER	3.997.466,46	1.187.900,00
DEVELTAR	Utilizzo sinergico di corona pulsata e microonde per migliorare il rendimento di conversione in energia elettrica da pirogassificazione di biomasse.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	Sea Marconi Technologies S.a.s. Spike Renewables S.r.l. Xynertech S.r.l.	1.311.781,00	583.100,00
ENERGAVI	Sviluppo di un sistema innovativo di produzione di energia elettrica alimentato da rifiuti degli allevamenti avicoli.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	S.R.S. Servizi di Ricerche e Sviluppo S.r.l. Planitec S.r.l. S.R.S. Engineering Design S.r.l.	1.200.720,00	397.961,00
GERICC-ISPA	Generazione da fonti rinnovabili con Celle a Combustibile a Carbonati Fusi: effetti delle impurezze nelle miscele di alimentazione, sperimentazione su stack di piena area.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	Ansaldo Fuel Cells S.p.A.	1.373.000,00	420.318,56
TEONAT	Studio, progettazione e sperimentazione di una nuova tecnologia per la produzione di energia elettrica da oli vegetali di qualsiasi provenienza.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	BPP S.p.A.	2.549.397,12	843.406,00
Piro4MiniPower	Produzione distribuita di energia elettrica e calore da pirrolidi di matrici organiche residuali.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	Tecnocentro Eng S.r.l. ISRIM Scari	3.172.376,00	978.820,00
FIPEM	Filiera di produzione energetica da microalghe.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	3.994.848,00	693.056,64	
BioHyTech	Sviluppo tecnologico di processi di gassificazione ad alto rendimento per la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili.	Tecnologie innovative di generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili	Officina meccanica la PROMETEC S.r.l. RPS CONSULTING S.r.l. TEA S.r.l. Università di Catania	3.114.000,00	992.190,00

Tabella IV - Graduatorie di merito per i gruppi tematici di cui al bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico (d.m. 12.12.2008)

Acronimo	Progetto	Tema di ricerca	Capofila / Proponenti	Costo	Contributo ammissibile
Gruppo tematico Normative di trasmissione e distribuzione					
METERGLOB	Contributo delle masse estranee estese alla rete di terra globale.	Contributo delle masse estranee estese alla "rete di terra globale"	ENEL Distribuzione S.p.A. Politecnico di Torino Politecnico di Bari Università di Roma La Sapienza Università di Palermo Istituto Italiano del Marchio di Qualità S.p.A.	2.500.265,00	831.329,40
Gruppo tematico Tecniche di trasmissione e distribuzione					
ECO-REDI	Connessione alla rete di distribuzione di impianti di generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile di grande potenza.	Apparati e impianti innovativi per l'evoluzione delle reti di distribuzione	Ansaldo Sistemi Industriali S.p.A.	4.682.819,00	1.194.785,79
AIIP	Apparato estensibile con funzioni integrate di automazione, monitoraggio, interruzione e protezione per reti elettriche in media tensione.	Apparati e impianti innovativi per l'evoluzione delle reti di distribuzione	Col Giovanni Paolo S.p.A. Università di Catania	1.792.242,45	566.420,88
UMALS	Mappatura 3D ad alta velocità dei sottoservizi e sistema automatico di posa cavi energia.	Nuove tecnologie di posa di linee interrate in sedi stradali o autostradali	Tesmec S.p.A. Phyrsman S.p.A. Politecnico di Milano	3.753.793,87	1.057.616,05
INTEGRIT	Integrazione di linee di trasmissione elettrica in cavo in grandi infrastrutture di trasporto stradale ed autostradale verso un utilizzo affidabile delle sinergie.	Nuove tecnologie di posa di linee interrate in sedi stradali o autostradali	Terna S.p.A. Università di Padova CIE S.p.A. Musinet Engineering S.p.,A.	3.999.964,50	1.111.408,50
Gruppo tematico Strategie di trasmissione e distribuzione					
SmartGen	Studio, sviluppo e validazione di metodi e strumenti innovativi per la gestione di reti di distribuzione attive con generazione da fonte rinnovabile.	Evoluzione nella struttura e nella gestione delle reti di distribuzione	Softeco Sismat S.p.A. Enel Ingegneria e Innovazione S.p.A. SDI automazione industriale S.r.l. Università di Bologna Università di Genova	3.652.549,00	1.127.997,00
S_GRID	Micro-rete in isola per distribuzione energia elettrica dotata di PMS per controllo di generatori FER di carichi ed interscambio con rete pubblica.	Evoluzione nella struttura e nella gestione delle reti di distribuzione	Ansaldo Sistemi Industriali S.p.A.	4.826.847,00	945.140,17
SCHEMA	Criteri innovativi per la gestione della rete MT - Esercizio della rete MT in Schema magliato.	Evoluzione nella struttura e nella gestione delle reti di distribuzione	ENEL Distribuzione S.p.A.	3.916.029,00	1.130.067,25
Gruppo tematico Componenti e impianti innovativi					
ECOFRESH	Sistema trigenerativo innovativo ad elevata efficienza per utenze heavy duty con richiesta continuativa di energia frigorifera.	Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la trigenerazione distribuita di piccola taglia	Meta System S.p.A. NST S.p.A.	3.028.400,00	802.940,00
MATEC	Nuovi materiali e nuove tecnologie e per un cogeneratore prototipo a combustione interna.	Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la trigenerazione distribuita di piccola taglia	Rielloway S.r.l. CNR - Dipartimento Energia e Trasporti	3.634.663,00	1.217.548,08
ACCESS	Advanced Components for Competitive and high Efficiency Small Scale cogeneration.	Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la trigenerazione distribuita di piccola taglia	Centro Ricerche Fiat S.c.p.A. Consorzio AREA Astrid Energy Enterprises S.p.A. BestGroup S.r.l. ISNOVA S.c.r.l.	2.731.716,38	825.625,67

Tabella IV - Graduatorie di merito per i gruppi tematici di cui al bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico (d.m. 12.12.2008)

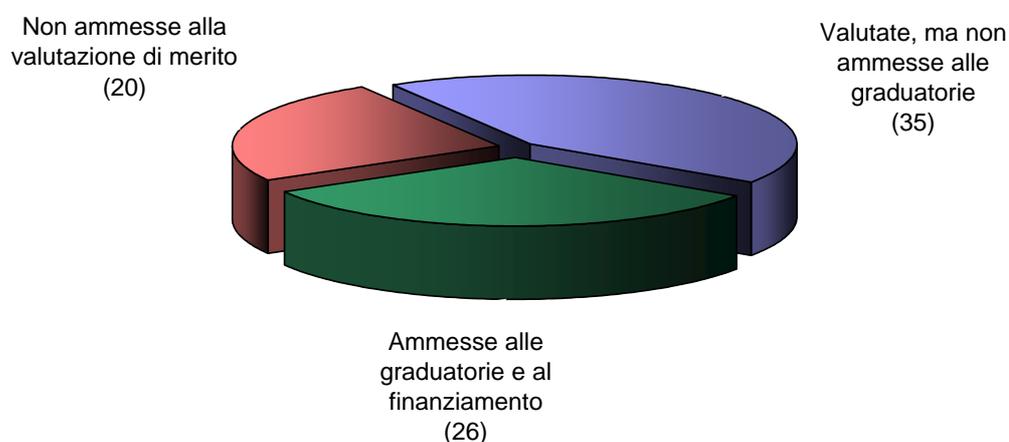
Acronimo	Progetto	Tema di ricerca	Capofila / Proponenti	Costo	Contributo ammissibile
Gruppo tematico Componenti e impianti innovativi (segue)					
STAR	Sidera Trigenerazione ad Alto Rendimento.	Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la trigenerazione distribuita di piccola taglia	ICI Caldaie S.p.A. Politecnico di Milano Recuperator S.r.l.	1.934.303,00	644.437,00
AGV13000	Azionamento elettrico di tipo superveloce per elevate potenze ed elevate tensioni per il conseguimento dell'efficienza energetica negli impianti elettrici dell'industria.	Componenti efficienti per impianti elettrici	Ansaldo Sistemi Industriali S.p.A.	4.918.673,00	926.422,00
SIRRCE	Sistema per la Razionalizzazione energetica Residenziale con integrazione del Condizionamento Estivo.	Sviluppo di componenti e impianti innovativi per la razionalizzazione dei consumi elettrici negli edifici con particolare riferimento al condizionamento estivo	BTicino S.p.A. Università dell'Aquila Università di Palermo Università di Salerno Università di Roma La Sapienza Politecnico di Torino	2.222.258,06	790.702,01

Al termine di questa fase, svoltasi nel periodo settembre-novembre 2009, sono risultati adeguati e ammessi alle graduatorie 26 progetti, per un costo complessivo di circa 77 milioni di euro, 22,4 dei quali finanziati a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico. Le graduatorie dei progetti ammessi al finanziamento, predisposte e trasmesse dal CERSE, sono state approvate dal Ministero dello Sviluppo Economico con decreto 16 febbraio 2010 (vedi tabella IV).

Al termine del processo di valutazione delle proposte, svoltosi nel periodo settembre-novembre 2009, sono risultati adeguati e ammessi alle graduatorie 26 progetti, per un costo complessivo di circa 77 milioni di euro, 22,4 dei quali finanziati a carico del Fondo per la ricerca di sistema elettrico. Le graduatorie dei progetti ammessi al finanziamento, predisposte e trasmesse dal CERSE, sono state approvate dal Ministero dello Sviluppo Economico con decreto 16 febbraio 2010. Nelle figure seguenti sono mostrati gli esiti delle procedure di valutazione e alcune caratteristiche salienti delle proposte di progetto ammesse al finanziamento.

Successivamente all'approvazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di intesa con l'Autorità per l'energia elettrica e il gas, del 16 settembre 2010, recante *"Determinazione dell'ammontare del diritto di cui all'art. 10, comma 2, lett. b) del decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di concerto con il Ministro del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione Economica, dell'Economia 26 gennaio 2000 per l'utilizzo dei risultati delle attività di ricerca finanziata a valere sul Fondo per la ricerca di sistema elettrico"*, sono state avviate le procedure per giungere .

Fig. 3 - Bando per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico 12 dicembre 2008 - Esiti delle valutazioni



Nel corso del 2011 sono stati predisposti i capitolati tecnici e stipulati i contratti di ricerca per 14 dei progetti ammessi al finanziamento e già avviati dagli assegnatari. Nello stesso anno, gli assegnatari di 7 progetti hanno invece dichiarato di non essere più intenzionati ad avviare il progetto stesso ed hanno quindi rinunciato al finanziamento, adducendo prevalentemente il cessato interesse o il manifestarsi di difficoltà economiche.

Fig. 4 - Progetti ammessi al finanziamento per gruppo tematico

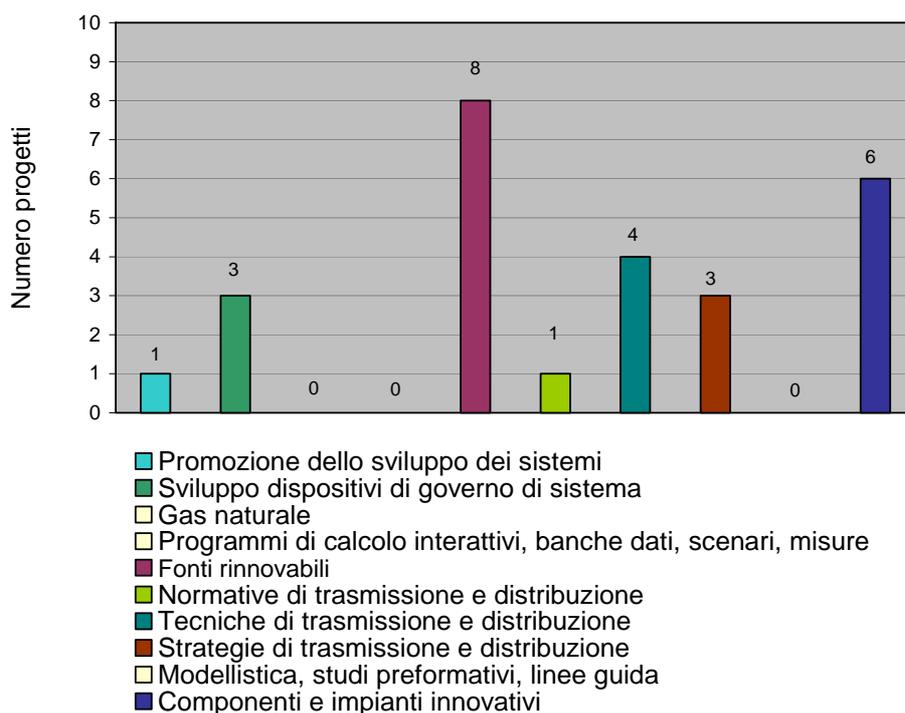


Fig. 5 - Bando per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico 12 dicembre 2008 - Tipologia capofila

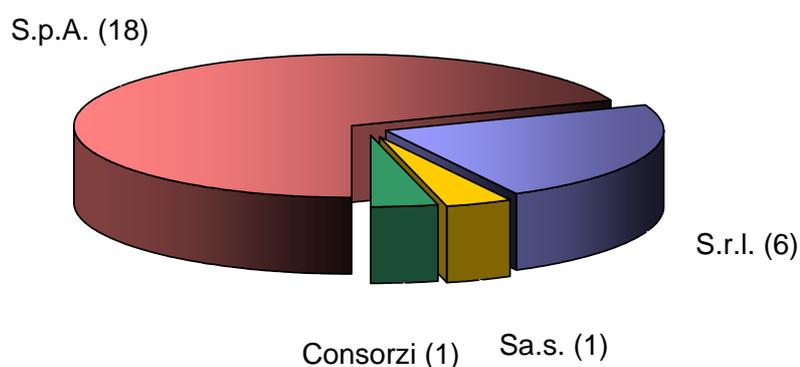


Fig. 6 - Bando per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico 12 dicembre 2008 - Numerosità proponenti

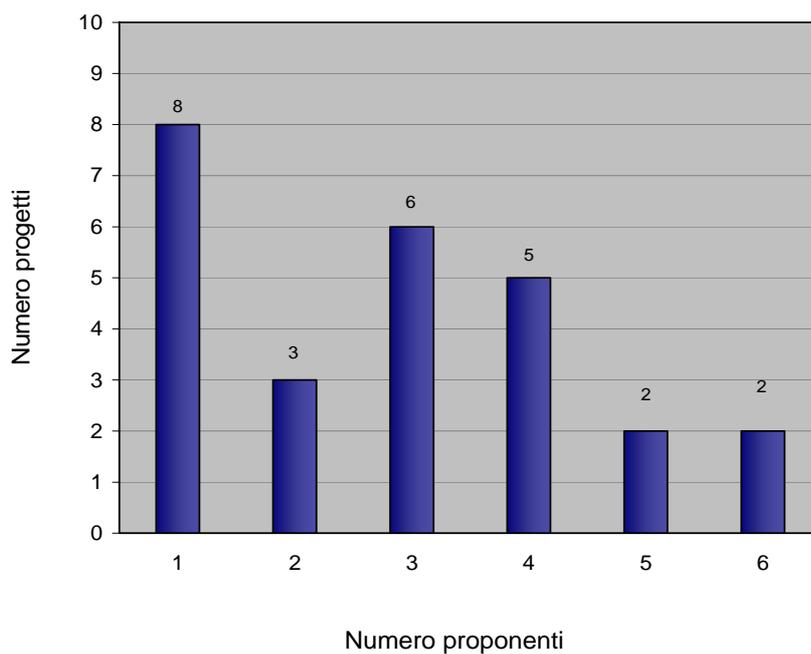


Fig. 7 - Bando per la selezione di progetti di ricerca di sistema elettrico 12 dicembre 2008 - Partecipazione universitaria

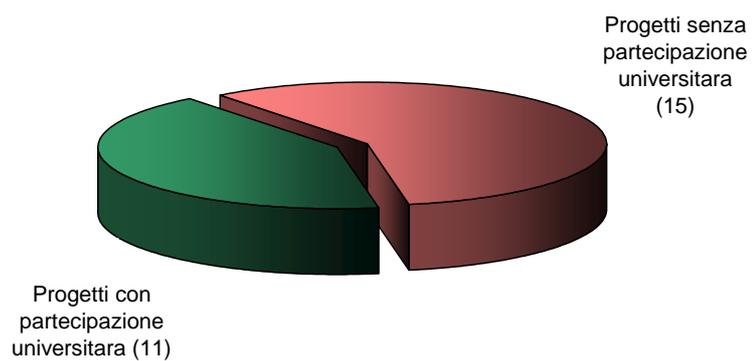


Tabella App./10 - Atenei coinvolti nella realizzazione dei progetti ammessi alle graduatorie ai sensi del Bando 12 dicembre 2008

Ateneo	Partecipazioni
Politecnico di Bari	1
Politecnico di Milano	3
Politecnico di Torino	2
Seconda Università di Napoli	1
Università dell'Aquila	1
Università di Bologna	1
Università di Cagliari	1
Università di Cassino	1
Università di Catania	2
Università di Genova	1
Università di Padova	2
Università di Palermo	2
Università di Salerno	2
Università La Sapienza	2

2.3 Utilizzazione esperti

L'Autorità organizza le attività di valutazione sui progetti di ricerca di sistema elettrico avvalendosi degli esperti inseriti in un apposito elenco, formato con deliberazione 19 settembre 2007, n. 214, e successivamente aggiornato con la deliberazione 26 giugno 2009, RDS 6/09.

Al 31 dicembre 2011 risultano inseriti nell'elenco 151 esperti in possesso dell'esperienza e della competenza richiesta, 61 dei quali coinvolti nelle attività di valutazione di programmi e progetti nel settore elettrico, per complessivi 267 incarichi di valutazione.

Appendice 2

Normativa di riferimento in materia di ricerca di sistema elettrico

Normativa di riferimento in materia di ricerca di sistema elettrico

Per un eventuale approfondimento, vengono riportati gli atti più significativi per la ricerca di sistema elettrico:

Normativa UE

- Direttiva 96/92/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 dicembre 1996 concernente norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.
- Disciplina comunitaria in materia di aiuti di stato a favore di ricerca, sviluppo e innovazione (2006/C 3232/01).
- Regolamento (CE) N. 800/2008 della Commissione del 6 agosto 2008, che dichiara alcune categorie di aiuti compatibili con il mercato comune in applicazione degli articoli 87 e 88 del trattato (regolamento generale di esenzione per categoria).

Normativa nazionale

- Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 - *"Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica"*.
- Decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di concerto col Ministro del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione economica, 26 gennaio 2000 - *"Individuazione degli oneri generali afferenti al sistema elettrico"* (modificato con decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di concerto col Ministro del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione economica, 17 aprile 2001).
- Decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di concerto col Ministro del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione economica, 17 aprile 2001 - *"Modifiche al decreto 26 gennaio 2000 del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica di individuazione degli oneri generali afferenti al sistema elettrico"*.
- Decreto del Ministro delle Attività Produttive 28 febbraio 2003 - *"Modalità di gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale"* (abrogato con decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006).
- Legge 17 aprile 2003, n. 83 - *"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 18 febbraio 2003, n.25, recante disposizioni urgenti in materia di oneri generali del sistema elettrico. Sanatoria degli effetti del decreto-legge 23 dicembre 2002, n. 281"*.
- Decreto del Ministro delle attività produttive 16 maggio 2003, con il quale è stato costituito e sono stati nominati per un triennio i componenti del Comitato di esperti di ricerca per il settore elettrico (CERSE).

- Decreto del Ministro delle attività produttive 19 ottobre 2004, recante modifiche al decreto 16 maggio 2003.
- Decreto del Ministro delle attività produttive 22 settembre 2005, recante ulteriori modifiche al decreto 16 maggio 2003.
- Decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006 - "*Nuove modalità di gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale e abrogazione del decreto del Ministro delle attività produttive 28 febbraio 2003*".
- Decreto del Ministro delle Attività Produttive 23 marzo 2006 - "*Approvazione del Piano triennale della ricerca di sistema e Piano operativo annuale per le attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale e attribuzione delle risorse del Fondo, di cui al decreto 26 gennaio 2000*".
- Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73 - "*Misure urgenti per l'attuazione di disposizioni comunitarie in materia di liberalizzazione dei mercati dell'energia*" (convertito, con modificazioni, nella Legge 125/07).
- Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 21 giugno 2007 - "*Disposizioni transitorie per la gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale, di cui al decreto interministeriale 26 gennaio 2000*".
- Decreto ministeriale 22 giugno 2007, recante approvazione dell'accordo di programma sottoscritto il 21.6.2007 tra il Ministero dello Sviluppo Economico e CNR, in attuazione di quanto previsto dal d.m. 23 marzo 2006.
- Decreto ministeriale 22 giugno 2007, recante approvazione dell'accordo di programma sottoscritto il 21.6.2007 tra il Ministero dello Sviluppo Economico e ENEA, in attuazione di quanto previsto dal d.m. 23 marzo 2006.
- Decreto ministeriale 22 giugno 2007, recante approvazione dell'accordo di programma sottoscritto il 21.6.2007 tra il Ministero dello Sviluppo Economico e CESI Ricerca S.p.A. (ora RSE S.p.A.), in attuazione di quanto previsto dal decreto del Ministro delle attività produttive 23 marzo 2006.
- Legge 3 agosto 2007, n. 125 - "*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 18 giugno 2007, n. 73, recante misure urgenti per l'attuazione di disposizioni comunitarie in materia di liberalizzazione dei mercati dell'energia*".
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 12 dicembre 2008 - "Approvazione del bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema".
- Decreto Legge 30 dicembre 2008, n. 207 - "*Proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni finanziarie urgenti*".

- Legge 27 febbraio 2009, n. 14 - *"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 207, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni finanziarie urgenti"*.
- Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 19 marzo 2009 - *"Approvazione del Piano triennale per la ricerca nell'ambito del sistema elettrico nazionale 2009-2011 e relativo Piano operativo annuale per l'anno 2009"*.
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 4 maggio 2009 - *"Rettifica del Decreto ministeriale del 12 dicembre 2008"*.
- Legge 23 luglio 2009, n. 99 - *"Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia"*.
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 16 febbraio 2010 - *"Approvazione delle graduatorie dei progetti presentati nell'ambito del bando di gara per la selezione dei progetti di ricerca del settore elettrico"*.
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 6 agosto 2010 - *"Nuova ammissione al finanziamento a carico del fondo dei progetti MATEC, ECOFRESH, ISI-CPV, GERRIC-ISPA"*.
- Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di intesa con l'Autorità per l'energia elettrica e il gas 16 settembre 2010 - *"Determinazione dell'ammontare del diritto di cui all'art. 10, comma 2, lett. b) del decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di concerto con il Ministro del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione Economica, dell'Economia 26 gennaio 2000 per l'utilizzo dei risultati delle attività di ricerca finanziata a valere sul Fondo per la ricerca di sistema elettrico"*.
- Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 27 ottobre 2010 - *"Approvazione del Piano Operativo Annuale (POA) 2010 per la Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale"*.
- Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 22 luglio 2011 - *"Approvazione del Piano Operativo Annuale (POA) 2010 per la Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale"*.

Appendice 3

Delibere dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas
in materia di ricerca di sistema elettrico

Delibere dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di ricerca di sistema elettrico

Delibere dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas:

- 204/99 - *"Regolazione della tariffa base, dei parametri e degli altri elementi di riferimento per la determinazione delle tariffe dei servizi di distribuzione e di vendita dell'energia elettrica ai clienti del mercato vincolato ai sensi dell'articolo 2, comma 12, lettera e), della legge 14 novembre 1995, n. 481".7*

- 53/00 - *"Disposizioni in materia di Cassa conguaglio per il settore elettrico".*
- 180/00 - *"Modifica e integrazione delle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 29 dicembre 1999, n. 204/99, e 15 giugno 2000, n. 108/00".*
- 244/00 - *"Aggiornamento per il bimestre gennaio-febbraio 2001 di componenti e parametri della tariffa elettrica. Modificazioni e integrazioni della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 29 dicembre 1999, n. 204/99 e adeguamento del corrispettivo per l'accesso e l'uso della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell'articolo 3, comma 11, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79".*

- 110/01 - *"Modifica della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 29 dicembre 1999, n. 204/99".*
- 158/01 - *"Modalità per la presentazione e criteri per la verifica dei progetti di ricerca della società CESI S.p.a., da ammettere a carico del Fondo, di cui all'articolo 11, comma 1, del decreto 26 gennaio 2000 del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato".*
- 228/01 - *"Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasporto, di misura e di vendita dell'energia elettrica".*

- 55/02 - *"Modificazione della Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 11 luglio 2001, n. 158/01 e approvazione del regolamento recante le modalità operative della gestione del fondo per il finanziamento dell'attività di ricerca".*

- 85/03 - *"Modifica della Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 11 luglio 2001, n. 158/01, per l'ammissione a carico del fondo di cui all'articolo 11, comma 1, del decreto 26 gennaio 2000 del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, dei progetti di ricerca svolti dalla società CESI S.p.A. e per l'erogazione di acconti a valere sul medesimo fondo".*
- 159/03 - *"Erogazione del conguaglio finale alla Società CESI S.p.a. per l'attività di ricerca svolta negli anni 2000, 2001, 2002 e 2003".*

- 5/04 - *"Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2004-2007 e disposizioni in materia di contributi di allacciamento e diritti fissi"*.
 - 41/04 - *"Ammissione al finanziamento a carico del fondo di cui all'articolo 11, comma 1, del decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato 26 gennaio 2000, dei progetti di ricerca presentati dalla società CESI spa"*.
-
- 135/05 - *"Aggiornamento per il trimestre luglio - settembre 2005 di componenti e parametri della tariffa elettrica e del parametro α "*.
-
- 19/06 - *"Modificazioni alla Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 11 luglio 2001, n. 158/01, in materia di verifica dei progetti di ricerca nell'ambito della Ricerca di Sistema per il settore elettrico"*.
 - 48/06 - *"Rilascio di intesa al Ministro delle Attività Produttive in merito allo schema di decreto concernente nuove modalità di gestione del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale, ai sensi dell'articolo 11, comma 2, del decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato 26 gennaio 2000"*.
 - 151/06 - *"Erogazione del conguaglio finale alla società CESI S.p.A. relativo a 12 dei 13 progetti di ricerca approvati con la Delibera n. 41/04"*.
 - 214/06 - *"Erogazione del conguaglio finale alla società CESI S.p.A. relativo al progetto di ricerca NORME approvato con la Delibera n. 41/04"*.
 - 321/06 - *"Aggiornamento per il trimestre gennaio - marzo 2007 di componenti e parametri della tariffa elettrica. Modificazioni e integrazioni dell'Allegato A alla deliberazione 30 gennaio 2004, n. 5/04"*.
-
- 33/07 - *"Rilascio di intesa al Ministro dello Sviluppo Economico in merito allo schema di decreto riguardante l'Operatività del Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale"*.
 - 348/07 - *"Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione"*.

Delibere dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas nelle funzioni del Comitato di esperti di ricerca per il settore elettrico:

- 209/07 - *"Attivazione delle funzioni del CERSE attribuite in via transitoria all'Autorità per l'energia elettrica e il gas con decreto del Ministro dello Sviluppo Economico n. 383 del 21 giugno 2007"*.

- 214/07 - *"Formazione dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico di cui all'art. 11 del decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006"*.
 - 233/07 - *"Nomina degli esperti per la valutazione dei piani annuali di realizzazione 2006 degli accordi di programma stipulati dal ministero dello sviluppo economico con ENEA, CNR e CESI Ricerca"*.
 - 265/07 - *"Supporto all'Autorità per l'energia elettrica e il gas per lo svolgimento delle funzioni attribuitele in via transitoria, con decreto del Ministro dello Sviluppo Economico n. 383 del 21 giugno 2007, in materia di ricerca di sistema elettrico"*.
 - 283/07 - *"Nomina degli esperti per la verifica dei risultati conseguiti nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e CESI Ricerca"*.
 - 334/07 - *"Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - CESI ricerca S.p.A. ed erogazione del relativo conguaglio finale a CESI ricerca S.p.A."*.
-
- RDS 1/08 - *"Nomina degli esperti per la valutazione del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma stipulato dal Ministero dello sviluppo economico con CESI ricerca S.p.A."*.
 - RDS 2/08 - *"Nomina degli esperti per la verifica dei risultati conseguiti nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e CESI ricerca"*.
 - RDS 3/08 - *"Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - CESI Ricerca S.p.A. ed erogazione del relativo conguaglio finale a CESI Ricerca S.p.a."*.
 - RDS 4/08 - *"Approvazione dei criteri di cui all'art. 9, comma 1, lettera b), del decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006, per la predisposizione dello schema di bando per la selezione dei progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b), del decreto 26 gennaio 2000, previsti dal Piano Triennale della ricerca di sistema elettrico 2006-2008 e piano operativo annuale 2006"*.
 - RDS 5/08 - *"Nomina degli esperti per la valutazione del piano annuale di realizzazione 2008 dell'accordo di programma stipulato dal Ministero dello Sviluppo Economico con CESI Ricerca S.p.A."*.
 - RDS 6/08 - *"Richiesta di parere ai soggetti di cui al decreto 8 marzo 2006, art. 2, comma 2, sul Piano Triennale della ricerca di sistema elettrico per il periodo 2009-2011 e avvio di ricognizione"*.
 - RDS 7/08 - *"Nomina degli esperti per la verifica dello stato di avanzamento dei progetti del piano annuale di realizzazione 2008 dell'accordo di programma stipulato dal Ministero dello Sviluppo Economico con CESI Ricerca S.p.A."*.
 - RDS 8/08 - *"Schema di bando di gara per la selezione dei progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b), del decreto 26 gennaio 2000, previsti dal Piano"*

Triennale della ricerca di sistema elettrico 2006-2008 e piano operativo annuale 2006".

- *RDS 9/08 - "Nomina degli esperti per la verifica dello stato di avanzamento e del conseguimento dei risultati finali dei progetti del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma stipulato dal Ministero dello Sviluppo Economico con l'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA)".*
 - *RDS 10/08 - "Approvazione dello stato di avanzamento dei progetti del piano annuale di realizzazione 2008 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e CESI Ricerca S.p.A. ed erogazione della relativa quota di contribuzione a CESI Ricerca S.p.A.".*
-
- *RDS 1/09 - "Approvazione dello stato di avanzamento dei progetti del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente ed erogazione della relativa quota di contribuzione".*
 - *RDS 2/09 - "Criteri per l'aggiornamento dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico di cui all'art. 11 del decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006 e avvio di una selezione di esperti per l'aggiornamento dell'elenco formato con Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 6 settembre 2007, n. 214/07".*
 - *RDS 3/09 - "Nomina degli esperti per la verifica dell'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate e dei risultati finali conseguiti nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e Consiglio Nazionale delle Ricerche".*
 - *RDS 4/09 - "Nomina degli esperti per la verifica dell'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate e del conseguimento dei risultati finali nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2008 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - CESI Ricerca S.p.A.".*
 - *RDS 5/09 - "Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - CNR ed erogazione del relativo conguaglio finale al CNR".*
 - *RDS 6/09 - "Aggiornamento dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico di cui all'art. 11 del decreto del Ministro delle attività produttive 8 marzo 2006, formato con Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 214/07".*
 - *RDS 7/09 - "Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2008 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - ERSE S.p.A. (già CESI Ricerca S.p.A.) ed erogazione del relativo conguaglio finale a ERSE S.p.A.".*
 - *RDS 8/09 - "Designazione degli esperti per la valutazione dei piani annuali di realizzazione 2007 presentati dall'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e*

l'Ambiente e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli accordi di programma stipulati con il Ministero dello Sviluppo Economico".

- *RDS 9/09 - "Ammissione alla valutazione di merito di progetti non esclusi nell'ambito della selezione di progetti di ricerca di sistema di cui al decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 12 dicembre 2008 e individuazione degli esperti cui affidare la valutazione stessa"*.
 - *RDS 10/09 - "Individuazione degli esperti per la valutazione del piano annuale di realizzazione 2009 dell'accordo di programma stipulato tra Ministero dello Sviluppo Economico e ERSE S.p.A. (già CESI Ricerca S.p.A.)"*.
 - *RDS 11/09 - "Trasmissione al Ministero dello Sviluppo Economico delle graduatorie dei progetti presentati nell'ambito del bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema di cui ai decreti dello stesso Ministero 12 dicembre 2008 e 4 maggio 2009"*.
-
- *RDS 1/10 - "Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2006 dell'accordo di programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (già Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) ed erogazione del contributo residuo"*.
 - *RDS 2/10 - "Individuazione degli esperti per la verifica dell'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate e del conseguimento dei risultati finali nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2009 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - ERSE S.p.A."*.
 - *RDS 3/10 - "Rilascio di intesa al Ministro dello Sviluppo Economico in merito allo schema di decreto di cui all'articolo 10, comma 2, lettera b), del decreto ministeriale 26 gennaio 2000"*.
 - *RDS 4/10 - "Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2009 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - ERSE S.p.A. ed erogazione del relativo conguaglio finale"*.
 - *RDS 5/10 - "Individuazione degli esperti per la verifica dell'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate e dei risultati finali conseguiti nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e Consiglio Nazionale delle Ricerche"*.
 - *RDS 6/10 - "Attività istruttoria supplementare sui progetti MATEC, ECOFRESH, ISI-CPV e GERRIC-ISPA, ammessi con riserva nelle graduatorie approvate con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 16 febbraio 2010"*.
 - *RDS 7/10 - "Proposta di Piano operativo annuale 2010 del Piano Triennale della ricerca di sistema elettrico 2009-2011"*.
 - *RDS 8/10 - "Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e Consiglio Nazionale delle Ricerche ed erogazione del conguaglio finale"*.

- RDS 9/10 - *"Individuazione degli esperti per la valutazione del Piano annuale di realizzazione 2008 dell'accordo di programma triennale tra Ministero dello Sviluppo Economico e Consiglio Nazionale delle Ricerche".*
 - RDS 10/10 - *"Individuazione degli esperti per la verifica dell'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate e dei risultati finali conseguiti nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2007 e per la valutazione del piano annuale di realizzazione 2008/09 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA".*
 - RDS 11/10 - *"Individuazione degli esperti per la predisposizione del capitolato tecnico e per la valutazione in itinere e finale dei progetti di ricerca presentati ai sensi del bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema, approvato con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 12 dicembre 2008, e ammessi alle graduatorie con decreto del medesimo Ministero del 16 febbraio 2010".*
 - RDS 12/10 - *"Individuazione degli esperti per la valutazione ai fini dell'ammissione al finanziamento del piano annuale di realizzazione 2010 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e RSE S.p.A. (già ERSE S.p.A.) e per la verifica dell'ammissibilità, pertinenza e congruità delle spese documentate e del conseguimento dei risultati finali nell'ambito dei progetti del medesimo Piano".*
 - RDS 13/10 - *"Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) ed erogazione del contributo residuo".*
-
- RDS 1/11 - *"Approvazione dei criteri di cui all'art. 9, comma 1, lettera b), del decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006, per la predisposizione dello schema di bando per la selezione dei progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b), del decreto 26 gennaio 2000 previsti dal Piano Triennale per la ricerca nell'ambito del sistema elettrico nazionale 2009-2011 e dal Piano operativo annuale 2010 per la ricerca di sistema elettrico nazionale".*
 - RDS 2/11 - *" Individuazione degli esperti per la valutazione del piano annuale di realizzazione 2010 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e Agenzia nazionale per le nuove tecnologie e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA)".*
 - RDS 3/11 - *"Proposta di Piano operativo annuale 2011 del Piano Triennale della ricerca di sistema elettrico 2009-2011".*
 - RDS 4/11 - *"Approvazione delle proposte di modifica presentate dagli assegnatari dei progetti SIRRCE, DEVELTAR, ENERGAVI e SMARTGEN, ai sensi dell'art. 11, comma 4, del Bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema, approvato con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 12 dicembre 2008".*
 - RDS 5/11 - *"Approvazione del consuntivo delle attività del piano annuale di realizzazione 2010 dell'accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - RSE S.p.A. ed erogazione del relativo conguaglio finale".*

- RDS 6/11 - *"Rideterminazione del costo ammissibile delle attività relative ai progetti del piano annuale di realizzazione 2007 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e Consiglio Nazionale delle Ricerche e conseguente rettifica della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 31 agosto 2010, RDS 8/10"*.
- RDS 7/11 - *"Individuazione degli esperti per la valutazione ai fini dell'ammissione al finanziamento del piano annuale di realizzazione 2011 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e RSE S.p.A. (già ERSE S.p.A.)"*.
- RDS 8/11 - *"Individuazione degli esperti per la verifica della congruità, pertinenza e ammissibilità delle spese documentate e dei risultati finali conseguiti nell'ambito dei progetti del piano annuale di realizzazione 2008 e per la valutazione ai fini dell'ammissione al finanziamento del piano di realizzazione 2009/10 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e CNR"*.
- RDS 9/11 - *"Individuazione degli esperti per la verifica della congruità, pertinenza e ammissibilità delle spese documentate e dei risultati finali conseguiti nell'ambito dei progetti del piano di realizzazione 2008/09 e per la valutazione ai fini dell'ammissione al finanziamento del piano di realizzazione 2011 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA"*.
- RDS 10/11 - *"Individuazione degli esperti per la verifica dello stato di avanzamento dei progetti del piano annuale di realizzazione 2011 dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico e RSE S.p.A. e per la verifica della congruità, pertinenza e ammissibilità delle spese documentate, ai fini dell'erogazione della relativa quota di contribuzione"*.
- RDS 11/11 - *"Approvazione delle proposte di modifica presentate dagli assegnatari dei progetti ISI-CPV, MATEC, SDG e BioHyTech, ai sensi dell'art. 11, comma 4, del Bando di gara per la selezione di progetti di ricerca di sistema, approvato con decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 12 dicembre 2008"*.
- RDS 12/11 - *"Approvazione del consuntivo delle attività del piano di realizzazione 2008/09 dell'accordo di programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) ed erogazione del contributo residuo"*.
- RDS 13/11 - *"Nuovi criteri per l'aggiornamento dell'elenco degli esperti per la valutazione dei progetti di ricerca di sistema del settore elettrico, di cui all'art. 11 del decreto del Ministro delle Attività Produttive 8 marzo 2006 e avvio di una selezione di esperti, ai fini dell'aggiornamento dell'elenco"*.