



Ricerca di Sistema elettrico

## Diffusione dei risultati e partecipazione a reti internazionali inerenti l'accumulo elettrochimico

Pier Paolo Prosinì

DIFFUSIONE DEI RISULTATI E PARTECIPAZIONE A RETI INTERNAZIONALI INERENTI L'ACCUMULO  
ELETTROCHIMICO

Pier Paolo Prosini (ENEA)

Settembre 2017

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2016

Area: Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

Progetto: Sistemi di accumulo di energia per il sistema elettrico

Obiettivo: Comunicazione e diffusione dei risultati

Responsabile del Progetto: Pier Paolo Prosini, ENEA

## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE (STILE TITOLO 1).....	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	5
2.1 PARTECIPAZIONE ALL' AGENZIA INTERNAZIONALE DELL'ENERGIA.....	5
2.2 PARTECIPAZIONE ALL'EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE .....	12
3 PARTECIPAZIONE A CONFERENZE INTERNAZIONALI.....	14
4 PUBBLICAZIONI.....	16
5 CONCLUSIONI .....	16

## Sommario

In questo rapporto sono riportate le principali collaborazioni internazionali intraprese dall'ENEA da ottobre 2016 a settembre 2017 ed ad alcune delle iniziative intraprese al fine di comunicare o scambiare i risultati delle attività svolte all'interno del Progetto Sistemi avanzati di accumulo dell'energia. La partecipazione è stata funzionale al ruolo di supporto tecnico-scientifico e programmatico che l'ENEA svolge per i Ministeri competenti e per l'industria nazionale nel suo complesso. Come negli anni precedenti sono proseguite le attività relative alla partecipazione alle attività dell'Implementing Agreement (IA) dell'International Energy Agency (IEA) su Energy Conservation through Energy Storage (ECES) e quelle relative alla partecipazione al Comitato di coordinamento strategico CERT (Committee for Energy Research and Technology). Inoltre, è proseguita la partecipazione all'European Energy Research Alliance (EERA), contribuendo principalmente al tema Energy storage. Le azioni di comunicazione e diffusione dei risultati della ricerca svolte all'interno del Programma Ricerca di Sistema Elettrico, sono state divulgate all'interno mediante partecipazione ad iniziative nazionali ed europee (Convegni e mostre) con la presentazione di relazioni e la illustrazione delle attività e dei principali risultati ottenuti, in modo di confrontare ed aggiornare i programmi di intervento nel settore.

## 1 Introduzione

Tra le varie attività legate all'accordo di programma con il Ministero Ricerca di Sistema Elettrico, L'ENEA è impegnata sia in ambito nazionale che internazionale alla divulgazione dei risultati e alla partecipazione a vari gruppi di lavoro riguardanti l'accumulo di energia per applicazioni stazionarie. Queste attività di collaborazione, specialmente a livello internazionale, hanno anche lo scopo di creare alleanze e favorire una maggiore integrazione tra i programmi nazionali di R&S delle diverse tecnologie dell'accumulo con quanto viene fatto nel resto dell'Europa e nel mondo. Oltre a quanto detto occorre rimarcare che le attività perseguite si estendono anche alla diffusione dei risultati ottenuti a livello nazionale ed al confronto con le attività portate avanti dagli altri partner internazionali. Oltre a confrontarsi sui programmi una particolare attenzione è stata da sempre data alla validazione e all'aggiornamento di norme specifiche che possono risultare contrastanti in funzione delle varie applicazioni cui è dedicato l'accumulo elettrochimico.

## 2 Descrizione delle attività svolte e risultati

### 2.1 Partecipazione all' Agenzia Internazionale dell'Energia

Questo anno sono state indette quattro riunioni di cui una associata ad un workshop. Si riportano le date e le location delle riunioni:

- 2-3 novembre 2016 - Parigi; seguita da un workshop il 4 novembre sull'Attuazione del piano strategico ECES 2016-2021
- 21-22 febbraio 2017- Parigi, seguita da un workshop il 23 febbraio su IEA-Mission Innovation-Enhancing Public-Private Sector Collaboration;
- 15-18 maggio 2017 - Parigi; seguita da un Workshop congiunto SLT-CERT
- 19-20 giugno 2017, (di cui mezza giornata insieme al Gruppo di Cooperazione a Lungo Termine (SLT).

La 75°/76° e 77° riunione del Comitato per la Ricerca e la Tecnologia Energetica (CERT) si sono tenute a Parigi. In agenda erano previsti molteplici temi; i più rilevanti sono stati l'aggiornamento sulla discussione del Governing Board di ottobre 2016 e la preparazione della Ministeriale; la transizione del Segretariato della Clean Energy Ministerial all'Agenzia nonché l'input a Mission Innovation; la collaborazione con il Gruppo di Cooperazione a Lungo Termine (SLT); la richiesta di estensione del mandato del Gruppo di lavoro sui Combustibili Fossili (WPFF); il rapporto annuale del Gruppo di lavoro sulle Tecnologie per gli usi finali dell'energia (EUWP); la nuova strategia a medio termine dell'Agenzia per la ricerca e la tecnologia energetica per il periodo 2018-2022; l'approvazione del nuovo Programma di Collaborazione Tecnologica (TCP) su Clean Energy Education and Empowerment; la richiesta di estensione temporale del mandato del Gruppo di esperti sulla Ricerca & Sviluppo (EGRD); il rapporto annuale del Gruppo di lavoro sui Combustibili Fossili e del Comitato di Coordinamento della Fusione Nucleare dell'energia; il risultato dell'attività di indagine (survey) sulle attività dei TCPs, la richiesta di estensione temporale del TCP sulla Combustione.

Per quanto attiene al ruolo dell'AIE come attore protagonista nella transizione energetica (ovvero verso un sistema economico ed energetico low carbon), il futuro posizionamento che l'Agenzia assumerà a riguardo può essere definita *continued evolution*, che prevede un rafforzamento del portafoglio di conoscenze e il sostegno all'implementazione di soluzioni con un focus più mirato verso l'obiettivo di co-governare la transizione e, pertanto, implica un incremento dei contributi all'Agenzia da parte degli Stati Membri.

Il Ministro dell'Energia svedese Ibrahim Baylan è stato eletto Chair della Ministeriale che si terrà il 7-8 novembre 2017 al Centro delle Conferenze del Ministero degli Affari Esteri francese. Le proposte del CERT per la Ministeriale riguardano:

- La Strategia a medio-termine per la R&S energetica 2108-2022
- Un documento di sintesi delle azioni svolte nell'ultimo biennio per dare attuazione al mandato al CERT della Ministeriale del 2015.

Il consiglio direttivo del CERT si trova attualmente con una carica di vice presidente vacante, inizialmente rivestita da Toshiro Okada che ha rassegnato le dimissioni ad ottobre 2016, e due cariche di vice presidente in scadenza nel 2017, Steve Martin a giugno e Lars Guldbrand a novembre. Per questo motivo occorre entro il 15 febbraio 2017 proporre delle candidature per rivestire tali cariche.

La procedura di elezione di queste cariche prevede che nella prima riunione dell'anno di scadenza del mandato, il Segretariato avvii una "call for nominations" per i delegati interessati a ricoprire le posizioni. Nel caso di più candidature si procede al voto. In caso contrario, il CERT accetta la candidatura e trasmette al Governing Board. Due sono state le candidature presentate:

Lars Guldbrand, del Dipartimento Energia del Ministero svedese dell'Energia e dell'Ambiente, ha presentato la candidatura per un secondo mandato;

Bert Stuij, manager della Netherlands Enterprise Agency del Ministero degli Affari Economici ha presentato la sua candidatura per un primo mandato.

In assenza dell'attesa proposta del candidato del Giappone, Steve Martin continuerà a occupare la posizione di Vice Chair fino all'arrivo della candidatura giapponese.

Altri imminenti cambiamenti all'interno del Segretariato sono i seguenti: Kamel Benaceur, Direttore di Sostenibilità, Tecnologie e Outlooks; Jean-François Gagné, Responsabile del Progetto ETP ed Eric Masanet, Energy Demand Technology Unit, lasceranno l'Agenzia tra fine giugno e fine agosto. David Turk assumerà la funzione di Acting Director al posto di Benaceur.

Particolare attenzione è stata riservata alle attività che l'agenzia intraprenderà all'interno del programma Mission Innovation (MI). Il CERT ha deciso di assumere un ruolo attivo e di mettere a disposizione la rete tecnologica energetica (ETN) costituita dai Programmi di collaborazione tecnologica (TCPs) al servizio del raggiungimento delle sette sfide proposte da MI. Il workshop del 27 febbraio avrà come oggetto l'interazione tra MI e i TCPs le cui attività abbiano elementi comuni con i sette challenges.

Per quel che riguarda la Medium-term Strategy for Energy Research and Technology (2018-2022) dell'IEA risulta che tale strategia copre solo il periodo 2013-2017 e quindi ha bisogno di essere rivisitata alla luce degli importanti eventi internazionali degli ultimi anni. Quindi occorre predisporre una nuova versione che dovrà essere pronta per la riunione di febbraio 2017 con l'intenzione di avere la strategia approvata per presentarla alla riunione Ministeriale del 2017. È stata quindi presentata la versione finale della Strategia a medio termine dell'Agenzia per la R&S nel settore energetico. Rispetto alla prima bozza il documento finale è stata semplificato attraverso la riformulazione della parte introduttiva e l'aggiunta di uno specifico paragrafo sulle attività (Roadmaps, Energy Technology Perspectives; Tracking Clean Energy Progress) e l'esplicitazione dei rapporti fra l'Agenzia e le due iniziative multilaterali Clean Energy Ministerial (CEM) e Mission Innovation (MI). Alla seconda Ministeriale di MI e l'ottava Ministeriale della CEM hanno partecipato quattordici Ministri e altrettanti Capi Delegazione; Leaders di dieci organizzazioni aventi lo status di osservatori (Breakthrough Energy Coalition, IEA, IRENA, IPEEC, SE4ALL, World Economic Forum, World Energy Council, UNEP e UNIDO). La Delegazione italiana è stata guidata dal Sotto Segretario del MiSE, Ivan Scalfarotto. Nel seguito si riporta il quadro riassuntivo delle aree d'interesse dei Paesi aderenti a MI.

### Mission Innovation Clean Energy R&D Focus Areas



**Figura 1. Aree di interesse per svolgere attività di ricerca e sviluppo individuate all'interno di MI per i diversi paesi partecipanti.**

Sono stati presentati gli aggiornamenti sull'ETP 2017, su Tracking Clean Energy Progress e sulla seconda fase delle Technology Roadmaps. Il progetto ETP rappresenta il programma più ampio dell'Agenzia sulle tecnologie energetiche, coinvolge più di una cinquantina di esperti interni provenienti da tutti i Dipartimenti, dal contributo dell'Energy Technology Network e in particolare dei TCPs. L'ETP 2017 su Re-Defining Clean Energy Technology Ambitions sarà pubblicato nell'estate del prossimo anno. Alla luce delle decisioni prese a COP 21, l'edizione del 2017 affinerà lo sguardo a lungo termine delle tecnologie energetiche per esaminare percorsi compatibili con una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Gli aggiornamenti previsti per l'anno in corso riguardano gli Smart Energy Systems, Bioenergia e Cemento. I nuovi titoli per il 2018 sono Cooling and refrigeration, Iron and Steel e How2Guide for Solar Energy.

Dal 2008, l'AIE, su richiesta dei Ministri del G8 e della Cina, India e Corea del Sud, ha iniziato lo sviluppo delle roadmaps sulle tecnologie più promettenti a basso contenuto di carbonio. Finora sono state pubblicate trentadue roadmaps su ventun aree tecnologiche. Dal 2014 la serie è stata affiancata dalle How2Guides, coordinata da Simone Landolina attraverso la Technology Platform. Le How2Guide sono essenzialmente dei manuali per le autorità che a livello nazionale o regionale sono responsabili per la pianificazione delle politiche energetiche – in altre parole sono delle guide per sviluppare delle TRs per i singoli paesi, in particolare per i Partners. Al momento ne sono state pubblicate due (Eolico, 2014; Smart Grids, 2015) e terzo titolo sulla Bioenergia elaborato insieme alla FAO uscirà nel 2016. L'Agenzia propone la continuazione per il periodo 2017-2020 delle attività sulle Roadmaps affiancate dalle How2Guides che costituiscono un complemento importante. L'endorsement dei Ministri in occasione della riunione del G7 2016 in Giappone ha fornito opportuno sostegno al secondo ciclo in modo analogo di quanto successe nel 2008 a seguito della richiesta dell'allora G8. Il nuovo ciclo sarà sviluppato con un approccio più regionale. Saranno seguiti cinque criteri per selezionare le tecnologie prioritarie sulle quali lavorare: il supporto degli stakeholders; la rilevanza della tecnologia; la presenza di innovation gaps; il finanziamento e le risorse umane e expertise del segretariato. Gli aggiornamenti proposti dal Segretariato sono i seguenti: Smart Energy Systems (update of 2011 Smart Grids); Bioenergy (update of 2011 and 2012); Heating and Cooling in Buildings (update of 2011); Electric and Plug-in Hybrid Vehicles (update of 2011).

I nuovi titoli sono

- Industria del Cemento in Brasile e Cina;
- Iron and Steel
- Efficient Freight
- Renewables in Industry
- Ocean Energy
- Low-Carbon Technology for Fossil Fuel Power Generation

Jarad Daniels, del US DoE presidente del Gruppo di lavoro sui combustibili fossili (WPF) i cui obiettivi sono quelli di incoraggiare la sicurezza energetica e la tutela dell'ambiente attraverso il monitoraggio delle politiche e delle tendenze della tecnologia dei combustibili fossili nel settore dell'IEA e dei paesi partner chiave ha illustrato il nuovo mandato e il piano strategico del WPF per il triennio 2017-2019. Le priorità del nuovo programma sono la dislocazione della cattura e dello stoccaggio della CO<sub>2</sub> nella generazione di elettricità e nell'industria; le tecnologie a basse emissioni per l'utilizzo dei combustibili fossili nella generazione di elettricità nell'industria; le tendenze del mercato dei combustibili fossili; lo sviluppo di combustibili alternativi per il trasporto, ottenendo l'approvazione del CERT. : Clean Coal Center e Fluidized Bed Conversion. La strategia del WPF per il 2017-2019 poggia su quattro pilastri:

- le tendenze dell'offerta dei combustibili fossili;
- l'utilizzo di tecnologie innovative per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> dovute all'utilizzo degli stessi;
- i combustibili alternativi per il trasporto;
- e la cattura e stoccaggio di CO<sub>2</sub>.

I cinque TCPs nel suo portafoglio sono:

- IEA Greenhouse Gas R&D Program (budget 2016 USD 1.56 milioni);
- IEA Clean Coal Center (budget 2016: USD 1.8 milioni);
- Gas & Oil Technology;
- Enhanced Oil Recovery;
- Fluidized Bed Conversion of Fuels applied to CleanEnergy Production.

L'Italia partecipa solo a due: Clean Coal Center e Fluidized Bed Conversion.

Il Comitato di Coordinamento sulla Fusione Nucleare ha otto TCPs nel suo portafoglio; essi coordinano le attività sperimentali nelle diverse facilities distribuite a livello globale volte a esaminare i diversi aspetti della tecnologia sulla Fusione Nucleare:

- Aspetti ambientali, economici e di sicurezza;
- Materiali per la Fusione;
- Cooperazione sui programmi Tokamak;
- Stellerator-Heliotron;
- Tecnologie nucleari per i Reattori a Fusione;
- Interazione del Plasma con la parete;
- Reverse Field Pinches;
- Spherical Tori.

Partecipano al FPCC Euratom; l'Agenzia dell'Energia Atomica del Giappone; il Dipartimento di Energia degli USA; il Ministero dell'Istruzione, Scienza e Tecnologia della Corea; l'Istituto di Ricerca del Plasma dell'India; l'Agenzia Domestica ITER della Cina e l'Organizzazione Internazionale ITER. L'Italia partecipa al FPCC attraverso l'ENEA.

La proposta di costituzione di un nuovo Programma di Collaborazione Tecnologica (TCP) denominato Clean Energy Education and Empowerment operata da USA, Svezia e Canada è stata approvata dal CERT e sarà in agenda del Governing Board del 16-17 marzo per l'approvazione finale. Il C3E - varato nel 2012 come un'iniziativa della CEM- si prefigge di promuovere e stimolare la partecipazione delle donne al processo di transizione energetica anche attraverso l'azione diplomatica di figure femminili di rilevanza in ambiti organizzativi ed economici legate al settore dell'energia ed in particolare dello sviluppo di energie pulite. Molte delegazioni hanno espresso parere positivo (oltre ai promotori, Finlandia, Giappone, Norvegia, Marocco) e manifestato interesse per l'adesione. Il Dipartimento di Energia degli USA fornirà un contributo volontario di USD 50 000 al costituendo programma. Da parte italiana, Massimiliano Umile del MiSE ha informato sui contatti preliminari stabiliti con il Dipartimento delle Pari Opportunità della Presidenza del Consiglio dei Ministri e avallato il TCP, facendo anche riferimento al precedente caso dell'iniziativa CEM poi diventata anche TCP ISGAN (Smart Grids). L'Italia ha aderito attraverso l'ENEA - Ufficio Studi e il Presidente Prof. Testa è in procinto di firmare la signature page inviata dall'Ufficio Legale dell'Agenzia. Il Segretariato ha comunicato che Cile, Finlandia e gli Emirati Arabi Uniti stanno considerando la partecipazione e rivedendo l'apposita documentazione.

Massimiliano Umile ha operato un intervento teso a illustrare i lavori preparatori che il MiSE sta svolgendo in vista del prossimo vertice Ministeriale dei Paesi G7-sezione Energia. È stato puntualizzato che l'argomento centrale sarà la sicurezza energetica, in continuità proprio con il vertice analogo svoltosi nel 2014 sempre a Roma in seguito alla crisi russo-ucraina. Il tema centrale della sicurezza sarà discusso e declinato sia per quanto riguarda gli approvvigionamenti energetici (gas ed elettricità), che sotto il profilo della sicurezza cibernetica dei sistemi energetici, nonché delle problematiche derivanti dalla progressiva e necessaria integrazione di energia prodotta da fonti rinnovabili (specie quelle variabili solare ed eolico) e le implicazioni per la sicurezza specie dei sistemi elettrici che ciò comporta. Inoltre è stato esplicitato che la ricerca e lo sviluppo delle tecnologie energetiche pulite sarà altresì oggetto della Ministeriale (vedi anche Mission Innovation) e che a tale proposito i Paesi G7 avalleranno il nuovo ciclo delle Technology Roadmaps che l'Agenzia si appresta a varare.

Il workshop del 22 novembre 2016 riguardava l'Attuazione del piano strategico ECES 2016-2021. L'accordo internazionale ECES, avviato nel 1978, ha come missione quella di stimolare e facilitare la collaborazione della ricerca internazionale mirata alla scoperta, sviluppo, implementazione e dimostrazione di sistemi di stoccaggio dell'energia come parte della trasformazione da un sistema energetico basato su combustibili fossili a un sistema energetico basato su fonti energetiche rinnovabili.

L'ambito del lavoro in ECES è:

- Attività di ricerca e diffusione di tecnologie di stoccaggio sia termico che elettrico.
- Tecnologie di stoccaggio come motore principale per la trasformazione del sistema energetico verso un'offerta rinnovabile.
- Collaborazione internazionale svolta in collaborazione tra i Paesi IEA in unione con i Paesi in via di sviluppo e in via di transizione.

Gli obiettivi dell'ECES sono:

- Stimolare e facilitare la collaborazione di ricerca internazionale.
- Sviluppare l'implementazione e la dimostrazione dei sistemi di stoccaggio dell'energia.
- Aumentare la consapevolezza e la visibilità delle tecnologie di stoccaggio dell'energia come parte essenziale della trasformazione del sistema energetico complessivo.
- Creare una piattaforma aperta e accessibile per scambiare gli sviluppi più recenti ed esperienze nel campo della ricerca e del dispiegamento dei sistemi di stoccaggio dell'energia.

Poiché l'immagazzinamento di energia è un problema trasversale, occorre tener conto delle conoscenze acquisite in molte discipline differenti tra loro, quali l'approvvigionamento energetico gli usi finali, nonché la distribuzione. Per utilizzare questa esperienza diffusa in modo efficiente e approfittare delle sinergie che ne derivano, è necessario un coordinamento ad alto livello per sviluppare piani di lavoro adeguati e obiettivi di ricerca. ECES è responsabile dell'adempimento di questo importante compito. Il piano strategico dell'ECES comprende pertanto attività di ricerca (strategie per la ricerca e lo sviluppo scientifico, la diffusione e il dispiegamento del mercato), nonché attività di coordinamento (obiettivi e amministrazione).

Attualmente partecipano all'ECES. 18 Paesi in qualità di parti contraenti, delegati e supplenti: Belgio, Canada, Cina, Corea del Sud, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Giappone, Italia, Norvegia, Olanda, Slovenia, Spagna, Svezia, Turchia e USA.

Il piano strategico ECES identifica numerose azioni che ECES affronterà in questo periodo. Il workshop si prefigge di indicare gli argomenti cui ECES deve dare priorità nel prossimo periodo. Lo scopo è quello di aumentare l'impatto delle tecnologie di stoccaggio energetico nella trasformazione del nostro sistema energetico verso una situazione a zero-carbonio. Le tecnologie a disposizione possono essere riassunte in tre grandi gruppi: stoccaggio elettrico puro, stoccaggio termico puro e sistemi di stoccaggio ibridi. Oltre a queste opzioni tecniche occorre identificare anche la necessità di includere questioni trasversali che aumentano la penetrazione delle tecnologie di stoccaggio sul mercato. Questi includono:

- banche dati su tutti i tipi di progetti di stoccaggio realizzati;
- sviluppo di norme e linee guida per la valutazione e la corretta attuazione delle tecnologie di stoccaggio;
- valutazione economica di ampia prospettiva, inclusi i costi evitati, i benefici del sistema, ecc.
- stima dell'accettazione sociale delle tecnologie di stoccaggio;

Il workshop del 23 febbraio 2017 verteva su IEA-Mission Innovation - Enhancing Public-Private Sector Collaboration. "Mission innovazione" (MI) mira a rinvigorire e accelerare l'innovazione globale di energia pulita con l'obiettivo di rendere l'energia pulita ampiamente accessibile. La comunità globale ha compiuto notevoli progressi nel ridurre i costi e aumentare l'utilizzo delle opzioni di energia pulite. Tuttavia, questi impressionanti guadagni sono ancora insufficienti per soddisfare i nostri obiettivi climatici a lungo termine, fornendo affidabili e sicure forniture di energia a prezzi accessibili.

I governi dell'Australia, del Brasile, del Canada, del Cile, della Cina, della Danimarca, della Finlandia, della Francia, della Germania, dell'India, Indonesia, Italia, Giappone, Repubblica di Corea, Messico, Paesi Bassi, Norvegia, Regno di Saudita Arabia, Svezia, Emirati Arabi Uniti, Regno Unito, Stati Uniti e la Commissione Europa partecipano a MI. Ogni governo si è impegnato a raddoppiare investimenti in R & S di energia pulita, collettivamente da un importo di 15 miliardi di dollari ad oltre 30 miliardi di dollari l'anno entro il 2020/21. Collettivamente, i Paesi firmatari di MI corrispondono già ben oltre dell'80% dei finanziamenti pubblici a livello mondiale per R&D sull'energia pulita. Scopo dei membri di MI è anche quello di incoraggiare la collaborazione, condividere informazioni e coordinare le attività con le imprese produttive e gli investitori.

Esistono diverse sinergie tra le "Innovation Challenge" in ambito Mission Innovation (MI) e i Programmi di Collaborazione Tecnologica IEA (TCP). Per ogni "Innovation Challenge" è quindi possibile elencare, insieme alle aree di attività analoghe, la corrispondenza dei TCP e i punti chiave di contatto. Questo può permettere di facilitare la connessione dei punti e l'identificazione delle opportunità per un'ulteriore cooperazione reciprocamente vantaggiosa.

Le "Innovation Challenge" sono "call" globali per l'attuazione di azioni che mirano ad accelerare la R&D nelle aree tecnologiche in cui i membri del MI credono che un'intensa attenzione internazionale potrebbe avere un impatto significativo nella lotta contro i cambiamenti climatici. Queste sfide sono volte a catalizzare gli sforzi di ricerca globali in aree che potrebbero offrire vantaggi significativi nella riduzione

delle emissioni di gas a effetto serra, aumentando la sicurezza nell'uso dell'energia e creare nuove opportunità di lavoro per una crescita economica nel rispetto dell'ambiente. In questo modo i membri del MI si prefiggono di incoraggiare un maggior impegno da parte della comunità scientifica mondiale, dell'industria e degli investitori e, nello stesso tempo, offrendo anche opportunità di nuove collaborazioni tra i membri di MI. Le sfide dell'innovazione sono state sviluppate attraverso un processo di collaborazione che ha visto la partecipazione di tutti i membri afferenti a MI. L'impegno in una delle "Innovation Challenge" è interamente volontario e si costruisce attorno a una coalizione di interessi tra i membri di MI. Con un sufficiente interesse da parte dei membri di MI, si potrebbero in futuro lanciare nuove "Innovation Challenge". Le "Innovation Challenge" coprono l'intero spettro di R&D; da ricerche ancora in fase embrionale a progetti di dimostrazione tecnologica nei seguenti settori:

Smart Grids

Accesso all'elettricità off-grid

Cattura della CO<sub>2</sub>

Biocombustibili innovativi

Convertitore di energia solare per la creazione di combustibili solari stoccabili

Materiali puliti per l'energia

Riscaldamento e raffreddamento convenienti di edifici

I programmi di collaborazione tecnologica (TCP) sono gruppi indipendenti di esperti internazionali che consentono ai governi e alle industrie da tutto il mondo di condurre programmi e progetti a livello mondiale. I quasi 6000 esperti dei TCP lavorano per promuovere la ricerca, lo sviluppo e la commercializzazione delle tecnologie energetiche. L'ambito e la strategia di ciascun TCP sono in linea con gli obiettivi condivisi da IEA di sicurezza energetica, protezione dell'ambiente e crescita economica, nonché l'impegno a livello globale.

A seconda del TCP, le attività possono includere:

ricerca fondamentale e applicata, sviluppo tecnologico e impianti pilota

valutazione tecnologica, studi di fattibilità, studi sull'impatto ambientale, analisi del mercato, implicazioni politiche

scambio di informazioni sui risultati e programmi di ricerca

scambi di scienziati

banche dati, modellazione e analisi dei sistemi

reti di esperti.

Attualmente ci sono 39 TCP attivi nelle seguenti aree:

#### **Temi trasversali**

Analisi dei sistemi di tecnologia energetica

Iniziativa tecnologica del clima

#### **Potenza di fusione**

Cooperazione sui programmi Tokamak

Ambiente, sicurezza, aspetti economici

Materiali di fusione

Tecnologia nucleare dei reattori di fusione

Interazione tra pareti al plasma

Pinze di campo invertite

Tori sferici

Stellarator-Heliotron

#### **Edifici ad uso finale**

Edifici e Comunità  
Riscaldamento e raffreddamento a distanze  
Apparecchiature di consumo efficiente per l'energia  
Immagazzinamento di energia

#### **Elettricità**

Gestione della domanda  
Superconduttività ad alta temperatura  
Energia geotermica delle griglie intelligenti

#### **Energia rinnovabile e idrogeno**

Bioenergia  
Concentrazione dell'energia solare  
Energia geotermica  
L'energia idroelettrica  
Idrogeno  
Sistemi di alimentazione fotovoltaica  
Distribuzione di tecnologia di energia rinnovabile  
Riscaldamento solare e raffreddamento  
Energia eolica

#### **Industria**

Tecnologie e sistemi energetici industriali

#### **Trasporto**

Celle a combustibile avanzate  
Materiali avanzati per il trasporto  
Combustibili per motori avanzati  
Combustione pulita ed efficiente

#### **Combustibili fossili**

Centro di carbone pulito  
Miglioramento del recupero del petrolio  
Conversione letto fluidizzata  
Tecnologie del gas e dell'olio  
R & S di gas serra

#### **Smart Grids**

Sistemi elettrici decentralizzati alimentati da fonti rinnovabili convenienti e affidabili  
Affrontare le problematiche di interfacciamento connesse con le fonti energetiche rinnovabili con modelli di implementazione e studiando varie carenze relative ai diversi sottosistemi come lo stoccaggio di energia, operazioni di accensione/spegnimento di rete, integrazione di una grande quantità di energia rinnovabile decentralizzata in reti di distribuzione, sviluppo di tecnologie a livello di consumatori.  
Sviluppo e dimostrazione dell'utilizzo di tecnologie di reti intelligenti e di storage in una varietà di applicazioni, tra cui dimostrare il funzionamento robusto e affidabile delle micro griglie in formato MW  
Affrontare il problema delle diverse condizioni geografiche.

## **2.2 Partecipazione all'European Energy Research Alliance**

In associazione tra EERA (European Energy Research Alliance) e EASE (European Association for Storage of Energy) quest'anno è stata redatta la Road Map per lo sviluppo tecnologico nello stoccaggio dell'energia.

Questa mappa fa seguito a quella pubblicata nel 2013 che rappresenta la prima mappa comune di sviluppo tecnologico EASE/EERA sullo stoccaggio di energia con l'obiettivo di descrivere le future esigenze dell'Europa in questo campo (entro il 2020-2030). La tabella di marcia conteneva anche raccomandazioni su quali sviluppi tecnologici sarebbero stati necessari per soddisfare tali esigenze.

A partire dal 2013, sono avvenute diverse innovazioni tecnologiche nelle tecnologie di stoccaggio. Inoltre, sono intervenuti notevoli cambiamenti nel mercato e nel quadro normativo. In risposta a questi importanti sviluppi, è stato necessario aggiornare la tabella di marcia e le raccomandazioni per regolare e ridefinire gli obiettivi di stoccaggio a lungo termine (2030-2050).

La stragrande maggioranza delle relazioni che descrivono i possibili scenari futuri del panorama energetico europeo concordano sul fatto che lo stoccaggio di energia sarà uno degli strumenti principali per sostenere la transizione energetica di una società che sarà alimentata (quasi) interamente da fonti energetiche rinnovabili (RES). Le analisi quantitative indicano inequivocabilmente una necessità futura significativa per la capacità di stoccaggio dell'energia in Europa, la cui dimensione dipenderà naturalmente da molti aspetti del sistema energetico, come la penetrazione delle RES, la capacità di trasmissione dell'energia elettrica in tutta Europa, la penetrazione della gestione dei disponibilità alternative di back-up (ad es. biomassa o accettazione dell'uso limitato di fossili in brevi intervalli di tempo).

Data questa chiara richiesta di capacità e servizi di stoccaggio dell'energia per rispondere alle sfide di un sistema energetico dominato da RES, è necessario identificare le tecnologie di stoccaggio energetico più promettenti per lo sviluppo economico e tecnico nei prossimi 10-30 anni. Ed è appunto questo il lavoro effettuato dai membri di EASE e EERA che nella tabella di marcia hanno cercato di individuare quali tecnologie sono le più appropriate per garantire lo stoccaggio dell'energia. Nell'identificazione delle tecnologie di stoccaggio più promettenti è stato preso in considerazione lo stato attuale delle competenze europee nell'industria e nella ricerca nonché le conoscenze e le valutazioni che potranno essere raggiunte in futuro. Inoltre, sia EASE che EERA hanno attirato una grande partecipazione degli stakeholder, considerando questa partecipazione fondamentale per il successo della roadmap. Il documento finale fornisce una breve introduzione agli argomenti di rilevanza, nonché una breve descrizione della missione e degli obiettivi della tabella di marcia. Le tecnologie di stoccaggio dell'energia sono suddivise in base alle loro famiglie, consentendo un'attenzione approfondita su ciascuna area.

Infine, la tabella di marcia offre raccomandazioni per rendere realtà gli sviluppi necessari. Le raccomandazioni riguardano tutte le parti interessate, dall'industria europea e dai ricercatori ai responsabili politici europei.

Lo scopo della road map è quello di:

- fornire raccomandazioni per azioni di ricerca, sviluppo e dimostrazione sullo stoccaggio di energia per i quadri di ricerca Horizon 2020 e post-Horizon 2020, in linea con gli obiettivi dell'Unione Europea.

- Presentare una panoramica sulle più diffuse tecnologie di stoccaggio energetico.

- Identificare le esigenze critiche per ogni tecnologia di stoccaggio energetico e/o le lacune tecnologiche che devono essere superate per soddisfare le prestazioni e gli obiettivi di costo della tecnologia.

- Definire le pietre miliari per lo sviluppo delle tecnologie di stoccaggio energetico nel medio termine (10-20 anni).

- Stabilire un dialogo a livello europeo tra tutti i soggetti coinvolti nella ricerca e nello sviluppo di sistemi di stoccaggio dell'energia e fornire un quadro per pianificare e coordinare gli sviluppi tecnologici all'interno della comunità europea.

- Individuare i modi per sfruttare gli investimenti in R&S attraverso il coordinamento delle attività di ricerca.

- Informare i responsabili politici individuando ostacoli normativi e fallimenti del mercato che ostacolano lo sviluppo dei sistemi per lo stoccaggio di energia.

In conclusione si è ritenuto che, pur se l'accumulo di energia già svolge un ruolo importante nel sistema energetico, il perseguimento di politiche climatiche e energetiche ambiziose dell'UE, nonché gli accordi globali sul clima, aumenta drasticamente la necessità di tecnologie efficaci di stoccaggio dell'energia. Questo rappresenta un'opportunità promettente per le imprese europee, ma una sfida per i responsabili

politici. Il rapido sviluppo e lo sfruttamento delle tecnologie e delle applicazioni per lo stoccaggio dell'energia devono essere supportati da ambiziosi programmi di ricerca e sviluppo, accoppiati a cambiamenti normativi e ad una ambiziosa politica industriale.

La posizione europea nelle più mature tecnologie di stoccaggio elettrochimico, come le batterie al piombo-acido e al Ni-Cd è forte. La situazione è diversa per il segmento delle batterie agli ioni di litio, attualmente dominato da attori asiatici (soprattutto in Giappone, Corea e Cina) a causa del suo ampio utilizzo in prodotti come telefoni cellulari e computer portatili. Alcuni progetti di batteria NaS sono stati creati in Francia, Germania e Regno Unito, anche se la maggior parte di questi progetti si trovano in Giappone e negli Stati Uniti. Le batterie Metallo-Aria sono considerate un valido candidato per sostituire le batterie Li-Ione nei prossimi 10-15 anni a causa degli sviluppi attesi in termini di prestazioni. Le batterie al Na-Ione sono considerate anche un possibile successore per le batterie agli ioni di litio a causa di riduzioni significative dei costi previsti nei prossimi anni. Anche se è stata sviluppata negli Stati Uniti, la tecnologia Li-S è stata considerata una delle tecnologie più promettenti per sostituire le batterie Li-Ione nei prossimi 5-10 anni in Europa, grazie alla sua elevata densità energetica e all'impiego di materiali a basso costo. Infine, le batterie a flusso sono una tecnologia matura: sono state prodotte fin dagli anni '70 negli Stati Uniti, poi in Asia e in Australia. In Europa, la ricerca si concentra principalmente sui piccoli dispositivi e sullo sviluppo di nuove membrane meno costose delle attuali e sull'aumentare la potenza della cella. Lo sviluppo congiunto del mercato europeo delle batterie per i trasporti e le applicazioni stazionarie costituisce una grande opportunità per i fornitori industriali, sostenuti da una forte rete europea di R & S in grado di competere contro gli industriali asiatici in un settore in cui le competenze europee stanno aumentando rapidamente. Il progetto BATSTORM finanziato da Horizon 2020 sta attualmente identificando i modi in cui i responsabili politici potrebbero sostenere lo sviluppo dell'industria europea di stoccaggio elettrochimico.

### 3 Partecipazione a conferenze nazionale e internazionali

Durante l'annualità le attività sono state divulgate mediante partecipazione a diversi congressi ed incontri nazionali e internazionali tra i quali:

1. Pier Paolo Prosinì. Accumulo elettrochimico di energia. Intervento all'interno del workshop "Le capacità tecnologiche di ENEA a disposizione delle imprese nel settore energie rinnovabili e efficienza energetica". Assolombarda, Milano 5 ottobre 2016.
2. Roberto Bubbico, Cinzia Di Bari, Carla Menale. Renewable energy and safety concerns: the case of secondary batteries. 26<sup>th</sup> SRA-E annual conference (SRA-E Lisbon 2017) Lisbon, Portugal, June 19-21, 2017.
3. C. Di Bari, G. Pede, E. Rossi, I. Morriello. Identificazione dei pericoli di incendio e di esplosione di sistemi di accumulo elettrochimico basati su tecnologie innovative. Intervento all'interno del workshop "L'investigazione degli incendi: stato dell'arte e sviluppi futuri Roma, 22 marzo 2017 - Istituto Superiore Antincendi.
4. F. Rondino, P.P. Prosinì, C. Cento, A. Rufoloni, F. Fabbri, V. Orsetti, A. Santoni. Growth of Silicon Nanowires for Li ion battery anodes. 21<sup>th</sup> International Conference on Solid State Ionics. Padova 18-23 giugno 2017.
5. M. Pasquali, G. Tarquini, A. Dell'Era, F.A. Scaramuzzo, P. De Gasperis, P.P. Prosinì. Carbon powder material obtained from an innovative high pressure water jet recycling process of tires used as anode in alkali ion (Li, Na) batteries. 21<sup>th</sup> International Conference on Solid State Ionics. Padova 18-23 giugno 2017.
6. P.P. Prosinì. Electric storage activities in ENEA. Intervento all'interno del meeting "The MARS-EV Project: On the cutting edge of high energy materials for Lithium ion batteries". ENEA sede. Roma 3 aprile 2017.

7. P.P. Prosini, Research activities on Li-batteries. Engineer Research and Development Center US Army Corps of Engineers/Ministero della Difesa. C.R. Casaccia, Roma 28<sup>th</sup> October 2016
8. Mariasole Di Carli, Gabriele Tarquini, Margherita Moreno, Annalisa Aurora, Livia Della Seta, Maria Carewska and Pier Paolo Prosini Preliminary study of aqueous binders for lithium-sulfur batteries: the use of Ethyl Vinyl Acetate (EVA) as a binder. 21<sup>th</sup> International Conference on Solid State Ionics. Padova 18-23 giugno 2017.
9. C. Arbizzani, F. De Giorgio, R. Gambuzzi, A. La Monaca, I. Ruggeri, F. Soavi. Superconcentrated solutions for lithium batteries. The MARS-EV Project: on the cutting edge of high energy materials for Lithium ion batteries, 3/4/17, Roma.
10. C. Arbizzani, F. De Giorgio, A. La Monaca, I. Ruggeri, F. Soavi. Next-Generation Batteries: Smart Materials and Designs. XII ECHEMS Meeting: Electrochemistry in ingenious molecules, surfaces and devices, 6-9/6/17 Milano Marittima
11. A. La Monaca, F. De Giorgio, R. Gambuzzi, I. Ruggeri, A. Merlettini, M. L. Focarete, F. Soavi, C. Arbizzani. A Novel Approach to Stabilize Electrode Interfaces in Li-Sulphur Batteries. XXI International Conference on Solid State Ionics, 18-23/6/17, Padova.
12. F. De Giorgio, A. La Monaca, F. Soavi, C. Arbizzani. Water-Processable Binder: A Key Feature to Develop Low-Cost, Eco-Friendly and High-Performing Lithium-Ion Batteries XXI International Conference on Solid State Ionics, 18-23/6/17, Padova.
13. A. La Monaca, F. De Giorgio, I. Ruggeri, F. Soavi, C. Arbizzani. Electrolyte influence on Li surface modification. XXI International Conference on Solid State Ionics, 18-23/6/17, Padova.
14. A. La Monaca, F. De Giorgio, R. Gambuzzi, F. Soavi, G. Tarquini, P.P. Prosini, C. Arbizzani. Electrode Protection by Polymer Deposition in Lithium Batteries XXVI Congresso Nazionale della Società Chimica Italiana, 10-14/9/17, Paestum.
15. Pier Paolo Prosini, Mariasole Di Carli, Livia Della Seta, Maria Carewska, and Ivan Fuso Nerini. Ethylene vinyl acetate: a promising binding material for high power-high energy electrodes with a prolonged cycle life. XXVI Congresso Nazionale della Società Chimica Italiana, 10-14/9/17, Paestum.
16. Francesca Colò, Federico Bella, Jijeesh R. Nair, Matteo Destro, Sonia Fiorilli, Giuseppina Meligrana, Claudio Gerbaldi. Innovative and Functional Electrode/Electrolyte Materials for Green and Safe Post-Lithium Batteries. 21<sup>th</sup> International Conference on Solid State Ionics SSI2017, 18 - 23 June 2017, Padova, IT
17. Giuseppina Meligrana, Federico Bella, Ana B. Muñoz-García, Andrea Lamberti, Matteo Destro, Michele Pavone, Claudio Gerbaldi. Addressing the Controversial Mechanism of Na<sup>+</sup> Reversible Storage in TiO<sub>2</sub> Nanotube Arrays: Amorphous versus Anatase TiO<sub>2</sub>. 68<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry ISE2017, 27 August - 1 September 2017, Providence, Rhode Island, USA.
18. Francesca Colò, Federico Bella, Jijeesh R. Nair, Giuseppina Meligrana, Claudio Gerbaldi. Cheap and Easily Processable Polymer Electrolytes for Sodium Batteries. 68<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry ISE2017, 27 August - 1 September 2017, Providence, Rhode Island, USA.
19. Francesca Colò, Federico Bella, Jijeesh R. Nair, Claudio Gerbaldi. Polymer Electrolytes Prepared by Industrially Compatible Processes for Renewable Energy Storage in Sodium Batteries. 26<sup>th</sup> Congresso Nazionale della Società Chimica Italiana SCI2017, 10 - 14 September 2017, Paestum, IT
20. Maria Assunta Navarra, Akiko Tsurumaki, Stefania Panero. Novel Ionic liquids as electrolyte components for Li-ion and Li-S batteries. EUROMAT 2017 European congress and exhibition on advanced materials and processes, Salonicco, Grecia, 17-22 Settembre 2017.
21. M.A. Navarra. Novel ionic liquid-based electrolyte materials for Li-ion and Li-S batteries. The 8<sup>th</sup> German-Italian-Japanese Meeting of Electrochemists, Chiba, Giappone, 2-4 Dicembre 2016.
22. Stefania Panero, Novel electrolyte materials for the electrochemical conversion and storage of energy, Università di Bologna. 24 Ottobre 2016.
23. F. Rondino, P. Prosini, C. Cento, M. Moreno, L. Pilloni, A. Rufoloni, F. Fabbri, V. Orsetti, A. Santoni. Crescita di nanofili di silicio mediante CVD: loro utilizzo nelle batterie al litio. Workshop "NanoSimposio 2017"- San Benedetto del Tronto, 18-19-20 Maggio 2017.

24. F. Rondino, P. Prosini, C. Cento, M. Moreno, L. Pilloni, A. Rufoloni, F. Fabbri, V. Orsetti, A. Santoni. Cu catalized CVD of SiNWs for lithium-ion batteries. Workshop On the cutting edge of high energy materials for Lithium ion batteries, Roma, April 3, 2017.
25. Pier Paolo Prosini. EERA/ON-SITE workshop on Hybrid Energy and Energy Storage Systems. Roma, 21-22 September 2017.

## 4 Pubblicazioni

Durante questo anno di attività sono stati pubblicati diversi manoscritti, che sono qui riassunti:

1. Pier Paolo Prosini, Mariasole Di Carli, Livia Della Seta, Maria Carewska, and Ivan Fuso Nerini. Ethylene vinyl acetate-based binder: a promising material to produce high power and high energy electrodes with a prolonged cycle life. *Solid State Ionics* 301 (2017) 15-22.
2. Pier Paolo Prosini, Mariasole Di Carli, Livia Della Seta, Maria Carewska, and Ivan Fuso Nerini. Long-term performance of electrodes based on vinyl acetate homo-polymer binder. *Journal of Research Updates in Polymer Science*. 6 (2017) 68-75.
3. A. La Monaca, F. De Giorgio, R. Gambuzzi, F. Soavi, G. Tarquini, P.P. Prosini, C. Arbizzani. Does 1,3 Dioxolane Polymerization Improve Electrode Interfaces? Sottomesso a *ChemElectroChem*.
4. Federico Bella, Ana B. Muñoz-García, Giuseppina Meligrana, Andrea Lamberti, Matteo Destro, Michele Pavone, and Claudio Gerbaldi. Unveiling the controversial mechanism of reversible Na storage in TiO<sub>2</sub> nanotube arrays: Amorphous versus anatase TiO<sub>2</sub>. *Nano Research* 10 (8) (2017) 2891-2903, DOI: 10.1007/s12274-017-1656-6.
5. Francesca Colò, Federico Bella, Jijeesh R. Nair, Claudio Gerbaldi. Light-cured polymer electrolytes for safe, low-cost and sustainable sodium-ion batteries. *Journal of Power Sources* 365 (2017) 293-302, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2017.08.079.

## 5 Conclusioni

Come negli anni precedenti, l'ENEA ed i partner Universitari beneficiari hanno partecipato attivamente a diverse iniziative e collaborazioni internazionali, utilizzate da una parte per divulgare le attività portate avanti all'interno del Programma Ricerca di Sistema Elettrico e dall'altra per dare un giusto indirizzo alle attività proposte al Ministero. Inoltre il dialogo con partner stranieri è fondamentale per trovare le giuste sinergie in vista di possibili cooperazioni internazionali. La partecipazione alle attività dell'IEA è ritenuto da sempre uno strumento importante nella definizione di attività e programmi di ricerca, sviluppo e diffusione di diverse tecnologie dell'accumulo dell'energia e delle applicazioni collegate. È inoltre di importanza fondamentale nello scambio di informazioni ed esperienze provenienti da tutte le parti del mondo. Le collaborazioni sviluppate ed avviate in iniziative europee hanno avuto il pregio di permettere, non soltanto l'integrazione tra iniziative nazionali e quelle comunitarie, ma anche la creazione di punti di riferimento della strategia europea a supporto del SET Plan sull'accumulo di energia e nella preparazione di piattaforme di collaborazione che mettono in comune infrastrutture di ricerca all'avanguardia (laboratorio europeo virtuale) e competenze ed esperienze coordinate per la ricerca più avanzate. Inoltre sono state colte diverse opportunità di comunicazione e diffusione delle attività di ricerca e sviluppo, per poter aggiornare e confrontare le attività svolte e per allargare i gruppi di interesse sull'accumulo di energia, sia in campo nazionale che in quello internazionale, con presentazioni a convegni e pubblicazioni in riviste internazionali.