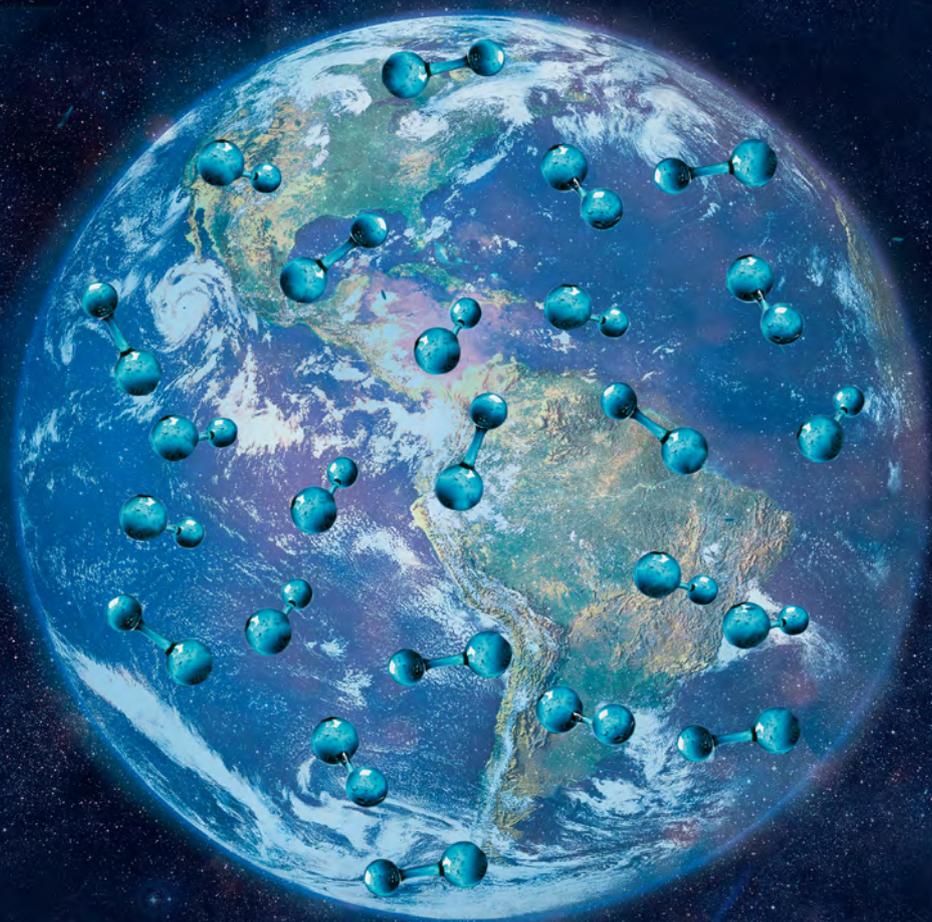


# Tecnologie e progetti ENEA per l'idrogeno

SPECIALE 1/2021  
ENEA magazine  
[eai.enea.it](http://eai.enea.it)

ISSN: 1124 - 0016

**SPECIALE ENERGIA AMBIENTE E INNOVAZIONE**



---

# Sommario

---

- Progetto HYLAW per individuare gli ostacoli non tecnologici alla diffusione dei prodotti a celle a combustibile e idrogeno 3
- Progetto SOCTESQA per una validazione imparziale delle SOC 4
- Progetto qSOFC per ottimizzare i processi di fabbricazione dei componenti per una produzione di massa 5
- Progetto NELLHI per ottimizzare la progettazione e validazione del modulo di potenza SOFC 6
- Il progetto INNO-SOFC per lo sviluppo di sistemi SOFC innovativi della taglia 50-60 kWe 7
- Progetto CoMETHy per un innovativo processo di reforming per la produzione d'idrogeno 8
- Progetto BALANCE - Sviluppare la tecnologia di celle ad ossidi solidi reversibili (rSOC) 9
- Progetto AD ASTRA - Test accelerati per celle SOC funzionanti in maniera reversibile 10
- Progetto BLAZE per una cogenerazione ad emissioni nulle, da biomassa a basso costo e da filiera corta 11
- Il progetto Waste2GridS per produrre energia elettrica e biometano da rifiuti organici 12
- Progetto Waste2Watts 13
- Progetto H2PORTS per promuovere l'utilizzo dell'idrogeno nei porti 14
- Progetto e-SHYIPS per l'introduzione dell'idrogeno nel trasporto marittimo di passeggeri 15
- Progetto REACTT per il monitoraggio, la diagnosi e il controllo per stack e sistemi SOE e rSOC 16
- Progetto SO-FREE per produrre calore ed energia con un sistema efficiente e versatile basato su celle a combustibile SOFC 17
- Il Progetto PROMETEO per valorizzare le fonti energetiche rinnovabili per la produzione di idrogeno verde 18



# Progetto HYLAW per individuare gli ostacoli non tecnologici alla diffusione dei prodotti a celle a combustibile e idrogeno

Promuovere la diffusione delle tecnologie FC & H2 attraverso la mappatura delle barriere non-tecnologiche che ostacolano lo sviluppo delle tecnologie e dei prodotti a celle a combustibile e idrogeno in Europa. È l'obiettivo del progetto HyLAW: *"Identification of legaladministrative barriers for the installation and operation of key FCH technologies"*, cui partecipano, oltre a ENEA, 23 partner tra industrie ed enti di ricerca europei suddivisi in tre categorie, a seconda del grado di maturità del mercato (l'Italia è nel secondo livello *"Fast-following FCH countries"*).

Il progetto, finanziato dal programma europeo Horizon 2020, nell'ambito della Call FCH-04- 2-2016, prevede la definizione di strumenti per identificare e quantificare i processi amministrativi, giuridici e burocratici dei Paesi partecipanti, di linee guida per superare le barriere individuate e di un *Position Paper* finale destinato ai decisori pubblici per ogni Paese, con le indicazioni concrete per razionalizzare e snellire le pratiche per favorire l'effettiva diffusione delle tecnologie che utilizzano celle a combustibile e idrogeno.

L'ENEA, rappresenta l'Italia all'interno del progetto, grazie alle competenze maturate in oltre 30 anni di ricerca per lo sviluppo delle tecnologie a celle a combustibile e l'idrogeno. L'Agenzia ha operato in stretta collaborazione con l'Associazione H2IT che raggruppa circa 70 imprese del settore.

Attraverso una metodologia sistematica è stato creato uno strumento per l'identificazione e la quantificazione di tutti i processi amministrativi, giuridici, burocratici ecc. nei vari Paesi partecipanti, allo scopo di fornire una visione complessiva come anche delle linee guida per superare le barriere individuate.



## Partner oltre ENEA

Hydrogen Europe (BE), Austrian Energy Agency (AT), Waterstofnet Vzw (BE), Bulgarian Academy of Science (BG), Danish Hydrogen & Fuel Cell Partnership (DK), German Hydrogen and Fuel Cell Association (DE), Research Centre For Natural Sciences Hungarian Academy Of Sciences (HU), National Research and Development Institute for Cryogenics and Isotopes Technologies (RO), The Scottish Hydrogen And Fuel Cell

Association (UK), Foundation For The Development Of New Hydrogen Technologies In Aragon (ES), Hydrogen Sweden (SE) Greater London Authority (UK), Technology Research Centre (FI), Atomic Energy and Alternative Energies Commission (FR), Dutch Standardisation Institute (NL), Energy Institute (PL), Dutch Hydrogen and Fuel Cell Association (NL), STI Industrial Technical Systems (PT), SINTEF (NO), Latvian Hydrogen Association (LV), French Hydrogen And Fuel Cell Association (FR), UK Hydrogen and Fuel Cell Association (UK).

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Unità Studi, Analisi e Valutazioni

**Centri ENEA coinvolti** Casaccia, Portici, Sede centrale

**Referente/i ENEA** Viviana Cigolotti  
viviana.cigolotti@enea.it

**Finanziamento al Progetto** (FCH JU, H2020) 1.143.000,00 €

**Finanziamento ENEA** 39.000,00 €

**Web site** [www.hylaw.eu](http://www.hylaw.eu)

# Progetto SOCTESQA per una validazione imparziale delle SOC

Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) sono dispositivi elettrochimici che convertono gas combustibili in potenza elettrica ad efficienze elevatissime (60% ed oltre).

La caratteristica di modularità li rende molto flessibili alle diverse applicazioni.

Le SOFC, invertendone la polarità, ma mantenendo lo stesso assetto e la stessa composizione di materiali, possono anche produrre idrogeno da fonti rinnovabili attraverso elettrolisi dell'acqua, operando così come elettrolizzatori (SOEC).

Grazie a queste caratteristiche, operare in modalità reversibile è dunque possibile (rSOC), alternando la funzione di generatore (SOFC) ed elettrolizzatore (SOEC), collocando la tecnologia in una posizione cardine per l'integrazione tra la rete elettrica e la rete gas.

Per agevolare l'industrializzazione della produzione e la certificazione dei prodotti è indispensabile disporre di procedure e protocolli standardizzati che consentano un adeguato controllo della qualità e univoci criteri di valutazione e comparazione delle prestazioni, sia in termini di efficienza e robustezza che di operabilità e sicurezza.

In questo contesto si colloca il progetto SOCTESQA (*Solid Oxide Cell Testing, Safety and Quality Assurance*) che ha lo scopo di condurre una validazione imparziale delle SOC e di unire le esperienze pluriennali nel campo del testing su tali moduli da parte di ciascun ente partecipante, armonizzando le procedure utilizzate nei diversi laboratori, in unici e coerenti protocolli di prova, che saranno poi sottoposti agli enti di standardizzazione e normativa internazionali.

Le attività del progetto considereranno SOC operanti sia come cogeneratori (CHP) che come elettrolizzatori (P2X).

L'ENEA è coinvolta nelle più importanti attività sperimentali previste, con l'obiettivo della caratterizzazione SOC in modalità generativa (SOFC) e reversibile (rSOC) e la definizione di opportune procedure di prova, considerando anche aspetti di sicurezza.

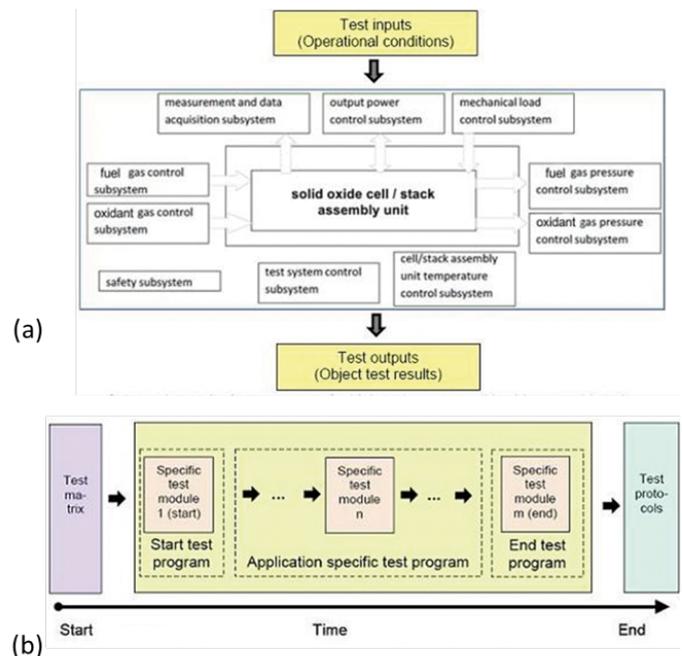


Fig. 1- In (a) è riportato un grafico schematico di un sistema di test per celle ad ossidi solidi, mentre in (b) è illustrata una procedura di test completa



## Altri partner di ricerca oltre ENEA

DLR (DE), CEA (FR), DTU (DK), EIFER (DE), JRC (EU)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

## Centri ENEA coinvolti Casaccia

### Referente/i ENEA

Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

### Finanziamento al Progetto (FCH JU, FP7)

1.626.373,20 €

### Finanziamento ENEA

285.115,00 euro

### Web site

www.soctesqa.eu

# Progetto qSOFC per ottimizzare i processi di fabbricazione dei componenti per una produzione di massa

Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) sono dispositivi elettrochimici che convertono gas combustibili in potenza elettrica ad efficienze elevatissime (60% ed oltre) e sono modulari, rendendoli molto flessibili nell'applicazione.

Le SOFC possono essere alimentate sia da idrogeno che da (bio)metano e biogas, collocando la tecnologia in una posizione cardine per la transizione del sistema energetico verso un maggiore apporto rinnovabile e minor consumo di energia primaria.

La sfida per questa tecnologia è di ridurre i costi di produzione e di integrazione di sistema, migliorando i processi produttivi e di assemblaggio per favorire gli effetti di scala nonché consolidarne le prestazioni e l'affidabilità.

Il progetto qSOFC (*Automated mass-manufacturing and quality assurance of Solid Oxide Fuel Cell stacks*) è il naturale prosieguo dei progetti NELLHI ([www.nellhi.eu](http://www.nellhi.eu)) e INNOSOFC ([www.innosofc.eu](http://www.innosofc.eu)), anche a partecipazione ENEA e anch'essi finanziati all'interno della Piattaforma *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking* (FCH JU) della Commissione Europea.

Mentre NELLHI studia l'integrazione di celle SOFC di Elcogen in stack (pile a combustibile), e INNOSOFC l'integrazione degli stack in sistemi, qSOFC punta all'ottimizzazione dei processi di fabbricazione dei componenti per una produzione di massa.

Il progetto si basa sui componenti forniti dei partners industriali (Elcogen, ElringKlinger, Sandvik, HaikuTech, MüKo Maschinenbau) e dal loro interesse a consolidare la filiera produttiva delle SOFC.

L'ENEA contribuisce con la validazione delle celle prodotte per nuovi processi produttivi, altamente automatizzati, e con la partecipazione ai comitati per la standardizzazione delle procedure di prova, necessari alla *quality assurance* dei componenti prodotti.

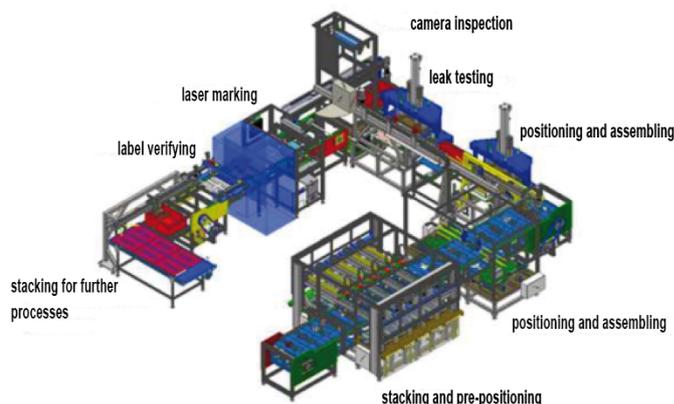


Fig. 1- Rappresentazione schematica dei processi di fabbricazione e controllo automatizzati dei componenti degli stack SOFC per una loro produzione di massa.



## Partner industriali

Elcogen AS (ES), Elcogen Oy (FI), ElringKlinger (DE), Sandvik (SE), HaikuTech (NL), MüKo Maschinenbau (DE)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

VTT (FI)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

Centri ENEA coinvolti Casaccia

Referente/i ENEA Stephen McPhail  
[stephen.mcphail@enea.it](mailto:stephen.mcphail@enea.it)

Finanziamento al Progetto (FCH JU, H2020) 2.110.015,00 €

Finanziamento ENEA € 239.750,00

Web site [www.qsofc.eu](http://www.qsofc.eu)

# Progetto NELLHI per ottimizzare la progettazione e validazione del modulo di potenza SOFC

Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) sono dispositivi elettrochimici modulari in grado di convertire diversi combustibili in potenza elettrica con elevata efficienza (60% ed oltre). Le SOFC possono essere alimentate sia da idrogeno sia da (bio)metano e biogas, collocando la tecnologia in una posizione cardine per la transizione del sistema energetico verso un maggiore apporto rinnovabile e minor consumo di energia primaria.

La sfida per questa tecnologia è di ridurre i costi di produzione e di integrazione di sistema, migliorando i processi produttivi e di assemblaggio per favorire gli effetti di scala nonché consolidarne le prestazioni e l'affidabilità.

Il progetto NELLHI (*New all-European high-performance stack: design for mass production*) si propone di ottimizzare la progettazione e validazione del modulo di potenza SOFC, dove ogni componente-chiave (cella, interconnettore, guarnizioni) viene curato da un'industria specializzata per produrre uno stack, altamente competitivo nei costi di produzione.

Al termine delle attività di progetto, sarà disponibile un modulo di potenza da 1 kW con prestazioni elevatissime, rigorosamente testate, di alta affidabilità.

La progettazione di questo modulo sarà corredata di modelli numerici che ne consentiranno la traduzione in moduli più grandi e di una definizione qualificata e quantificata dei processi di fabbricazione dei componenti per la produzione su scala industriale.

L'ENEA coordina il progetto ed è altresì coinvolta nelle più importanti attività di ricerca e sviluppo sperimentale previste sia sulle celle che sugli interconnettori.

L'ENEA gestisce anche la disseminazione dei risultati del progetto, garantendo un alto profilo dell'Agenzia a capo di una filiera intera di un prodotto che sarà di marchio interamente Europeo.

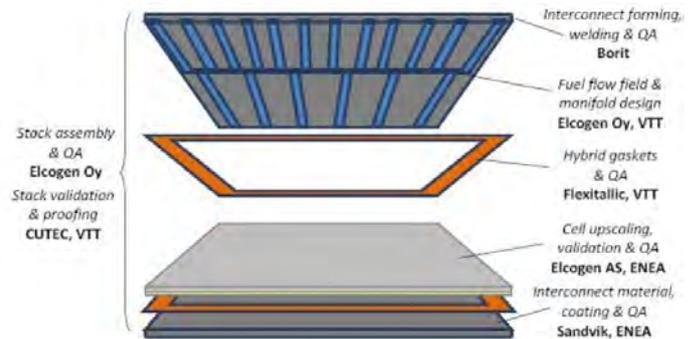


Fig. 1- Schema della distribuzione delle attività principali nel design dello stack da 1 kW.

**NELLHI**

New all-European high-performance stack:  
design for mass production

## Partner industriali

Elcogen Oy (SF), Elcogen AS (ES), Sandvik (SE), Borit (BE), Flexitallic (UK)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

VTT (SF), CUTEC (DE)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'idrogeno

Centri ENEA coinvolti Casaccia

Referente/i ENEA Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

Finanziamento al Progetto (FCH JU, FP7) 1.633.895,00 €

Finanziamento ENEA 335.856,40 €

Web site www.nellhi.eu

# Il progetto INNO-SOFC per lo sviluppo di sistemi SOFC innovativi della taglia 50-60 kWe

Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) sono dispositivi elettrochimici che convertono gas combustibili in potenza elettrica ad efficienze elevatissime (60% ed oltre). La loro modularità li rende flessibili alle applicazioni specifiche.

Le SOFC possono essere alimentate sia da idrogeno che da (bio)metano e biogas, collocando la tecnologia in una posizione cardine per la transizione del sistema energetico verso un maggiore apporto rinnovabile e un minor consumo di energia primaria.

La sfida per questa tecnologia è di ridurre i costi di produzione e di integrazione di sistema, migliorando i processi produttivi e di assemblaggio per mobilitare gli effetti di scala nonché consolidarne le prestazioni e l'affidabilità.

Il progetto INNO-SOFC (*Development of innovative 50 kW SOFC system and related value chain*) porta i risultati del progetto NELLHI ([www.nellhi.eu](http://www.nellhi.eu)) sullo sviluppo dello stack SOFC all'interno di un sistema di cogenerazione ad alta efficienza della taglia 50-60 kWe, ottimizzando i componenti-chiave del modulo, con un occhio alla coltivazione dei mercati cogenerativi più fruttuosi, dove predominano le esigenze di efficienza, autonomia ed assenza di emissioni.

Il progetto è incentrato sui componenti sviluppati dai partner industriali (Convion, EnergyMatters, Elcogen, ElringKlinger) e dal loro interesse a consolidare i propri prodotti in un sistema dalla filiera sinergica e robusta.

L'ENEA svolge testing di componenti ausiliari del sistema, e contribuisce alla progettazione della campagna e dei criteri di validazione del prodotto integrato secondo norme e standard vigenti.

L'ENEA si avvale della collaborazione dell'Università Politecnica delle Marche per l'analisi elettrochimica approfondita dei test di validazione dello stack.

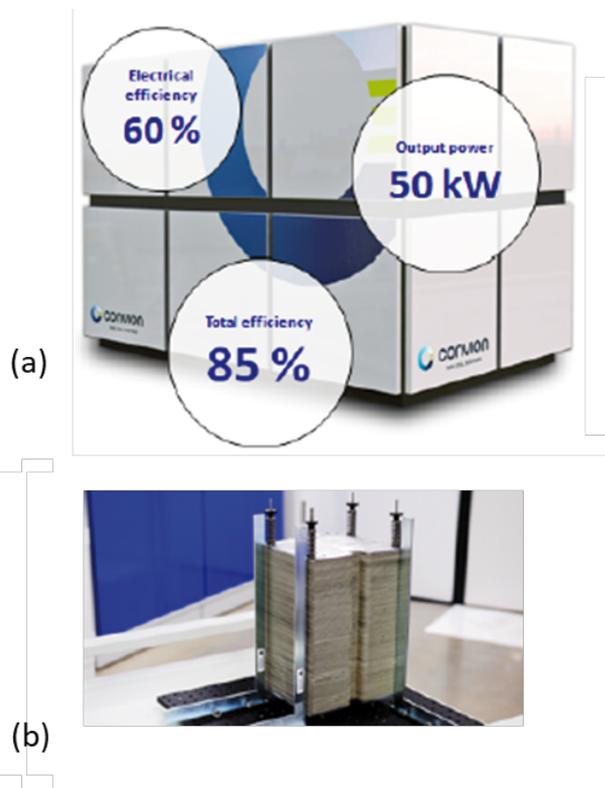


Fig. 1- In (a) una foto del sistema SOFC da 50 Kw progettato e prodotto durante il progetto INNO-SOFC e in (b) una foto dello stack-SOFC prodotto da Elcogen Oy

## INNO SOFC

### Partner industriali

Elcogen Oy (SF), ElringKlinger (DE), Convion (SF), BlueTerra (NL)

### Altri partner di ricerca oltre ENEA

VTT (SF), Forschungszentrum Jülich (DE)

### Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

Centri ENEA coinvolti Casaccia

Referente/i ENEA Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

Finanziamento al Progetto (FCH JU, H2020) 3.998.081,25 €

Finanziamento ENEA € 259.375,00 €

Web site [www.innosofc.eu](http://www.innosofc.eu)

# Progetto CoMETHy per un innovativo processo di reforming per la produzione d'idrogeno

Nel progetto europeo CoMETHy (*Compact Multifuel-Energy to Hydrogen converter*) è stato sviluppato e validato un innovativo processo di reforming per la produzione d'idrogeno, estremamente flessibile in termini di alimentazione e in grado di essere sostenuto con fonti rinnovabili. La tecnologia sviluppata in CoMETHy permette, infatti, di combinare diverse fonti energetiche, come l'energia solare, il metano (gas naturale o biogas) e i biocombustibili (ad es. bioetanolo) per produrre idrogeno puro per diverse applicazioni. Tale approccio consente quindi di adattare facilmente la produzione d'idrogeno alle risorse energetiche disponibili su un determinato territorio. Nell'ambito del progetto, ENEA ha assunto il ruolo di coordinatore di un consorzio costituito da 12 partner tra cui Industrie, PMI, centri di ricerca e Università di cinque diversi paesi: per l'Italia Processi Innovativi Srl, Università di Salerno, Campus Bio-Medico di Roma, Università La Sapienza di Roma, per la Germania il Fraunhofer Institute e GKN Sinter Metals Engineering GmbH, per la Grecia CERTH e Università di Salonicco, per l'Olanda ECN) e per Israele Acktar Ltd. e Technion. Nel progetto CoMETHy sono stati investiti complessivamente circa 4,9 milioni di euro, di cui circa 2,5 milioni di euro finanziati dall'Unione europea attraverso la Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). A livello operativo, nel progetto, il comune processo di reforming con vapore è stato rivisto e modificato affinché il calore necessario a sostenerlo – comunemente fornito attraverso la combustione di combustibili fossili – venga trasferito attraverso sali fusi a loro volta riscaldati da un impianto solare a concentrazione fino a una temperatura massima di 550°C. A tal fine, è stato necessario sviluppare un nuovo design di reattore, in grado di realizzare il reforming a temperature molto inferiori (<550°C) rispetto ai processi di steam reforming tradizionali (>800°C). Tale risultato è stato ottenuto grazie a un'intensa collaborazione tra i partner in attività R&D molto orientate sul prodotto finale: dallo sviluppo dei singoli componenti (catalizzatori, membrane) alla loro integrazione in un innovativo reattore a membrana riscaldato con sali fusi a una temperatura massima di 550°C, nel quale avvengono contemporaneamente i processi di reforming e di purificazione dell'idrogeno prodotto. Oltre alla compattezza, il processo sviluppato presenta un'elevata flessibilità riguardo alla materia prima che viene convertita in idrogeno: dal metano contenuto nel gas naturale o nel biogas (anche in miscela con CO<sub>2</sub>) al bioetanolo. Il sistema pre-

senta anche una notevole facilità operativa nella gestione delle operazioni di avviamento e mantenimento, anche a fronte delle fluttuazioni della fonte termica solare. Il reattore di reforming sviluppato nel progetto CoMETHy è stato realizzato su scala pilota (circa 3 Nm<sup>3</sup>/h d'idrogeno prodotto) presso il Centro di Ricerche ENEA-Casaccia, dove è stato integrato in un circuito sperimentale che utilizza il cosiddetto "solar salt" (miscela di nitrati di sodio e potassio) come fluido termovettore. I risultati ottenuti hanno permesso di validare con successo la tecnologia del reforming alimentato con energia rinnovabile. Maggiori informazioni sui risultati del progetto sono disponibili nelle numerose pubblicazioni riportate nell'articolo "A new generation of renewable powered reforming processes" all'interno di questo volume.



Fig.1. - Reattore di reforming a membrana riscaldato con sali fusi sviluppato nel progetto CoMETHy



## Partner industriali

Processi Innovativi Srl (Italia), Acktar Ltd. (Israele), GKN Sinter Metals Engineering GmbH (Germania)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

Technion (Israele), Fraunhofer Institute (Germania), Università di Salerno (Italia), CERTH (Grecia), Università di Salonicco (Grecia), Università "La Sapienza" (Italia), ECN (Olanda), Università "Campus Bio-Medico" di Roma (Italia)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Solare Termico, Termodinamico e Smart Network  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia

Centri ENEA coinvolti Casaccia

Referente/i ENEA Alberto Giaconia  
alberto.giaconia@enea.it

Finanziamento al Progetto (FCH JU, FP7) 2.484.095,00€

Finanziamento ENEA 351.468,00€

# Progetto BALANCE - Sviluppare la tecnologia di celle ad ossidi solidi reversibili (rSOC)

La crescente produzione di energia da fonte rinnovabile RES (fotovoltaico ed eolico) richiede di riequilibrare i flussi energetici nel tempo e nella disponibilità locale, a causa della discontinuità, della distribuzione eterogenea e della non programmabilità delle RES. Accoppiare la rete elettrica a quella del gas consente di aumentare la flessibilità e la capacità di gestione di flussi eterogenei di energia. L'utilizzo di un vettore energetico ad alta densità energetica e bassi costi di trasporto (quali gas come l'idrogeno e il metano) agevola altresì una redistribuzione diffusa e a costi competitivi. Data la reversibilità della modalità di operazione delle celle a combustibile ad ossidi solidi, queste possono sia produrre idrogeno da fonti rinnovabili attraverso elettrolisi dell'acqua che generare potenza elettrica da combustibile, collocando la tecnologia in una posizione cardine per l'integrazione tra la rete elettrica e la rete gas.

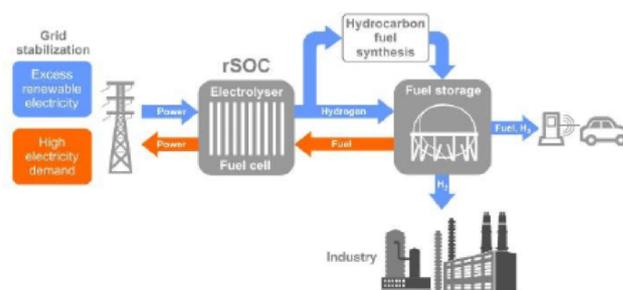
Il progetto BALANCE (*Increasing penetration of renewable power, alternative fuels and grid flexibility by cross-vector electrochemical processes*) mira allo sviluppo della tecnologia di celle ad ossidi solidi reversibili (rSOC) condotto congiuntamente con l'analisi del panorama di incentivazione delle tecnologie di elettrolisi ad alta temperatura negli Stati membri della UE. La parte di sviluppo tecnologico include la produzione, caratterizzazione e ottimizzazione di celle a combustibile rSOC e l'assemblaggio in stack per prove di prestazioni in ambiente rappresentativo. La componente di supporto alla policy si propone di eseguire la mappatura della ricerca Europea sui dispositivi elettrochimici reversibili rSOC, in linea con gli obiettivi generali della European Energy Research Alliance (EERA). E' pertanto un progetto che copre molteplici livelli, dalla ricerca applicata congiunta su una tecnologia di forte strategia per la penetrazione delle tecnologie di generazione da fonti rinnovabili in Europa, alla definizione di una roadmap politica per la ricerca che faccia leva sulle iniziative nazionali, allineando ed integrando le competenze di maggior peso nel panorama europeo.

Nel progetto, ENEA è responsabile della mappatura dei programmi delle attività nazionali nei Paesi membri sullo sviluppo delle rSOC e della definizione di una roadmap. Partecipa inoltre al testing elettrochimico delle celle rSOC e degli interconnettori, progettando la campagna sperimentale e i criteri di validazione del prodotto integrato secondo norme e standard vigenti. Infine esegue

l'analisi tecnico-economica e l'analisi del ciclo di vita del sistema rSOC all'interno delle applicazioni finali previste dal progetto.

I risultati del progetto sono liberamente disponibili sul sito [www.balance-project.org](http://www.balance-project.org).

Si consiglia in particolare la lettura del documento D2.7 "Final Advisory paper", in cui viene presentata la sintesi della situazione attuale europea e le prospettive di implementazione delle rSOC.



*Fig. 1 - Rappresentazione schematica di come una cella reversibile ad ossidi solidi (rSOC) possa facilitare l'integrazione delle energie rinnovabili intermittenti all'interno della rete elettrica e la decarbonizzazione nel settore dei trasporti*



## Partner industriali

Nessuno nel consorzio, ma nell'Advisory Board: Sunfire (DE) e SolidPower (IT).

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

VTT (SF), CEA (FR), DTU (DK), University of Birmingham (UK), TU Delft (NL), EPFL (CH), IEn (PL)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

**Centri ENEA coinvolti** Casaccia

**Referente/i ENEA** Stephen McPhail  
[stephen.mcphail@enea.it](mailto:stephen.mcphail@enea.it)

**Finanziamento al Progetto** 2.500.596,25 €

**Finanziamento ENEA** 301.000,00 €

**Web site** [www.balance-project.org](http://www.balance-project.org)

# Progetto AD ASTRA - Test accelerati per celle SOC funzionanti in maniera reversibile

Il progetto AD ASTRA (*HARnessing Degradation mechanisms to prescribe Accelerated Stress Tests for the Realization of SOC lifetime prediction Algorithms*) si colloca nell'ambito di Horizon 2020 ed ha come obiettivo di elaborare protocolli di test accelerati per celle a combustibile ad ossidi solidi (SOC) funzionanti in maniera reversibile.

Questi protocolli permetteranno di predire in maniera quantitativa gli effetti dei più significativi meccanismi di degrado che si verificano nella vita di una SOC, affrontando una sfida scientifica tutt'ora irrisolta a livello applicativo.

Le attività del progetto saranno concentrate sull'elettrodo lato idrogeno, sull'elettrodo lato ossigeno, sugli interconnettori di SOC operanti sia come cogeneratori (CHP) che come elettrolizzatori (P2X).

Il progetto è coordinato da ENEA e coinvolge alcuni dei maggiori protagonisti nel panorama europeo della ricerca sulle celle a combustibile; l'Agenzia partecipa inoltre allo sviluppo, all'esecuzione delle campagne sperimentali e all'elaborazione di protocolli per test accelerati, attraverso test *in situ* ed *ex situ*, effettuando analisi post mortem con diversi sistemi di spettroscopia (XRD, Raman Spectroscopy, SEM e EDXS).

La definizione di test accelerati per prevedere la vita utile di un dispositivo a celle a combustibile è una sfida storica, data la forte convoluzione di meccanismi chimici, elettrochimici, meccanici e termici all'interno della pila.

Per le aziende che operano nel settore, le ricadute industriali di protocolli affidabili di test accelerati, avrebbero un impatto positivo sullo sviluppo di nuove generazioni di SOC nonché sull'ottimizzazione dei piani di manutenzione delle SOC in funzione – entrambi fattori che si ripercuotono positivamente sul costo finale per i clienti.

Inoltre, la reversibilità della modalità di operazione delle celle a combustibile ad ossidi solidi (SOC) consente sia di produrre idrogeno da fonti rinnovabili attraverso elettrolisi dell'acqua sia di generare potenza elettrica da combustibile, collocando questa tecnologia in una posizione cardine per l'integrazione tra la rete elettrica e la rete gas, consentendo di aumentare la libertà di manovra e la capacità di gestione di flussi eterogenei di energia.

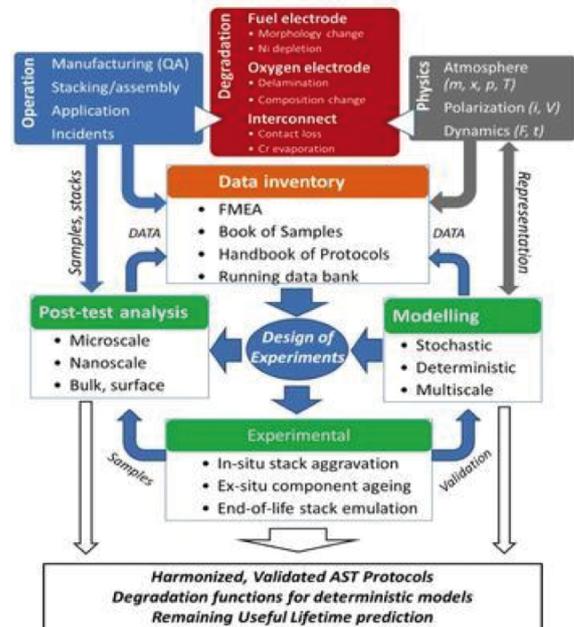


Fig. 1 - Schema concettuale del progetto AD ASTRA



## Partner industriali

Sunfire (DE) e SolidPower (IT).

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

CEA (FR), DTU (DK), EIFER (DE), EPFL (CH), IEES (BG), Università di Genova (IT), Università di Salerno (IT)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e Tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

## Centri ENEA coinvolti

Casaccia

## Referente/i ENEA

Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

## Finanziamento al Progetto

3.008.425,75 €

## Finanziamento ENEA

399.250,00€

## Web site

www.ad-astra.eu

# Progetto BLAZE per una cogenerazione ad emissioni nulle, da biomassa a basso costo e da filiera corta

Per accrescere lo sfruttamento delle biomasse e dei rifiuti per la cogenerazione occorre sviluppare impianti di taglia ridotta, facili da installare e robusti, tali da poter essere utilizzati in attività agricole, di foresteria e di smaltimento rifiuti, aumentando la valorizzazione locale. Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) ben si adattano a questa esigenza, essendo direttamente alimentabili con syngas (gas combustibile di sintesi, prodotto dalla gassificazione), biogas e biometano, ed in grado di generare energia elettrica ad elevatissima efficienza (>60%), anche a taglie ridotte.

Questa tecnologia a basso costo e a zero emissioni, che sfrutta biomassa residuale, unisce i vantaggi economici ad un ridotto impatto ambientale, consentendo dunque di accrescere la sicurezza dell'approvvigionamento energetico a prezzi accessibili.

Il progetto BLAZE (*Biomass Low cost Advanced Zero Emission small-to-medium scale integrated gasifier-fuel cell combined heat and power plant*) punta a sviluppare una tecnologia di produzione cogenerativa (CHP), avanzata e ad emissioni nulle, nel segmento da piccolo (25-100 kWe) a medio (0.1-5 MWe), utilizzando biomassa a basso costo e da filiera corta.

L'impianto progettato in BLAZE, attraverso lo sviluppo della tecnologia della gassificazione basata sui reattori a letto fluido bollente, accoppiata alla tecnologia delle celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) con ricircolo dell'off-gas anodico, costituirà così un valido strumento per favorire la diffusione della produzione CHP decentralizzata e a basse emissioni di CO<sub>2</sub>, capace di valorizzare materiali residuali nel settore energetico in sostituzione delle fonti fossili.

ENEA condurrà campagne sperimentali di gassificazione esplorando vari parametri di processo, quali: agente gassificante, rapporto biomassa/vapore, additivi/catalizzatori per azione in-bed sul carico dei contaminanti nel gas prodotto.

Le attività sulle SOFC riguarderanno test di caratterizzazione nel tempo delle prestazioni di celle singole nella conversione del potenziale chimico del gas in energia elettrica e gli effetti sulle prestazioni sotto l'azione di agenti contaminanti sia organici, sia inorganici.

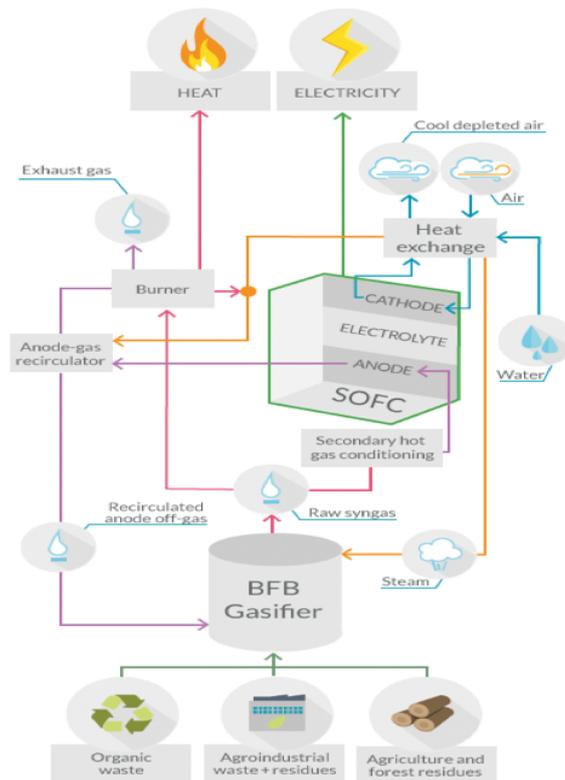


Fig.1 - Schema concettuale del progetto Blaze



## Partner industriali

HTceramix SA – Svizzera, HyGear BV – Olanda  
Walter Tosto SPA – Italia, Vertech Group – Francia

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università Marconi (IT), EPFL (CH), Università dell'Aquila (IT), EUBIA (BE)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Divisione Bioenergia, Bioraffineria e Chimica Verde

**Centri ENEA coinvolti** Trisaia, Casaccia

**Referente/i ENEA** Donatella Barisano  
donatella.barisano@enea.it

**Finanziamento al Progetto** 4.255.615,00 €

**Finanziamento ENEA** 210.375,00 €

**Web site** [www.blazeproject.eu](http://www.blazeproject.eu)

# Il progetto Waste2GridS per produrre energia elettrica e biometano da rifiuti organici

L'obiettivo del progetto europeo Waste2Grids ( W2G) è stato quello di identificare lo schema di processo più promettente per realizzare impianti integrati di gassificazione dei residui organici e RSOC (*Reversible Solid Oxide Cell*) per valorizzare il surplus di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili.

I partecipanti - ENEA, con *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne* (EPFL), Technical University of Denmark e il gruppo industriale Solidpower - hanno messo a punto un innovativo processo per produrre energia elettrica e biometano da rifiuti organici, in una prospettiva di sector coupling tra la rete elettrica e la rete gas.

Il progetto ha analizzato e studiato un sistema di accumulo attraverso l'elettrolisi dell'acqua e la produzione di idrogeno che viene poi miscelato con il syngas prodotto dalla gassificazione di residui organici e diventa metano sintetico, facilmente trasportabile e stoccabile per utilizzi nei trasporti o nella rete di distribuzione del gas naturale.

La tecnologia fulcro del processo è una cella ad ossidi solidi (*Reversible Solid Oxide Cell* RSOC) che può essere operata in modalità reversibile per produrre sia elettricità dal metano sia idrogeno dall'elettricità.

Nell'ambito del progetto sono state condotte, nel contesto nazionale, analisi preliminari sulla fattibilità tecnico-economica, nel lungo termine, degli impianti W2G per soddisfare le diverse esigenze di bilanciamento della rete e sono state identificate diverse opzioni promettenti che possiedono tutte le precondizioni per l'economicità del progetto.

L'analisi si è focalizzata su quattro regioni chiave del sud Italia (Molise, Puglia, Basilicata, Calabria), dove si è stimato al 2030 un eccesso di energia elettrica rinnovabile non programmabile di 5 TWh.

La tecnologia proposta favorirebbe inoltre il raggiungimento degli obiettivi UE in termini di produzione di energia da rinnovabili (32% del mix energetico, recepito nel PNIEC – Piano Nazionale Integrato Energia e Clima, con un 55% di energia elettrica rinnovabile nel 2030) e della direttiva Waste che fissa alla stessa data una quota del 60% di separazione dei rifiuti urbani per il loro riutilizzo o la loro valorizzazione energetica se non più riciclabili.

La realizzazione del progetto ha consentito uno scambio di conoscenze e l'interazione tra i diversi attori chiave (produttori, investitori e istituti di ricerca), l'emergere di linee guida utili per lo sviluppo/implementazione della tecnologia, per accrescere il posizionamento sul mercato, la competitività e leadership delle industrie interessate e fornire informazioni sugli impianti W2G per un'economia circolare e la decarbonizzazione dei sistemi energetici europei.

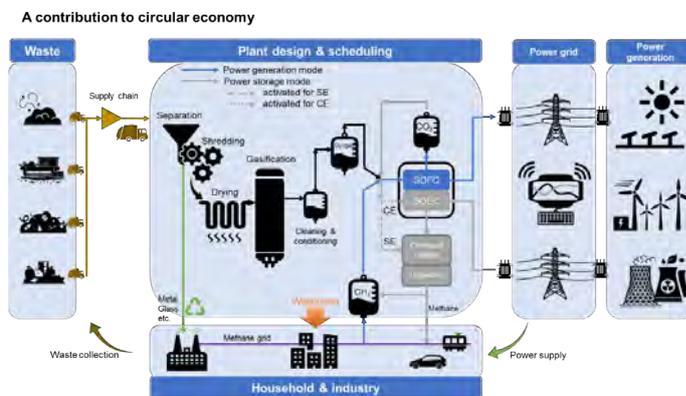


Fig. 1 - Waste2Grids Concept and general scheme



## Partner industriali

Solid Power (Italia)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (Svizzera), DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET (Danimarca)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
 Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
 Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
 Divisione Bioenergia, Bioraffineria e Chimica Verde  
 Unità Studi, Analisi e Valutazioni

## Centri ENEA coinvolti

Casaccia, Sede Legale

## Referente/i ENEA

Alessandro Agostini  
 alessandro.agostini@enea.it

**Finanziamento al Progetto** (H2020-JTI-FCH-2018) 520.000,00 €

**Finanziamento ENEA** 92.500,00 €

## Web site

www.waste2grids-project.net

# Progetto Waste2Watts

Per aumentare lo sfruttamento delle sorgenti di biogas proveniente da rifiuti, è necessario sviluppare impianti di taglia ridotta che siano agevoli nell'installazione e robusti nell'operazione, per essere utilizzati in attività agricole, di allevamento e di smaltimento rifiuti organici, aumentando la valorizzazione locale.

Le celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) ben si adattano a questa esigenza, essendo direttamente alimentabili con biogas e biometano, producendo energia elettrica ad elevatissima efficienza (>60%) anche a taglie ridotte.

Il progetto Waste2Watts (*Unlocking unused bio-waste resources with low cost cleaning and thermal integration with solid oxide fuel cells*) mira all'ottimizzazione dei dispositivi SOFC per l'operazione con biogas e alla standardizzazione della sezione di purificazione del biogas applicabile a differenti tipi di biogas e alle loro fluttuazioni.

Il progetto prevede dunque lo sviluppo di sistemi di purificazione per la rimozione dei contaminanti presenti nel biogas e il testing di SOFC con diverse composizioni di biogas, al fine di dimostrarne e garantirne il funzionamento di lunga durata.

Un prototipo di sistema integrato verrà dimostrato sul campo.

ENEA partecipa alla selezione e *testing* di materiali sorbenti per il sistema di purificazione dei vari tipi di biogas e al *testing* di celle singole SOFC alimentate con biogas diretto e/o pre-riformato, valutando prestazioni, degrado e possibili effetti di contaminazione da residui di specie contaminanti.

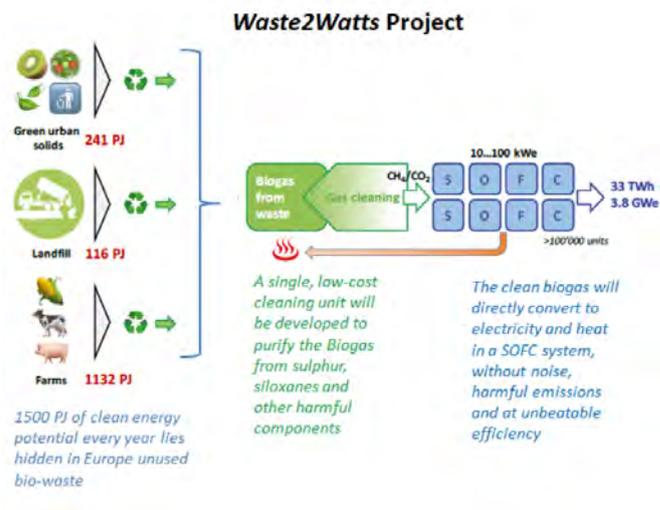


Fig. 1 - Rappresentazione schematica del progetto



## Partner industriali

BioKomp (IT), AROL (FR), Sunfire (DE) e SolidPower (IT)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

CEA (FR), EPFL (CH), Politecnico Torino (IT), PSI (CH), EREP (CH)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

Centri ENEA coinvolti Casaccia

Referente/i ENEA Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

Finanziamento al Progetto 1.681.602,50 €

Finanziamento ENEA 155.062,50 €

Web site www.waste2watts-project.net

# Progetto H2PORTS per promuovere l'utilizzo dell'idrogeno nei porti

Il progetto H2PORTS nasce con l'obiettivo di approfondire e sviluppare soluzioni efficienti per facilitare l'utilizzo del vettore idrogeno nella logistica portuale, per favorire la transizione dai combustibili fossili, ossia il processo di decarbonizzazione per un sistema a zero emissioni di carbonio. L'uso dell'idrogeno per veicoli e macchinari è stato precedentemente testato in altri comparti della logistica e dei trasporti: pertanto questo progetto propone diversi schemi pilota per colmare il divario tra prototipi e prodotti pre-commerciali.

Il progetto, del valore di 4 milioni di euro, prevede diverse attività di approfondimento e sperimentali; fra queste, in particolare, test per convalidare le tecnologie dell'idrogeno per le macchine portuali al fine di ottenere soluzioni applicabili, che producano zero emissioni, senza compromettere le prestazioni e la sicurezza delle operazioni portuali.

A livello operativo, nel porto di Valencia, in Spagna<sup>1</sup>, verranno testati un carrello elevatore (*reach stacker*<sup>2</sup>) a idrogeno per il carico/scarico e il trasporto di container; un trattore terminale alimentato da celle a combustibile a idrogeno per operazioni *roll-on/roll-off*, e una stazione di rifornimento mobile a idrogeno per rifornire a ciclo continuo i macchinari sopra citati.

Di fatto, il porto di Valencia sarà il primo in Europa a utilizzare macchinari alimentati a idrogeno per ridurre l'impatto ambientale delle sue attività. Nell'ambito del progetto H2PORTS verranno anche realizzati studi di fattibilità sullo sviluppo di una catena per l'approvvigionamento di idrogeno sostenibile nel porto, coordinando tutti gli attori coinvolti: clienti, produttori di idrogeno, fornitori ecc.

Nel progetto ENEA svolge il ruolo di terza parte di ATENA ed è coinvolta in diverse attività, tra cui lo sviluppo e la trasformazione dello *yard truck* elettrico alimentato ad idrogeno

I risultati del progetto sono liberamente disponibili sul sito [www.h2ports.eu](http://www.h2ports.eu).



## Partner industriali

MSC Terminal Valencia (Spagna), Grimaldi Group (Italia), Hyster-Yale (Olanda), Atena scarl-Distretto Alta Tecnologia Energia Ambiente (Italia) con le sue Terze Parti (ENEA, Università degli Studi di Napoli Parthenope, Università degli Studi di Salerno, Cantieri del Mediterraneo spa), Ballard Power Systems Europe (Danimarca), Enagas (Spagna).

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

Fundación Valenciaport (Spagna), Autorità Portuale di Valencia (Spagna), Centro Nacional del Hidrógeno (Centro nazionale per l'idrogeno) (Spagna),

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

**Centri ENEA coinvolti** Casaccia, Portici

**Referente/i ENEA** Viviana Cigolotti  
[viviana.cigolotti@enea.it](mailto:viviana.cigolotti@enea.it)

**Finanziamento al Progetto (FCH JU, H2020)** 3.999.947,50 €

**Finanziamento ENEA** 28.750,00 €

**Web site** [www.h2ports.eu](http://www.h2ports.eu)

<sup>1</sup> Nei terminal Grimaldi (Valencia Terminal Europe) e MSC

<sup>2</sup> carrello usato per muovere e impilare container intermodali di piccole-medie dimensioni. Questa tipologia di carrello elevatore è dotata di un braccio telescopico con morsa pneumatica che aggancia il carico sui lati corti per sollevarlo a notevole altezza o spostarlo in orizzontale

# Progetto e-SHyIPS per l'introduzione dell'idrogeno nel trasporto marittimo di passeggeri

Il progetto europeo e-SHyIPS (Ecosystemic knowledge in Standards for Hydrogen Implementation on Passenger Ship) è volto a definire le nuove linee guida per un'efficace introduzione dell'idrogeno nel settore del trasporto marittimo di passeggeri. Il progetto si colloca nell'ambito di H2020, intende incentivare l'adozione delle energie alternative e si sviluppa nel contesto della strategia globale e dell'Unione Europea per un ambiente pulito e sostenibile, verso la realizzazione di uno scenario di navigazione a zero emissioni. Il progetto adotterà un approccio di sistema, in cui saranno coinvolti tutti i principali referenti dei settori interessati, marittimo e dell'idrogeno, della ricerca e dell'industria, per integrare attività di ricerca pre-normativa teorica sugli standard, tramite simulazioni ed esperimenti di laboratorio, al fine di fornire le informazioni necessarie per progettare un adeguato processo di certificazione, e individuare future attività di standardizzazione e migliorare il panorama normativo comunitario. Il potenziale di mercato delle celle a combustibile a idrogeno nel settore marittimo è stato dimostrato negli ultimi anni con diversi progetti di punta per le navi. Nonostante l'idrogeno sia un'opzione valida in tutto il mondo per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni, anche da parte della strategia dell'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO), non è ancora disponibile un quadro normativo applicabile alle navi alimentate a idrogeno. e-SHyIPS riunisce gli stakeholder dell'idrogeno e marittimo e gli esperti internazionali, per raccogliere nuove conoscenze basate sulla revisione del quadro normativo e dati sperimentali sulla progettazione delle navi, sistemi di sicurezza, materiali e componenti e procedure di bunkeraggio. L'approccio è "indipendente dalla nave", al fine di evitare gli oneri di progetti personalizzati, ed è focalizzato sulle metodologie di valutazione del rischio e della sicurezza. Sulla base delle informazioni raccolte, e-SHyIPS definirà un piano di pre-standardizzazione per l'aggiornamento del codice IGF per le navi passeggeri con combustibili a base di idrogeno e una tabella di marcia per sostenere l'economia dell'idrogeno nel settore marittimo. Il progetto è coordinato dal Politecnico di Milano. Gli altri partner italiani sono: Ente italiano unificazione - UNI, Cineca, Levante Ferries, Atena - Distretto Alta Tecnologia Energia Ambiente IDF-Ingegneria del fuoco srl. Maggiori informazioni sul sito HPC di Cineca, e sul sito della Commissione. Grant Agreement N° 101007226 - FCH2-JU - HORIZON 2020.

Nel progetto ENEA svolge il ruolo di terza parte di ATENA ed è coinvolta in diverse attività, tra cui l'analisi delle soluzioni esistenti per l'applicazione delle tecnologie dell'idrogeno a bordo delle navi per il trasporto marittimo di passeggeri e la definizione di un nuovo quadro normativo specifico per la certificazione di future navi passeggeri a idrogeno. I risultati del progetto sono liberamente disponibili sul sito [www.e-shyips.com](http://www.e-shyips.com).



## Partner industriali

Atena scarl-Distretto Alta Tecnologia Energia Ambiente (Italia) con le sue Terze Parti (ENEA, Università degli Studi di Napoli Parthenope), Damen (Olanda), Danaos Shipping Co LTD (Cipro), DNV (Grecia), Ghenova (Spain), Ingegneria del Fuoco (Italia), Levante Ferries (Grecia), Proton Motor Fuel Cell GmbH (Germania)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

Politecnico di Milano (Italia), CINECA (Italia), UNI (Italia), VTT (Finlandia)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

**Centri ENEA coinvolti** Casaccia, Portici

**Referente/i ENEA** Viviana Cigolotti  
[viviana.cigolotti@enea.it](mailto:viviana.cigolotti@enea.it)

**Finanziamento al Progetto** 2.500.000,00 €

**Finanziamento ENEA** 25.000,00 €

**Web site** [www.e-shyips.com](http://www.e-shyips.com)

# Progetto REACTT per il monitoraggio, la diagnosi e il controllo per stack e sistemi SOE e rSOC

Il crescente utilizzo delle fonti rinnovabili intermittenti, come il solare e l'eolico, comporta nuove sfide per la gestione della rete, in particolare per quanto riguarda sia lo stoccaggio dell'energia elettrica in eccesso, sia l'integrazione fra reti e infrastrutture, sia la decarbonizzazione dei carburanti per il trasporto. In questo scenario, le tecnologie di elettrolisi svolgono un ruolo cruciale, quale fulcro delle soluzioni power-to-X (PtX), dove X identifica diversi vettori energetici come idrogeno, gas di sintesi o combustibili sintetici o altri prodotti chimici, consentendo così di trasformare ed accumulare l'eccesso di energia rinnovabile. Le celle ad ossidi solidi (SOCs) rappresentano una delle più interessanti tecnologie di elettrolisi, sia per le elevate efficienze di conversione globale - oltre il 90% (elettrica + termica) - sia perché possono funzionare in modalità reversibile (rSOC), ovvero possono produrre idrogeno (SOE, *Solid Oxide Electrolysis*) ma anche generare energia (SOFC, *Solid Oxide Fuel Cell*). Queste caratteristiche ne fanno una delle tecnologie più efficaci per affrontare sfide relative al crescente utilizzo delle fonti rinnovabili, quali lo stoccaggio del surplus di energia e la stabilizzazione delle reti elettriche. Al fine di garantire che i sistemi SOCs siano affidabili, efficienti e in grado di fornire idrogeno ed energia quando richiesto, è necessario monitorarne con attenzione prestazioni e durata di vita: ed è proprio questo l'obiettivo del progetto REACTT (*REliable Advanced Diagnostic and Control Tools for increased lifetime of solid oxide cell Technology*) che si propone di sviluppare uno strumento di monitoraggio, diagnosi, prognosi e controllo (MDPC) per stack e sistemi SOE e rSOC, in grado di analizzare il sistema ad ossidi solidi per accrescere l'affidabilità e la durata di vita dello stack, ma anche per ridurre i costi della manutenzione. REACTT vuole dimostrare l'efficacia di questo approccio mediante test su un sistema SOE da 5 kWe SOLIDpower (SP) e su un sistema CEA rSOC. La validazione in due diverse modalità operative e con due diversi modelli di stack vorrà dimostrare l'approccio versatile degli strumenti sviluppati, che possono quindi essere estesi a tecnologie diverse e applicazioni di maggiore potenza. ENEA è leader del WP dedicato alla comunicazione, disseminazione, standardizzazione e sfruttamento dei risultati che si otterranno dal progetto. La promozione e la diffusione della conoscenza e dei dati saranno rivolti sia ad un pubblico accademico ma anche industriale e normativo, nonché al pubblico in generale. A tal fine, ENEA sarà

responsabile del piano di gestione dei dati e della proprietà intellettuale (DIMP) e del piano per l'efficacia della Disseminazione e sfruttamento dei risultati (PEDER). Inoltre, l'ENEA sarà l'interfaccia principale tra il progetto e gli organismi di normazione formulando il *New Work Item proposal* (NWIP) che sarà presentato allo IEC-TC 105 per lo sviluppo di protocolli standard internazionali per il controllo di stack SOC.

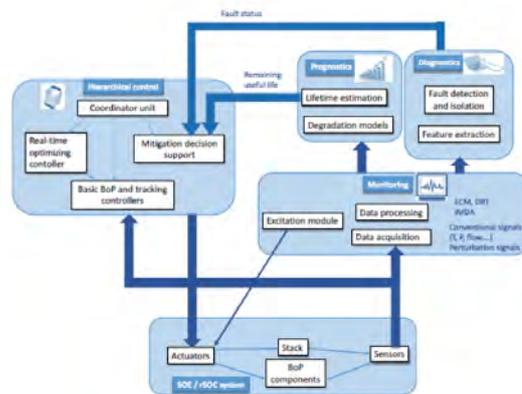


Fig. 1 - Rappresentazione schematica del progetto REACTT



## Partner industriali

AVL (AT), BITRON (IT) SolidPower (IT).

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

IJS (SI), CEA (FR), UNISA (IT), EPFL(CH), VTT(FI)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

## Centri ENEA coinvolti

Casaccia

## Referente/i ENEA

Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

Finanziamento al Progetto (FCH JU, H2020) 2.712.322,50 €

Finanziamento ENEA 128.125,00 €

## Web site

www.reactt-project.eu

# Progetto SO-FREE per produrre calore ed energia con un sistema efficiente e versatile basato su celle a combustibile SOFC

Nell'ambito del percorso di transizione verso un sistema energetico decarbonizzato avviato a livello europeo, una soluzione particolarmente efficace per accrescere la penetrazione delle fonti rinnovabili nel breve-medio periodo è il ricorso a miscele di gas e idrogeno nella rete del gas naturale. Questa opzione consente infatti di ridurre i quantitativi di gas serra, mantenendo un costo sistemico inferiore rispetto alla realizzazione di una nuova infrastruttura dedicata esclusivamente all'idrogeno. In quest'ottica le celle a combustibile ad ossidi solidi rappresentano una delle tecnologie più promettenti per la produzione di elettricità e la cogenerazione di calore ad uso residenziale e commerciale (SOFC-microCHP) poiché possono essere alimentate con diversi combustibili tra i quali anche miscele idrogeno/metano. Sebbene questa tecnologia possa funzionare con diverse miscele di combustibili, attualmente le unità SOFC-microCHP in commercio utilizzano come combustibile di riferimento il gas naturale e l'utilizzo di diverse miscele di combustibile presenta ancora alcune sfide, alcune delle quali sono i principali obiettivi del progetto SO-FREE. In particolare, SO-FREE mira a sviluppare un sistema versatile basato su celle a combustibile SOFC per un'efficiente generazione combinata di calore ed energia, quasi a zero emissioni, flessibile in termini di combustibile utilizzato per gli utenti finali nei settori residenziale, commerciale, municipale e agricolo. Tale traguardo verrà raggiunto perseguendo i seguenti obiettivi:

- comprensione approfondita degli effetti dei diversi combustibili, (miscele di gas naturale, biogas e idrogeno) sul funzionamento di stack SOFC utilizzando varie temperature di esercizio (600-850° C), integrate in un sistema di cogenerazione (CHP);
- ottimizzazione del ricircolo dei gas di scarico al lato anodico per evitare completamente il pre-reforming del carburante e dimostrazione della compatibilità del Balance-of-Plant (BoP) con l'intera gamma di combustibili testati e con le diverse temperature considerate;
- dimostrazione di due sistemi di classe 5 kWe per 9 mesi con diversi combustibili: tempi di funzionamento > 6000 ore ciascuno, efficienza > 48% elettrico, e con un basso livello di degrado (<1% / kh).
- realizzazione di un'interfaccia stack-system standardizzata, che consente la piena intercambiabilità dei tipi di stack SOFC all'interno di un sistema SOFC-CHP. Questa sarà presentata alla Commissione Elettrotec-

nica Internazionale (IEC) come una nuova proposta di oggetto di lavoro (NWIP) per la standardizzazione internazionale;

- test del sistema SOFC-CHP alimentato con diversi combustibili in condizioni residenziali reali per dimostrare una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> di almeno il 40% in questa modalità rispetto a un sistema di celle a combustibile alimentato a gas naturale standard;
- valutazione e quantificazione del mercato SOFC-CHP residenziale a livello globale e un'analisi dettagliata specifica per alcuni paesi europei (Paesi Bassi, Italia, Polonia e Regno Unito) che tenga conto anche degli aspetti normativi, e dei potenziali meccanismi di supporto statali.

L'ENEA coordina il progetto ed è coinvolta nella caratterizzazione degli stack per comprendere in maniera approfondita le loro prestazioni utilizzando le varie composizioni e condizioni previste dal progetto. Inoltre svolgerà un ruolo importante sia nella gestione del piano di disseminazione sia nella valorizzazione del know-how e del prodotto generato nel progetto nonché sulla formulazione del NWIP da presentare allo IEC-TC105 per la standardizzazione dell'interfaccia stack-sistema in ambito normativo internazionale.



## Partner industriali

IKTS(DE), ELC(FI), AVL (AT), ICI Caldaie(IT)

## Altri partner di ricerca oltre ENEA

IEN (PL), PGE (PL), USGM (IT), KIWA(NL)

## Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili  
Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'Energia  
Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'Idrogeno

**Centri ENEA coinvolti** Casaccia

**Referente/i ENEA** Stephen McPhail  
stephen.mcphail@enea.it

**Finanziamento al Progetto (FCH-JU; H2020)** € 2.739.094,00

**Finanziamento ENEA** € 324.500,00

**Web site** [www.so-free.eu](http://www.so-free.eu)





Speciale EAI n. 1/2021

ENEA - Servizio Promozione e Comunicazione

[enea.it](http://enea.it)

Stampa: Laboratorio tecnografico ENEA – Centro Ricerche Frascati

Maggio 2021



[eai.enea.it](http://eai.enea.it)