

## ■ Idrogeno

## premio

### Sviluppo di processi di produzione di idrogeno dall'acqua mediante cicli termochimici alimentati da energia solare

Vincenzo Barbarossa,  
Giampaolo Caputo  
Antonio Ceroli, Maurizio  
Diamanti, Paolo Favuzza,  
Claudio Felici, Alberto  
Giaconia, Roberto Grena,  
Michela Lanchi Raffaele  
Liberatore, Alfonso Pozio,  
Pier Paolo Prosini, Giovanni  
Salvatore Sau, Annarita  
Spadoni, Pietro Tarquini,  
Silvano Tosti

*ENEA, Dipartimento Tecnologie  
per l'Energia, le Fonti Rinnovabili  
e il Risparmio Energetico*



*Da sinistra:*  
G. Caputo, G.S. Sau, C. Felici, P. Tarquini, M. Diamanti, P. Favuzza,  
A. Ceroli, P.P. Prosini

*Per informazioni: [pietro.tarquini@enea.it](mailto:pietro.tarquini@enea.it)*

#### **Risultati conseguiti**

Nei laboratori del Centro Ricerche ENEA della Casaccia è stato sperimentato con successo un processo di produzione di idrogeno dall'acqua mediante il ciclo termochimico zolfo-iodio alimentato da energia solare.

L'attività di ricerca e sviluppo ha obiettivi di medio e lungo termine, ma ha consentito di individuare due possibili applicazioni molto più ravvicinate nel tempo: con la prima, l'idrogeno viene prodotto utilizzando in parte una fonte solare e in parte una fonte fossile; la seconda applicazione riguarda invece lo sviluppo di un processo di desolfurazione messo a punto modificando il ciclo zolfo-iodio, in grado di produrre idrogeno e acido solforico concentrato.

#### **Avvio e sviluppo della ricerca**

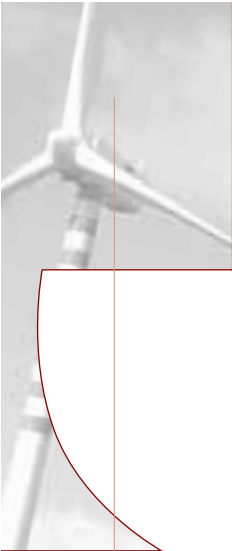
La ricerca è stata avviata nell'ambito della linea di attività n. 1 "Produzione di Idrogeno da Cicli Termochimici alimentati da energia solare" del progetto TEPSI (Tecnologie e pro-

cessi innovativi per affrontare la transizione e preparare il futuro del sistema idrogeno) finanziato dal FISR – Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca, nel quale l'ENEA si propone di realizzare, per la prima volta in Europa, due impianti completi in scala da laboratorio per la dimostrazione della fattibilità scientifica dei cicli termochimici. Il progetto consta di tre linee di attività:

1. cicli termochimici solari;
2. accumulo di idrogeno;
3. idrogassificazione del carbone (processo ZECOMIX).

La ricerca oggetto del Premio riguarda la linea 1, e in particolare il ciclo termochimico zolfo-iodio, che si compone principalmente di tre reazioni dalla cui somma si ottiene, come bilancio netto, la scissione dell'acqua in ossigeno e idrogeno, che è di fatto l'unico reagente introdotto nel processo, mentre le altre sostanze rappresentano dei prodotti intermedi.

I cicli termochimici che utilizzano ossidi metallici per la scissione dell'acqua sono in linea



di principio estremamente semplici, prevedendo una fase gassosa reagente con una o più fasi solide; pertanto, il ciclo può essere realizzato con la sola movimentazione di fasi gassose. Il punto debole di questi cicli è dato dalle elevate temperature (1100-1600 °C): l'attività ENEA ha permesso di sviluppare, in questo caso, materiali compositi costituiti da ferriti di manganese nanoparticellate e carbonato di sodio che hanno mostrato reattività chimica a 750 °C, valore di temperatura estremamente interessante perché permette l'utilizzo di materiali convenzionali per l'impiantistica.

Nel corso delle attività di ricerca e sviluppo tipicamente a medio-lungo termine sui cicli termochimici, sono state finora individuate due possibili applicazioni, con ricadute a breve termine sul sistema industriale.

La prima riguarda processi per la produzione di idrogeni ibridi – solare fossile – che sono in grado di utilizzare la tecnologia solare sviluppata dall'ENEA a collettori parabolici lineari con fluido vettore ed accumulo a Sali fusi, che ha portato alla realizzazione di due brevetti e di tre articoli. In questo caso, l'idrogeno viene prodotto utilizzando in parte la fonte solare ed in parte una fonte fossile, ottenendo così già un sostanziale risparmio di quest'ultima, variabile dal 30 al 70%, secondo, le configurazioni dell'impianto.

La seconda ricaduta ha riguardato lo sviluppo di un processo di desolforazione che produce idrogeno e acido solforico concentrato. Si è arrivati allo sviluppo del processo, già brevettato, modificando in alcune parti il ciclo zolfo-iodio oggetto principale delle attività di ricerca. Il nuovo processo è applicabile sia alla desolforazione di gas naturale e prodotti petroliferi, sia a fumi di combustione di centrali termoelettriche.

L'attività di sperimentazione è coperta da quattro brevetti ed è stata oggetto di articoli pubblicati su prestigiose riviste italiane e straniere.

### *Prospettive e possibili applicazioni*

Per quanto riguarda lo sviluppo futuro dei cicli termochimici c'è da distinguere tra le applicazioni a breve e quelle a lungo termine. Per le prime (impianti di desolforazione e idrogeno da reforming solare) l'interesse già manifestato da varie imprese industriali renderebbe possibile una implementazione della tecnologia ad una fase di impianto pilota o dimostrativo, per poi passare ad un successivo livello preindustriale con finanziamenti in parte privati e in parte regionali e/o comunitari.

Le attività di ricerca e sviluppo di lungo periodo sono legate sia allo sviluppo dei cicli termochimici stessi, che allo sviluppo degli impianti solari (concentratori, reattori solari, accumuli termici ecc.) ovvero allo sviluppo di reattori nucleari ad alta temperatura di IV generazione. In questo caso la partecipazione a programmi di ricerca internazionali dovrebbe rappresentare una delle principali fonti di finanziamento.

### *Collaborazioni*

Sono state coinvolte nell'attività di R&S come partner: l'Università di Roma "La Sapienza", il Politecnico di Milano, l'Università di Cagliari, l'Università di Roma 3 e l'Università di Trento.

A livello internazionale sono stati attivati contatti e collaborazioni con i principali enti di ricerca coinvolti nello stesso settore di attività, quali CEA (F), CIEMAT (E), DLR (D), ETH (CH), CSIRO(AUS), e società industriali, quali General Atomics e Westinghouse (US) nell'ambito del VI e VII Programma Quadro con i progetti INNOHYP (*Innovative high temperature routes for hydrogen production*) e HYCYCLES (*Materials and components for Hydrogen production by sulphur based thermochemical cycles*) e con la partecipazione all'Annex 25 (*High Temperature Processes for Hydrogen Production*) dell'International Energy Agency.