

Centro Ricerche per le Energie non Convenzionali "Istituto ENI Donegani"

Dr. Luca Longo
ENI Corporate - Direzione Ricerca e Innovazione Tecnologica (DRITEC)
Centro Ricerche per le Energie Non Convenzionali
Istituto ENI Donegani (CRENC-ID)

Dal 1941 l'Istituto Donegani è uno dei principali centri di ricerca industriale in Italia, impegnato nella ricerca e sviluppo di tecnologie innovative in diversi campi della chimica (catalisi, polimeri, chimica fine), facendo leva su competenze estese dalla modellazione molecolare, alle sintesi chimiche organiche e inorganiche, alla produzione di nuovi polimeri e alle tecnologie per la loro caratterizzazione.

Nel 2007 Eni ha definito la nuova missione dell'Istituto Donegani, che è divenuto il Centro di Ricerca Eni per lo sviluppo di tecnologie nel campo delle fonti di energia non convenzionali – da cui la nuova denominazione: Centro Ricerche per le Energie Non Convenzionali - Istituto Donegani.

Produzione scientifica (dal 2007 al 2011):

- Avviate 127 domande di brevetto
- Depositati 85 brevetti
- Pubblicati 104 articoli su riviste scientifiche internazionali
- Presentati 219 contributi a congressi scientifici internazionali

Attività di Ricerca

Le attività del Centro sono focalizzate sul programma di ricerca Along with Petroleum, lanciato da Eni nel 2007 e volto a conseguire breakthrough tecnologici nell'utilizzo dell'energia solare e delle biomasse – che Eni ritiene essere le fonti rinnovabili con maggiori potenzialità di utilizzo sostenibile – dal punto di vista ambientale e economico – su larga scala.

Il Centro è anche attivo nello sviluppo di tecnologie innovative funzionali alle bonifiche ambientali ed allo smaltimento e valorizzazione dei rifiuti.

Al contempo, il Centro continua a fornire il suo contributo alle attività delle Divisioni di Eni e a Polimeri Europa per lo sviluppo di tecnologie relative al core business.

Attualmente operano all'interno del Centro circa 150 tra ricercatori, tecnici e staff.

ENERGIA SOLARE

L'energia solare soddisfa meno dell'1% dei fabbisogni energetici globali e il costo di produzione dell'energia elettrica da impianti fotovoltaici è 5-10 volte più elevato rispetto a quello di impianti termoelettrici alimentati a gas o prodotti petroliferi. La disponibilità di tecnologie innovative per l'utilizzo di fonti di energia realmente alternative a quelle fossili fornirà una risposta fondamentale alla necessità di soddisfare le esigenze di un mondo che chiede sempre più energia, ma non può permettersi che questa non sia pulita.

Solare Organico

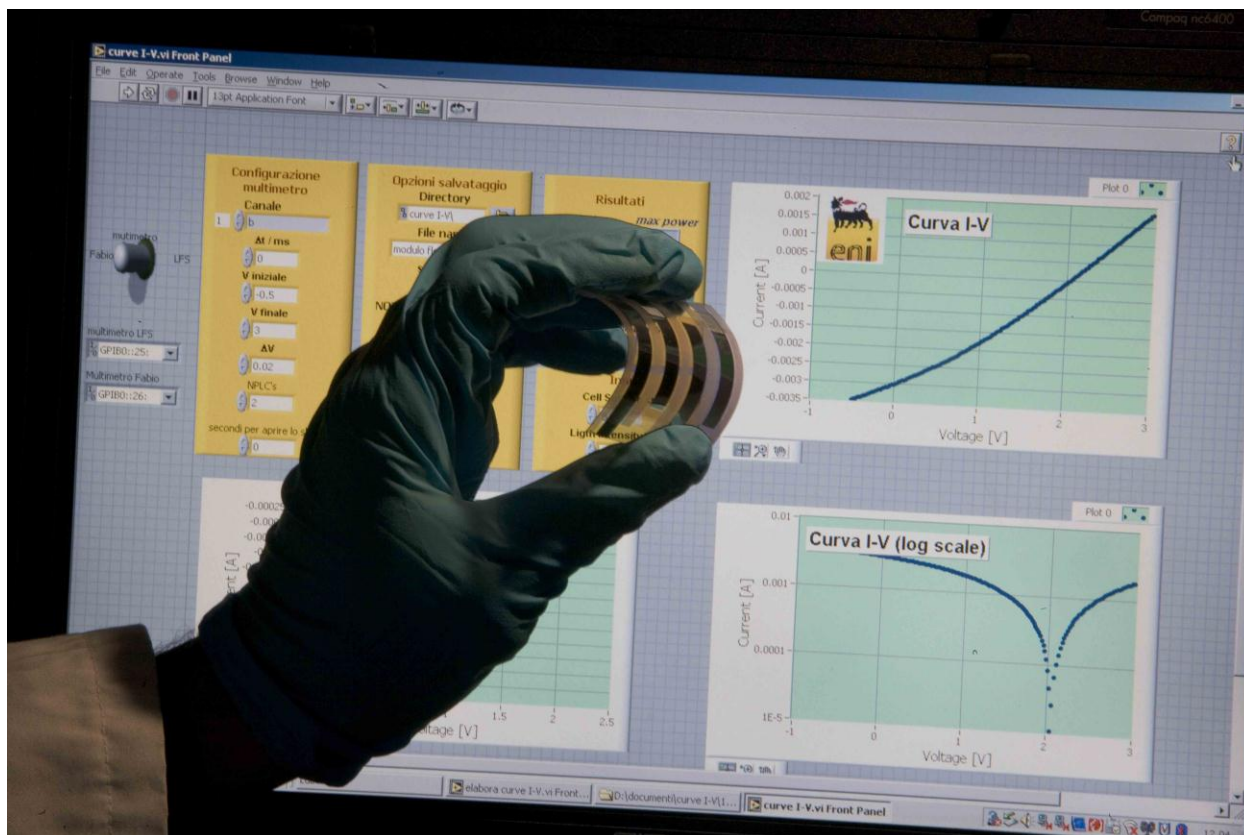
La tecnologia fotovoltaica attualmente utilizzata è basata sul silicio. Le celle solari hanno costi molto elevati a causa della tecnologia di purificazione della materia prima e dell'efficienza di conversione relativamente bassa (circa 10% per un sistema collegato alla rete elettrica); il costo dell'elettricità prodotta varia in funzione del luogo di installazione in un intervallo di 20-50 centesimi di Euro/kWh, molto più elevato del costo dell'elettricità convenzionale da fonti fossili. Il superamento del limite attuale per la diffusione del fotovoltaico richiede l'introduzione di tecnologie innovative in grado di ridurre sensibilmente il costo dell'elettricità prodotta.

Le celle solari polimeriche rappresentano una di queste potenziali tecnologie, in grado di rappresentare una discontinuità significativa per le potenzialità di basso costo e di scalabilità industriale. I risultati già conseguiti nel quadriennio 2007-2010 verranno utilizzati anche per lo sviluppo di una capacità impiantistica, con l'obiettivo di lungo termine di un passaggio full-scale.

Nello specifico, gli obiettivi del progetto che viene svolto all'interno di ENI sono:

- La messa a punto di nuovi materiali per realizzare celle solari (polimeri donatori di elettroni, fullereni, materiali per strati interfacciali ed elettrodi) che saranno utilizzati nel test per fabbricare celle.
- La preparazione e lo studio di celle solari e di moduli di 10x10 cm di area.
- Lo sviluppo di un impianto pilota per la fabbricazione di celle solari polimeriche su supporto flessibile.

L'attività viene svolta anche con il contributo di vari centri di ricerca pubblici italiani ed internazionali: CNRS Angers (FR), Technical Research Center of Finland (VTT), Oulu (FI), Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge (US), Università di Milano, Università di Milano-Bicocca, Università di Padova, Politecnico di Milano, CNR-ISOF, Bologna, CNR-ISMAR, Milano



Modulo Fotovoltaico Polimerico

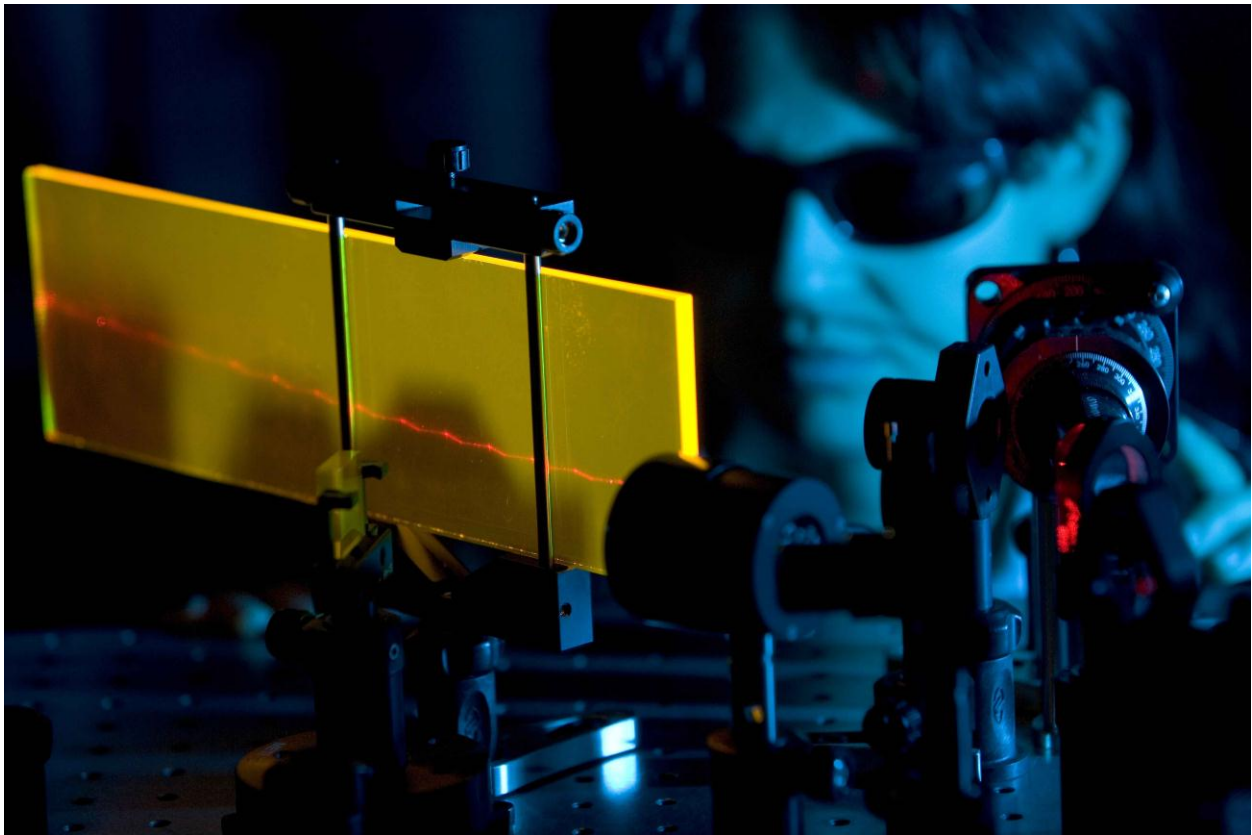
Materiali Fotoattivi

Attualmente le limitazioni nello sfruttamento dell'energia solare derivano da due fattori principali: la bassa efficienza di conversione energetica e l'elevato costo dei dispositivi.

L'utilizzo di materiali convertitori di spettro, che assorbono energia in regioni spettrali non adeguatamente sfruttate e la convertono in radiazioni spettralmente "accordate" con il dispositivo, rappresenta un possibile modo per incrementare l'efficienza.

Il costo dei dispositivi è legato al costo dei materiali semiconduttori utilizzati. I sistemi a concentrazione permettono di limitare tali costi focalizzando su piccole superfici di materiale semiconduttore l'energia raccolta da ampie superfici di cattura costituite da materiali a basso costo. Sistemi a concentrazione alternativi ai tradizionali a specchi o a lenti sono rappresentati dai Luminescent Solar Concentrators (LSC). Gli LSC sono costituiti da lastre di materiali otticamente trasparenti contenenti sostanze fluorescenti che agiscono da convertitori di spettro. L'energia solare incidente sull'ampia superficie della lastra, viene parzialmente assorbita e riemessa in un diversa regione spettrale. Sfruttando il fenomeno della riflessione totale interna un LSC si comporta come una guida d'onda: la radiazione emessa viene quindi concentrata ai sottili bordi della lastra dove sono poste celle fotovoltaiche tradizionali (Figura 1). Con questi sistemi è possibile

realizzare diversi tipi di dispositivi: finestre fotovoltaiche incolori, finestre fotovoltaiche colorate e pannelli LSC. Questi dispositivi possono trovare ampia applicazione nel settore dell'edilizia, (Building Integrated PhotoVoltaics, BIPV), per il quale si prevede un forte sviluppo nei prossimi anni. La riduzione dei costi dei sistemi di produzione di energia fotovoltaica ottenuta con questi dispositivi può ridurre i tempi di raggiungimento della grid parity, ovvero della soglia oltre la quale i costi di investimento per la produzione di energia elettrica da fotovoltaico diventano inferiori a quelli di produzione da fonti fossili. La realizzazione di finestre fotovoltaiche può avere un forte impatto nella realizzazione di edifici a risparmio energetico. Nell'ambito del progetto sono stati individuati, sintetizzati e testati diversi coloranti fluorescenti originali, con caratteristiche idonee al loro utilizzo in LSC. Con tali coloranti sono state realizzati LSC inizialmente di piccole dimensioni per effettuare dei test su scala di laboratorio, e, successivamente, di dimensioni maggiori (40x40 cm) per test sul campo.



Materiali Fotoattivi - Red Laser Test

Fotoproduzione di Idrogeno

La ricerca per ricavare idrogeno dall'acqua utilizzando l'energia solare è un'attività sfidante per la scienza dei materiali e si rivolge allo sviluppo di un'economia che impiega idrogeno per un futuro sostenibile. L'idrogeno è un combustibile pulito ed anche un magazzino di energia. È stata dimostrata la possibilità di estrarre idrogeno dall'acqua convertendo l'energia del sole già dagli anni '70 ma con rendimenti molto bassi. Obiettivo della ricerca è aumentare le rese mantenendo bassi i costi di produzione. È noto che l'acqua viene dissociata solo ad altissime temperature oppure applicando alte differenze di potenziale ai capi di un elettrolizzatore (cella elettrochimica con elettrodi conduttori). La conversione dell'energia solare consente di realizzare la dissociazione dell'acqua con la mediazione di particolari materiali (semiconduttori) che sanno assorbire la radiazione e produrre cariche elettriche necessarie per la reazione chimica di "splitting". Si comprende, dunque, che la ricerca scientifica per la produzione di idrogeno solare è rivolta allo studio dei materiali semiconduttori che sappiano esprimere alte conversioni "fotoni -> elettroni". Ad oggi, i materiali che meglio sanno convertire le componenti più energetiche dello spettro solare in corrente elettrica e che presentano la migliore stabilità in soluzione acquosa sono gli ossidi di alcuni metalli (TiO₂; WO₃; Fe₂O₃). Le tecniche di preparazione dei fotoelettrodi possono essere varie: la via chimica; la via spray o CVD; la via anodica. Un aspetto di principale rilevanza è che la via di sintesi sappia realizzare materiali con morfologie su scala nanometrica. Infatti, la nanostruttura consente sia di esporre un'alta superficie del materiale che deve reagire con la fase acquosa, sia di definire piccoli domini in cui sono generate e trasportate le cariche elettriche. La dimostrazione del processo di "fotosplitting dell'acqua" avviene in una cella foto elettrochimica in cui l'anodo è costituito da un materiale fotoattivo ed il catodo da un filo platinato. Con una cella foto elettrochimica è possibile misurare la fotocorrente prodotta che circola nel sistema completo. Dal dato di fotocorrente si valuta l'idrogeno prodotto e si calcola la resa del processo globale.

AMBIENTE

L'abbattimento dell'impatto ambientale delle attività delle società petrolifere costituirà un requisito imprescindibile di sopravvivenza e successo: la tecnologia gioca un ruolo chiave in questa sfida. La grande attenzione verso la protezione dell'ambiente è un tratto che accomuna i paesi produttori e i paesi grandi utilizzatori di energia. Le compagnie petrolifere operano in entrambe queste realtà e sono chiamate a rendere la produzione e l'impiego delle fonti fossili compatibili con la salvaguardia dell'ecosistema dei luoghi in cui operano attraverso l'impiego di comportamenti e operazioni caratterizzati da impronte ambientali minime. Questo impegno è solo il punto di partenza di un cambiamento che richiederà all'industria energetica di sviluppare tecnologie in grado di abbattere, fino a renderlo nullo, il potenziale inquinante delle proprie attività e di recuperare danni inflitti al territorio nel passato.

Oil Spills

Il progetto ha come obiettivo principale quello di sviluppare materiali e dispositivi innovativi in grado di fronteggiare in modo tempestivo ed efficace il recupero di sversamenti di petrolio in mare a seguito di incidenti. Il problema degli sversamenti di petrolio in mare (oil spill) esiste dalla nascita della "civiltà petrolifera" e i grandi disastri sono stati tradizionalmente legati agli incidenti occorsi a grandi petroliere. L'inquinamento diretto da giacimenti offshore è invece un fenomeno relativamente nuovo, venuto alla ribalta con l'incidente avvenuto alla BP nel Golfo del Messico e di impatto gravissimo per le proporzioni raggiunte (60.000-100.000 barili al giorno). La capacità di fronteggiare eventi incidentali di una tale portata, e di contenere e mitigare nello stesso tempo gli effetti ambientali che ne derivano, rappresenta una esigenza irrinunciabile dell'industria petrolifera. Gli interventi di mitigazione hanno finora utilizzato solventi e disperdenti sulla superficie marina, creando di fatto i presupposti per una ancor più difficile eliminazione dell'inquinamento. I solventi infatti disperdono il petrolio in superficie "pulendo" il mare ma in realtà una parte consistente rimane sotto la superficie e, aggregato dai disperdenti, forma particelle più pesanti dell'acqua che tendono ad affondare rendendo impossibile la loro eliminazione o il loro recupero. Nell'ambito dell'Alleanza eni-MIT, è stato sviluppato un materiale assolutamente innovativo (una "carta assorbente") che ha mostrato in prove preliminari una grande capacità di assorbimento selettivo di petrolio disperso in acqua e contemporaneamente proprietà percolanti che consentirebbero la separazione dell'olio dall'acqua. Le principali attività del progetto prevedono lo sviluppo di nuovi materiali superidrofobici che presentino alte velocità di percolazione del greggio e sufficiente stabilità chimica e meccanica per consentire la realizzazione di un prototipo di sistema di recupero degli idrocarburi.

BIOMASSE

Nel medio-lungo termine eni intende sviluppare processi potenzialmente breakthrough nella produzione di biocarburanti. Secondo la Normativa Europea 2020 e la direttiva sulla Fuel Quality, i biocarburanti dovranno contribuire a fornire un'energia rinnovabile alternativa ai combustibili fossili nel settore dei trasporti, purché prodotti secondo criteri di sostenibilità e non in competizione con il settore alimentare, con quote progressive fino al 2020. L'impiego dei biocarburanti offre vantaggi ambientali legati all'assenza di emissioni inquinanti (zolfo e idrocarburi poliaromatici), minori emissioni di gas serra in un'ottica LCA (Life Cycle Analysis), anche se consente rese energetiche inferiori rispetto ai combustibili fossili. L'attività di R&S di Eni è concentrata sulla produzione di biocarburanti con prestazioni elevate – es. biofuel pro diesel con numero di cetano superiore al gasolio tradizionale – e di bio-energia attraverso la conversione di biomasse non edibili. Eni ha sviluppato la tecnologia EcofiningTM, in collaborazione con il partner UOP, che consente la conversione di oli vegetali in Green Diesel, un prodotto di elevata qualità, privo di ossigeno e compatibile con i gasoli di origine

petrolifera. È stata completata la progettazione di un'unità industriale da 250 mila tonnellate/anno per la produzione di Green Diesel da olio di soia e/o palma. Nel 2008 è stato completato anche uno studio di fattibilità per l'utilizzo di una pianta infestante presente nel Delta del Niger per la produzione di bio-elettricità.

Valorizzazione rifiuti

I rifiuti solidi di origine organica costituiscono una potenziale biomassa da utilizzare per la produzione di vettori energetici. A questa categoria si possono associare principalmente 4 tipi di rifiuti:

- la frazione umida derivanti dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani;
- le potature derivanti dalla manutenzione del verde pubblico (sfalcio);
- i fanghi prodotti dagli impianti di depurazione delle acque urbane;
- i rifiuti dell'industria agroalimentare.

La loro caratteristica principale è l'elevato contenuto di acqua, ad esempio, i fanghi e la frazione umida hanno un contenuto di umidità variabile dal 60 al 70 %. Attualmente la maggior parte di questi materiali viene smaltita in discarica o, nei casi più virtuosi, inviata ad impianti di digestione anaerobica, compostaggio, o termovalorizzazione previo essiccamento. In alternativa, i rifiuti potrebbero essere utilizzati come materia prima in un processo di liquefazione per la produzione di liquidi da impiegare direttamente come oli combustibili o da inviare a un successivo stadio di upgrading per la produzione di bio-carburanti per autotrazione. La liquefazione è la conversione termochimica di una biomassa in presenza di una fase liquida (generalmente l'H₂O costitutiva). Ha come scopo la produzione di una fase organica (bio-olio) in cui viene concentrato il contenuto di carbonio presente nella biomassa di partenza. E' in corso presso il CRENC-ID di Novara un'attività di ricerca con l'obiettivo di definire una tecnologia che permetta di produrre vettori energetici dai rifiuti. In tale ambito è stato identificato su scala di laboratorio un processo di liquefazione di rifiuti abbinato sia ad una crescita di lieviti sulle acque prodotte sia ad uno stadio di upgrading del bio-olio prodotto. Si prevede di realizzare un impianto pilota nel 2011 e di progettare un impianto dimostrativo da allestire dopo il 2013. Nel processo in fase di sviluppo, i rifiuti vengono omogeneizzati e alimentati ad un reattore di liquefazione (250-310 °C per 1-2 ore). Dopo recovery dei prodotti, il bio-olio, avente un elevato contenuto in carbonio (circa 70-75% in peso), viene valorizzato come olio combustibile o viene inviato ad una sezione di trasformazione in componenti liquide per autotrazione. Gli obiettivi principali dello sviluppo del processo di upgrading (hydrotreating) del bio-olio a dare biofuel sono la rimozione della minore quota di eteroatomi ancora presenti nel bio-olio, la massimizzazione della resa a prodotti liquidi di tipo idrocarburico nel corretto intervallo di distillazione e la corrispondenza alle specifiche per i combustibili per autotrazione. La fase acquosa ottenuta dalla liquefazione contiene ancora una quota di organico non facilmente gestibile in un normale trattamento delle acque. Questa fase viene pertanto valorizzata attraverso un passaggio di fermentazione con lieviti oleaginosi. In questo modo si ottiene contemporaneamente la diminuzione del contenuto di organico disciolto nelle acque, con minor problemi nel trattamento acque a valle, e la produzione di una nuova quota di biomassa da riciclare nella sezione di liquefazione con conseguente aumento delle rese del processo.

Riassumendo, i principali vantaggi del processo in fase di sviluppo sono i seguenti:

- usa una materia prima per la quale esiste già una filiera di raccolta e offre una soluzione alternativa e virtuosa alla gestione dei rifiuti/fanghi delle aree urbane;
- tratta la biomassa umida tal quale evitando i costi di un essiccamento;
- usa delle condizioni più blande rispetto ad altri processi di conversione quali la gassificazione (800-1000 °C) o la pirolisi (400-500 °C);
- porta a produrre un bio-olio con elevato contenuto di carbonio ed elevato potere calorifico (circa 35 MJ/Kg);
- presenta una resa energetica superiore rispetto alla valorizzazione dei rifiuti a biogas (circa 70-80 % rispetto a circa 40 sulla base dei PCI);
- per il rispetto degli obblighi nazionali per le energie rinnovabili imposte agli operatori, porta alla produzione di biofuel con valore doppio rispetto ad altri biocarburanti.