

# PROGETTAZIONE MOLECOLARE E DISPOSITIVI PER PRODUZIONE SOLARE DI ELETTRICITÀ E COMBUSTIBILI

Dopo una veloce introduzione al contesto nazionale ed internazionale, vengono descritte le strategie di progettazione molecolare per la costruzione di materiali e dispositivi fotovoltaici e di fotosintesi artificiale di ultima generazione, dimostrando come l'ingegnerizzazione molecolare consenta di migliorare le prestazioni dei dispositivi solari.



Il fabbisogno di energia nel mondo è previsto aumentare dagli attuali 18 TW (fine 2012) ad almeno 32 TW (alcune previsioni indicano 40 TW) nel 2050. Il pieno sfruttamento dell'energia solare, la più abbondante fonte di energia per il pianeta Terra, diventa anno dopo anno una scelta sempre più strategica per rispondere al crescente fabbisogno di elettricità (fotovoltaico, PV), di reagenti e combustibili (fotosintesi naturale ed artificiale) e di riscaldamento [1].

In particolare, il settore PV ha visto un impressionante sviluppo negli ultimi anni. Secondo il recente "Renewables 2105 Global Status Report" [2] la potenza PV installata è passata da meno di 3 GW nel 2004 a quasi 180 GW nel 2014, con un incremento di quasi 50 GW rispetto solo all'anno precedente. Nel 2013 l'ammontare di tutte le fonti rinnovabili, compreso l'idroelettrico, sfiora ormai il 20%, contro il 2,6% dell'energia nucleare. Si stima che nel loro complesso le rinnovabili diano oggi lavoro a 8 milioni di persone, con un incremento del 15% rispetto al 2012. Le fonti rinnovabili costituiscono la soluzione ideale per un'energia distribuita e sostenibile nei Paesi in via di sviluppo, un obiettivo di tutta l'umanità, se si tiene conto che nel 2015 1,7 miliardi di persone sono ancora senza elettricità, con punte del 70% della popolazione nella regione sub-sahariana, e una popolazione di circa 3 miliardi si affida ancora a biomasse tradizionali per scaldare e cucinare. In questi Paesi l'energia rinnovabile rappresenta non solo una soluzione etica per

risolvere problemi di povertà ma anche una nuova forma di sviluppo economico per le aziende dei Paesi maggiormente industrializzati.

L'Italia occupa una posizione di assoluto rilievo nel campo delle rinnovabili, nonostante politiche di sviluppo energetico non sempre coraggiose e lungimiranti. Nel 2014 l'Italia è risultata al quarto posto in termini di potenza PV installata dopo Germania, Cina e Giappone (facendosi purtroppo superare da quest'ultima a causa del rallentamento nel 2014), e seconda solo ai tedeschi, se normalizzato rispetto alla popolazione [2]. Pochi sanno, e i media non riportano con la dovuta attenzione, che già nel 2015 (mese di maggio) in una giornata di picco nel consumo di elettricità il 50,4% proviene da fonti rinnovabili (36,2% se si esclude l'idroelettrico), contro il 42% dell'anno precedente [3]. Quando poi la domanda energetica è contenuta, come nei week-end assoluti estivi in cui la produzione industriale si contrae, il 100% di elettricità è già oggi prodotta interamente da fonti rinnovabili. Il PV da solo è arrivato a produrre nel 2014 l'8% della domanda annuale di elettricità, un risultato fino a pochi anni fa neanche ipotizzabile.

Nell'ambito delle tecnologie PV di ultima generazione [4], le celle solari sensibilizzate da un colorante (dye-sensitized solar cells, DSSC) [5], introdotte da Grätzel and O'Regan nel 1991 [6], e le celle a perovskiti (perovskite solar cells, PSC) [7], mostrano le potenzialità più interessanti. La tecnologia DSSC ha raggiunto oggi efficienze in laboratorio del 15% [8], mentre le celle PSC hanno sperimentato un vertiginoso progresso dal 5% da soli 4 anni fa a valori certificati superiori al 20% [9], ormai prossimi al record assoluto del 25,6% per una cella a mono-giunzione, detenuto dal silicio cristallino [10]. I progressi degli ultimi anni in questo settore sono stati così impressionanti che, pur essendo ancora presenti importanti criticità legate alla stabilità e all'uso di derivati tossici (ad es. sali di Pb) [11], l'entrata in una nuova era di energia solare ad alte prestazioni e bassi costi sembra ormai a portata di mano [7]. Il Prof. Grätzel, inventore della tecnologia DSSC e co-detentore del record certificato del 21% per una cella PSC insieme al Prof. Hagfeldt (EPFL, Lausanne, Dicembre 2015), ha recentemente dichiarato: "The progressive replacement of fossil fuels by solar PV in many applications is not a matter of if, but when" [12].

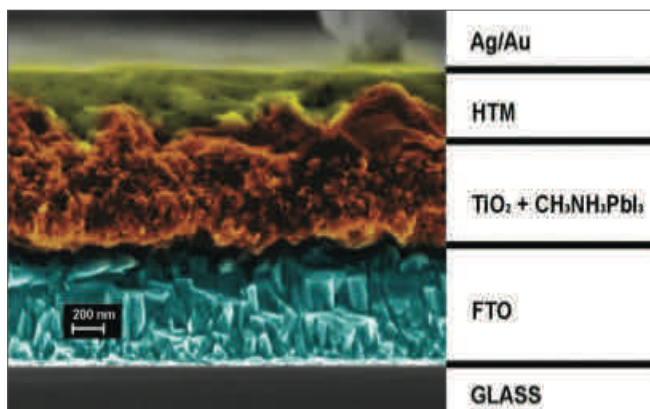


Fig. 1 - Cross-sectional SEM di una cella PSC fabbricata nei laboratori MIB-SOLAR

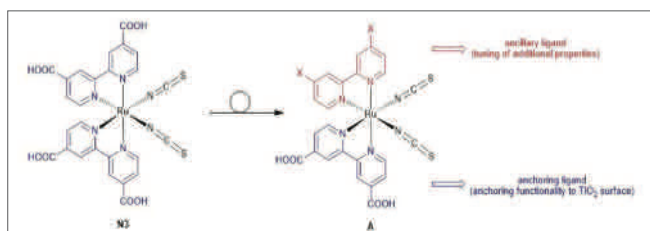


Fig. 2 - Strategia generale per il design di fotosensibilizzatori a base di complessi di Ru(II) con 2,2'-bis-piridine sostituiti da gruppi X aromatici ed eteroaromatici

Nel Centro di Ricerca per l'Energia Solare MIB-SOLAR dell'Università di Milano-Bicocca, istituito nel 2010, diretto dall'autore di questo articolo, diversi team di ricerca si occupano da anni di varie tecnologie solari, dal silicio ai film sottili inorganici (ad es. CIGS), alle celle di terza generazione a base organica e ibrida (DSSC, PSC, OPV), al solare a concentrazione [13]. Negli ultimi due anni la ricerca si è estesa ad altre tecnologie solari, tra cui la produzione di idrogeno via water splitting, di cui si parlerà nella seconda parte. Il Centro MIB-SOLAR, dotato di strumentazione allo stato dell'arte e di una camera bianca di ca. 100 mq in classe ISO7, studia dispositivi dalla scala di laboratorio (celle) al livello pre-industriale (moduli e mini-pannelli), in collaborazione con aziende italiane e straniere, dando luogo in diversi casi a deposito di brevetti internazionali e progetti pilota industriali.

Il nostro gruppo di ricerca si è occupato negli ultimi anni di materiali e dispositivi per DSSC, PSC e OPV (Fig. 1). Nel campo delle DSSC abbiamo studiato, in collaborazione con vari centri di ricerca nazionali e stranieri e con aziende (eni SpA) [14], le diverse componenti della cella solare, dal fotosensibilizzatore all'elettrolita [15] al biossido di titanio [16]. È nel campo dei fotosensibilizzatori che abbiamo concentrato la massima attenzione, studiando diverse classi di complessi organometallici (in particolare di Ru(II)) e coloranti completamente organici. In tutti questi casi l'attenzione è stata diretta alla fine modulazione delle proprietà ottiche ed energetiche delle componenti molecolari, da cui dipendono le prestazioni dei dispositivi, tramite l'utilizzo di specifiche unità sub-molecolari aromatiche ed eteroaromatiche elettrone-ricche ed elettrone-povere. Tramite l'accurato design molecolare abbiamo dimostrato come sia possibile ottenere dispositivi con migliori prestazioni in termini di raccolta della luce (fotocorrente), voltaggio, efficienza di

conversione energetica e stabilità temporale di medio e lungo termine. Tra i vari esempi citiamo lo studio di complessi bis-piridici di Ru(II) recanti sostituenti eteroaromatici sugli anelli piridici (Fig. 2), che ha permesso di ottenere dispositivi con efficienze attorno al 10% [17], e una nuova classe di fotosensibilizzatori organici metal-free, da noi introdotta nel campo delle DSSC alcuni anni fa [18] e poi largamente utilizzata da altri gruppi di ricerca, a base di strutture ramificate (multi-branched dyes) (Fig. 3) [19]. I derivati di- e tri-ramificati [20] recano due importanti novità strutturali: la presenza di un sistema coniugato  $\pi$  più esteso, per migliorare le proprietà ottiche, e la presenza di due gruppi carbossilici, che, legandosi al biossido di titanio, consentono un trasferimento di elettroni, in seguito a fotoeccitazione, più efficiente. Le innovazioni strutturali hanno permesso di sviluppare nuove classi di fotosensibilizzatori con migliori proprietà ottiche qualitative e quantitative, un più efficiente controllo dell'aggregazione molecolare e una maggiore stabilità temporale sotto illuminazione e stress termico.

Nell'ambito di un progetto di ricerca industriale e sviluppo sperimentale nei settori strategici di Regione Lombardia e del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (DM 7128/2011), in collaborazione con aziende del territorio e altri centri di ricerca (Politecnico di Milano, IIT), sono stati realizzati dei prototipi a livello di sviluppo pre-industriale di pannelli DSSC per la copertura delle facciate degli edifici (building-integrated PV, BIPV) (Fig. 4). Il BIPV è un settore emergente nel campo della costruzione e riqualificazione energetica degli edifici, con l'obiettivo di giungere allo sviluppo di costruzioni residenziali ed industriali

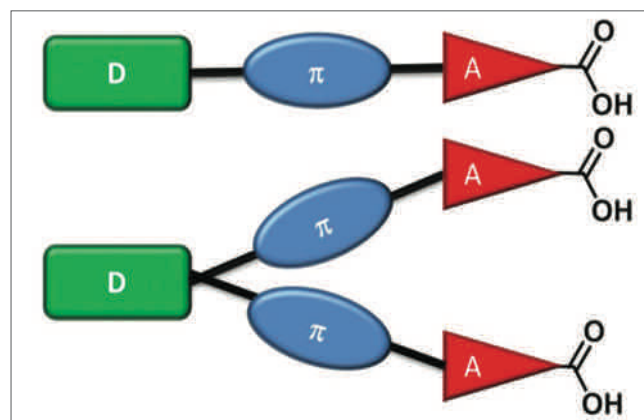


Fig. 3 - Sopra: struttura convenzionale lineare di un fotosensibilizzatore organico; sotto: struttura multiramificata introdotta dal nostro gruppo di ricerca (D = componente elettronrico, A = componente elettronepovero, Symbol = spaziatore aromatico a base di legami  $\pi$ )

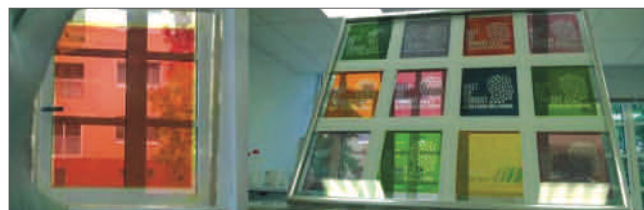


Fig. 4 - Un esempio di cella fotovoltaica trasparente per pannelli BIPV (sinistra) e prototipi di celle DSSC diversamente colorate per studio architettonico di finestre (destra) sviluppati presso il Centro MIB-SOLAR

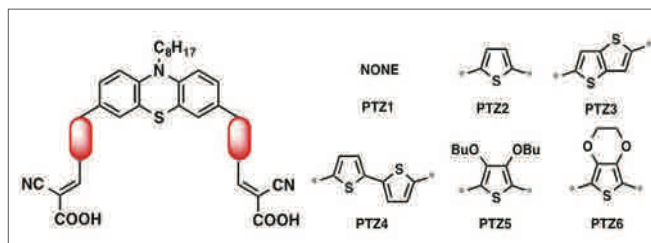


Fig. 5 - Struttura della nuova classe di fenotiazine con spaziatori a base tiofenica studiata per la produzione fotocatalitica di idrogeno

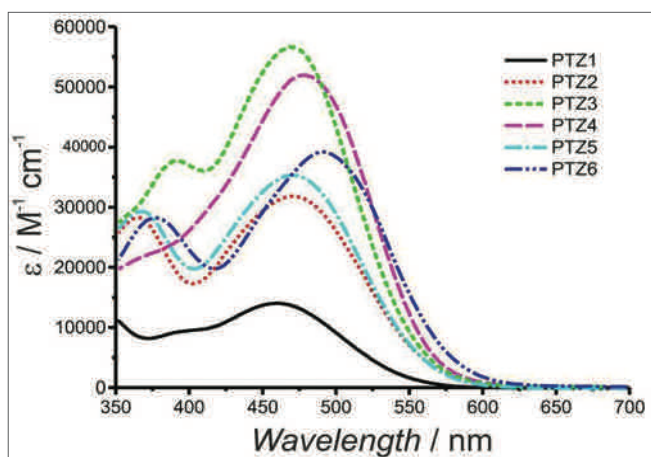


Fig. 6 - Spettri di assorbimento (THF) della nuova classe di fotosensibilizzatori fenotiazinici (PTZ) per la produzione fotocatalitica di idrogeno

autosufficienti dal punto di vista del fabbisogno energetico. La direttiva 2010/31/EU del Parlamento Europeo richiede che tutti i nuovi edifici siano a fabbisogno energetico quasi nullo (nearly zero-energy buildings) entro il 2020 (entro il 2018 per i nuovi edifici pubblici). La tecnologia fotovoltaica risponde alle necessità di utilizzo di energia elettrica, una forma di energia oggi solo parzialmente utilizzata nel settore dei trasporti, tra i quali quello automobilistico. Nel corso degli ultimi anni l'auto elettrica ha visto in effetti importanti progressi. Un'azienda californiana commercializza oggi un modello di lusso con un'autonomia di 400 km. Quasi tutte le case automobilistiche hanno in vendita almeno un modello elettrico, anche se non sempre disponibile in Europa. Un'azienda di car sharing operante a Milano utilizza veicoli con un consumo medio cittadino di 15 kWh/100 km, corrispondente ad un costo di 3 euro contro i 10 euro di benzina. Anche la rete di stazioni di ricarica è in continuo sviluppo e già oggi è in grado di ricaricare quasi completamente l'auto in soli 30 minuti. Non mancano esempi futuristici, come la nave solare MS Türanor PlanetSolar, prima a circumnavigare il globo, e l'aereo solare Solar Impulse 2, che ha coperto lo scorso luglio la distanza tra il Giappone e le isole Hawaii (V. foto di apertura dell'articolo). Tuttavia, pur essendo auspicabile uno spostamento verso una società sempre più "elettrica" [21], nel prossimo futuro il ruolo dei combustibili, che oggi copre il 70% del consumo energetico, sarà ancora predominante [22]. Pertanto l'obiettivo nel breve-medio termine consiste nel produrre combustibili che siano puliti e ottenibili da fonti rinnovabili. La produzione diretta di combustibili dal Sole, dove la radiazione

solare viene convertita nell'energia chimica dei legami nelle molecole, rappresenta la soluzione ideale. Tra i combustibili solari l'idrogeno è certamente il più versatile: non produce impatto ambientale al momento della combustione ad acqua e può essere ottenuto tramite scissione dall'acqua, una fonte inesauribile e pulita. La Natura utilizza la fotosintesi naturale per operare la scissione dell'acqua fotosensibilizzata da coloranti, producendo ossigeno e "equivalenti di riduzione" dell'idrogeno. Il potenziale standard della reazione è 1,23 V. In termini energetici il processo *up-hill* richiede 237 kJ/mol H<sub>2</sub>O, o 2,46 eV, con meccanismi multi-elettronici e multi-atomici termodinamicamente e cineticamente sfavoriti. Le perdite termodinamiche e i sovrapotenziali associati alla cinetica di reazione portano il voltaggio richiesto fino a 1,8-2,0 V, come avviene negli elettrolizzatori.

Per produrre idrogeno da Sole e acqua possono essere sfruttate fondamentalmente due strategie:

- 1) elettrolisi indotta da un sistema fotovoltaico;
- 2) sistema integrato: fotocatalisi o cella fotoelettrochimica (PEC cell).

Il primo metodo è relativamente efficiente ma troppo costoso per competere con la produzione di idrogeno da steam reforming del metano (~1 \$/kg). Questa è la ragione per cui i ricercatori si sono concentrati sullo sviluppo di sistemi integrati, focalizzando la ricerca su nuovi materiali per aumentare le efficienze di conversione energetica.

Un approccio strategico per estendere l'assorbimento del sistema fotoattivo alla porzione visibile della radiazione solare consiste nell'uso di coloranti. Anziché manipolare direttamente le proprietà ottiche dei semiconduttori, il colorante agisce come fotosensibilizzatore antenna, con il compito principale di assorbire efficacemente la luce visibile e innescare le rimanenti fasi del processo. In questo modo i vari passaggi, svolti da differenti componenti, possono essere singolarmente ottimizzati. Le conoscenze acquisite nel campo dei fotosensibilizzatori per PV, ad esempio per DSSC, possono essere così efficacemente estese alla produzione di idrogeno.

Nel centro MIB-SOLAR abbiamo recentemente iniziato a studiare la produzione fotocatalitica di idrogeno tramite fotosensibilizzatori ancorati al sistema TiO<sub>2</sub>/Pt. Le più importanti famiglie di molecole sono le stesse utilizzate per DSSC, in particolare complessi di rutenio e sistemi porfirinici o ftalocianinici [23]. Noi abbiamo deciso nuovamente di puntare sui fotosensibilizzatori completamente organici, senza metallo di transizione, allo scopo di sfruttare i vantaggi legati a questa famiglia. Rispetto allo studio sui complessi, la letteratura sui fotosensibilizzatori organici è tuttavia limitata a pochissimi esempi, spesso con efficienze e stabilità mediocri [24].

Qui descriviamo lo studio da noi svolto su derivati fenotiazinici, un nucleo eteroaromatico associato a caratteristiche geometriche e strutturali peculiari. La disposizione a farfalla lungo l'asse S-N minimizza la formazione nociva di aggregati molecolari, responsabili dello spegnimento dello stato eccitato. La fenotiazina contiene inoltre due anelli benzenici simmetrici che possono essere convenientemente sfruttati per sintetizzare derivati multi-ramificati del tipo sopra descritto (Fig. 3). Infine l'atomo di azoto del nucleo centrale è un sito versatile di funzionalizzazione per inserire proprietà aggiuntive, dalla affinità al mezzo acquoso alla coniugazione con molecole bio-ispirate.

In un nostro recente studio, in collaborazione con il gruppo del prof. Fornasiero dell'Università di Trieste, abbiamo variato sistematicamente lo spaziatore  $\pi$  di una famiglia fenotiazinica al fine di modulare le pro-

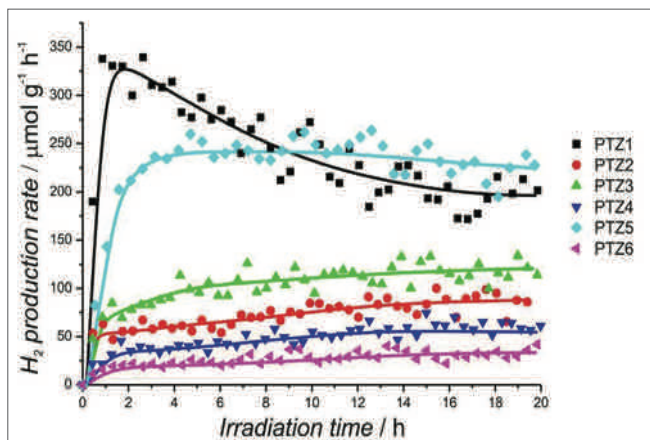


Fig. 7 - Velocità di produzione di idrogeno, sotto irradiazione con luce Vis, per fotocatalizzatori Pt/TiO<sub>2</sub> sensibilizzati con molecole organiche a base fenotiazinica (PTZ)

pietà di raccolta della luce e di stabilità sotto illuminazione (Fig. 5) [25]. In particolare sono stati introdotti diversi spaziatori a base tiofenica, dal semplice anello tiofenico a derivati policiclici e ad anelli recanti sostituenti alcossidici.

L'introduzione di questi spaziatori ha consentito di migliorare in maniera significativa le proprietà ottiche sia in termini di estensione dell'assorbimento verso lunghezze d'onda maggiori sia in termini di assorbività molari, ottenendo coefficienti di estinzioni molari fino a 4 volte superiori rispetto alla molecola di riferimento **PTZ1** (Fig. 6). In associazione con il sistema catalitico Pt/TiO<sub>2</sub> i nuovi coloranti hanno mostrato ottime capacità di produrre idrogeno da soluzione acquosa a pH=7, in presenza di trietanolammina quale agente elettrone-donatore sacrificale, sotto irradiazione con luce visibile per tempi relativamente lunghi di irradiazione (20 h). Sebbene il sistema catalitico sensibilizzato con il riferimento **PTZ1** mostri il più alto tasso iniziale di produzione di H<sub>2</sub>, esso subisce, tuttavia, una progressiva disattivazione sotto irradiazione, comportamento comunemente riportato, benchè finora non chiaramente razionalizzato, per questa classe di coloranti. Al contrario, i nuovi fotocatalizzatori hanno mostrato una migliore stabilità sui tempi lunghi, con prestazioni più efficienti dopo un periodo iniziale di attivazione (Fig. 7). Uno studio di degradazione ha per la prima volta messo in evidenza come l'anomala attività fotocatalitica in presenza del riferimento **PTZ1** sia la chiara conseguenza della forte degradazione del colorante sotto irradiazione (Fig. 8). Al contrario il nuovo colorante a spacer tiofenico **PTZ5** presenta una velocità di produzione di idrogeno costante nel tempo, anche dopo 100 ore di continua irradiazione.

Il nostro gruppo sta ora sviluppando nuove famiglie di fotosensibilizzatori tra cui derivati PTZ con funzioni zuccherine incorporate, che hanno permesso di ottenere un'affinità verso l'acqua non solo migliore dei derivati riportati in Fig. 5, ma anche di molecole recanti comuni funzionalità idrofile, quali le catene polietilenglicoliche. I nuovi derivati del glucosio presentano efficienze raddoppiate rispetto ai coloranti con funzioni convenzionali.

In conclusione, con questo articolo si è voluto mettere in evidenza il ruolo del design molecolare per lo sviluppo di nuovi fotosensibilizzatori organici e per migliorare le prestazioni di dispositivi solari, sia per produzione di elettricità sia per ottenimento di nuovi combustibili. Prenden-

do a prestito un titolo di un lavoro di Thomas J. Meyer sulla produzione di combustibili solari con celle PEC, "let the molecules do the work". Tramite l'ingegnerizzazione molecolare possiamo indurre proprietà specifiche ai coloranti e quindi, dopo incorporazione in dispositivi solari, pervenire ad elevate prestazioni mirate ai fini applicativi, sia in termini di efficienza di conversione energetica sia di stabilità temporale.

In un contesto nazionale dove il finanziamento pubblico è fortemente limitato e la partecipazione industriale alla ricerca di frontiera bassa rispetto alla media EU, con un alto tasso di frammentazione della ricerca italiana e una sostanziale incapacità di "agire come un sistema", l'utilizzo vincente di questi e altri materiali richiede necessariamente sinergia e coordinazione di diversi gruppi di ricerca. I ricercatori italiani sono sempre più chiamati a mettere da parte la propensione a muoversi in solitario, seppur a volte con risultati eccellenti, e puntare a coordinarsi e integrare le forze per fare sistema e raggiungere masse critiche. Solo così la ricerca italiana sarà capace da una parte di creare progresso scientifico e tecnologico di elevata qualità, in grado di colmare con successo la *death valley* tra ricerca e commercializzazione, dall'altra di competere con i più forti network internazionali, dove l'Italia non ricopre posizioni di leadership e talvolta ne è addirittura completamente esclusa.

È pertanto fondamentale mettere in campo nuove azioni strategiche, a partire da un rafforzamento dello studio delle scienze e della matematica fin dalla scuola primaria e secondaria, per continuare con coraggiosi investimenti governativi per strutture e personale, un supporto locale e industriale alla ricerca più convinto, la creazione di reti e infrastrutture integrate e coinvolgenti tutti i protagonisti della ricerca pubblica in Italia (università, CNR, enti di ricerca), fino alla formazione di masse critiche coalizzate verso ambiziosi obiettivi condivisi.

Il Gruppo Interdivisionale della Società Chimica Italiana per la Chimica delle Energie Rinnovabili, EnerCHEM, è nato tre anni fa con questo scopo, arrivando a riunire dopo solo un triennio dalla sua creazione un notevole numero di ricercatori italiani impegnati in questo settore e diventando uno dei gruppi interdivisionali più numerosi della SCI.

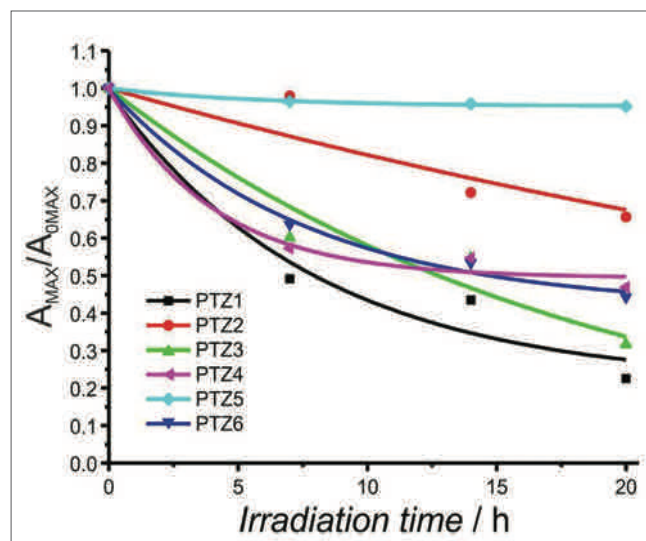


Fig. 8 - Studio di stabilità dei fotosensibilizzatori PTZ sotto irradiazione. Il nuovo colorante **PTZ5** è l'unico stabile in queste condizioni mentre il colorante di riferimento, **PTZ1**, si degrada fortemente (70% di degradazione dopo solo 20 h)

Nel 2016 il Gruppo EnerCHEM vede il suo primo congresso nazionale (18-20 febbraio, Firenze), che ha l'ambizione di diventare un punto di riferimento e incontro per la ricerca chimica italiana nel settore. Ora la sfida di EnerCHEM e di tutte le iniziative nazionali mirate a formare rete è quello di tradurre queste attività in risultati, efficienza e competitività a livello internazionale, per attrarre fondi comunitari ed importanti investimenti industriali.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] N. Armaroli, V. Balzani, *Chem. Eur. J.*, 2016, **22**, 32.  
 [2] <http://www.ren21.net/>  
 [3] <http://www.ternareitalia.it/>  
 [4] J.F. Yan, B.R. Saunders, *Rsc Adv.*, 2014, **4**, 43286.  
 [5] S.F. Zhang *et al.*, *Energy Environ. Sci.*, 2013, **6**, 1443.  
 [6] B. O'Regan, M. Grätzel, *Nature*, 1991, **353**, 737.  
 [7] H.J. Snaith, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2013, **4**, 3623.  
 [8] Z. Yao *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 2015, **137**, 3799;  
 K. Kakiage *et al.*, *Chem. Commun.*, 2015.  
 [9] Record mondiale certificato per PSC: 20,1% (EPFL, dicembre 2015); <http://www.dyesol.com>  
 [10] M.A. Green *et al.*, *Prog. Photovoltaics*, 2015, **23**, 1.  
 [11] M. Grätzel, *Nature Mater.*, 2014, **13**, 838.  
 [12] <http://www.dyesol.com/investor-centre/all-asx-announcements/2015-asx-announcements> (8 dicembre 2015).  
 [13] <http://www.mibsolar.mater.unimib.it>  
 [14] A. Abbotto *et al.*, *PCT Int. Pat. Appl.* 2014, WO 2014/053626.  
 [15] N. Manfredi *et al.*, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, 2014, **52**, 719.  
 [16] E. Dell'Orto *et al.*, *J. Mater. Chem.*, 2012, **22**, 11364;  
 V. Trifiletti *et al.*, *J. Mater. Chem. A*, 2013, **1**, 11665.  
 [17] Per una review vedi: A. Abbotto, N. Manfredi, *Dalton Trans.*, 2011, **40**, 12421.  
 [18] A. Abbotto *et al.*, *Energy Environ. Sci.*, 2009, **2**, 1094.  
 [19] Per una review vedi: N. Manfredi, B. Cecconi, A. Abbotto, *Eur. J. Org. Chem.*, 2014, 7069.  
 [20] V. Leandri *et al.*, *Eur. J. Org. Chem.*, 2013, 2013, 6793.  
 [21] N. Armaroli, V. Balzani, *Energy Environ. Sci.*, 2011, **4**, 3193.  
 [22] International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2013 (<http://www.iea.org>).  
 [23] J.R. Swierk, T.E. Mallouk, *Chem. Soc. Rev.*, 2013, **42**, 2357.  
 [24] M. Watanabe *et al.*, *J. Mater. Chem. A*, 2014, **2**, 12952; X. Li *et al.*, *ChemSusChem*, 2014, **7**, 2879; J. Lee *et al.*, *Chem. Commun.*, 2012, **48**, 11431; S.-H. Lee *et al.*, *Org. Lett.*, 2009, **12**, 460; R. Abe *et al.*, *Chem. Commun.*, 2009, 3577.  
 [25] B. Cecconi *et al.*, *ChemSusChem*, 2015, **8**, 4216.

### Molecular Design and Devices For Solar Production Electricity And Fuels

After introducing the national and international context we describe the molecular strategies for the construction of materials and devices for last generation photovoltaics and artificial photosynthesis, showing how molecular engineering is a strategic tool to improve the performances of the solar devices.

## VETRINA SCI

**NOVITÀ - Polo SCI** - Polo a manica corta, a tre bottoni, bianca ad effetto perlato, colletto da un lato in tinta, dall'altro lato a contrasto con colori bandiera (visibili solo se alzato), bordo manica dx con fine inserto colore bandiera in contrasto, bordo manica a costine, spacchetti laterali con colore bandiera, cuciture del collo coperte con nastro in jersey colori bandiera, nastro di rinforzo laterale. Logo SCI sul petto. Composizione: piquet 100% cotone; peso: 210 g/mq; misure: S-M-L-XL-XXL; modello: uomo/donna. Costo 25 € comprese spese di spedizione.



**Distintivo SCI** - Le spille in oro ed in argento con il logo della SCI sono ben note a tutti e sono spesso indossate in occasioni ufficiali ma sono molti i Soci che abitualmente portano con orgoglio questo distintivo.

La spilla in oro è disponibile, tramite il nostro distributore autorizzato, a € 40,00.

La spilla in argento, riservata esclusivamente ai Soci, è disponibile con un contributo spese di € 10,00.



**Francobollo IYC 2011** - In occasione dell'Anno Internazionale della Chimica 2011 la SCI ha promosso l'emissione di un francobollo celebrativo emesso il giorno 11 settembre 2011 in occasione dell'apertura dei lavori del XXIV Congresso Nazionale della SCI di Lecce. Il Bollettino Informativo di Poste Italiane relativo a questa emissione è visibile al sito: [www.soc.chim.it/sites/default/files/users/gadmin/vetrina/bollettino\\_illustrativo.pdf](http://www.soc.chim.it/sites/default/files/users/gadmin/vetrina/bollettino_illustrativo.pdf)

Un kit completo, comprendente il francobollo, il bollettino informativo, una busta affrancata con annullo del primo giorno d'emissione, una cartolina dell'Anno Internazionale della Chimica affrancata con annullo speciale ed altro materiale filatelico ancora, è disponibile, esclusivamente per i Soci, con un contributo spese di 20 euro.



**Foulard e Cravatta** - Solo per i Soci SCI sono stati creati dal setificio Mantero di Como ([www.mantero.com](http://www.mantero.com)) due oggetti esclusivi in seta di grande qualità ed eleganza: un foulard (87x87cm) ed una cravatta. In oltre 100 anni di attività, Mantero seta ha scalato le vette dell'alta moda, producendo foulard e cravatte di altissima qualità, tanto che molte grandi case di moda italiana e straniera affidano a Mantero le proprie realizzazioni in seta.

Sia sulla cravatta che sul foulard è presente un'etichetta che riporta "Mantero Seta per Società Chimica Italiana" a conferma dell'originalità ed esclusività dell'articolo. Foulard e cravatta sono disponibili al prezzo di 50 euro e 30 euro, rispettivamente, tramite il nostro distributore autorizzato.

Per informazioni e ordini telefonare in sede, 06 8549691/8553968, o inviare un messaggio a [simone.fanfoni@soc.chim.it](mailto:simone.fanfoni@soc.chim.it)