

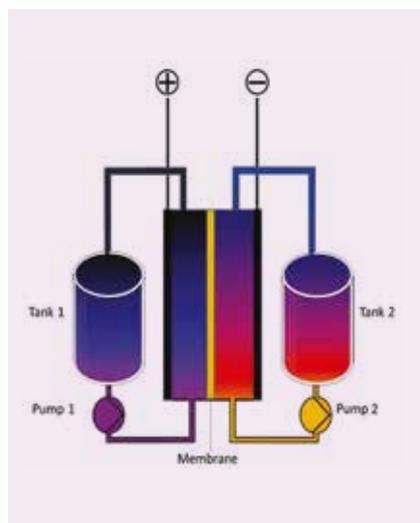
CHIMICA PER LE RINNOVABILI

Ho parlato spesso su queste pagine della necessità per la chimica di collaborare allo sviluppo delle rinnovabili con delle ben precise scelte strategiche nella ricerca; in particolare ho più volte indicato il settore dell'accumulo elettrochimico come una possibile sorgente di svolta tecnologica. E questo è relativamente semplice da comprendere: mentre la sorgente solare nelle sue varie forme è in grado già oggi di fornire una quota significativa dell'energia del nostro Paese (circa il 40% dell'elettricità è già prodotta in modo rinnovabile se si comprende in questa quota anche l'idroelettrico) rimane il problema dell'accumulo, per il quale l'unica opzione tecnologicamente sviluppata è basata sull'energia potenziale, sulle grandi dighe, le quali non sono in grado di fornire più di una frazione molto piccola del necessario. Nel mondo sono installati 14.000 GW di potenza elettrica ma solo 128 GW di accumulo idroelettrico, l'1%; in Italia la frazione è più elevata, qualche GW contro oltre 110 GW di potenza massima e 56 di potenza richiesta effettivamente, ma il problema rimane.

L'elettrochimica è in grado di offrire un'alternativa con le batterie al litio: si pensi in questo caso al progetto di Elon Musk e al suo stabilimento, Tesla Motors, che ha ricevuto già ordini per 100.000 batterie al litio in grado di accumulare l'energia necessaria ad una casa per parecchie ore; il sistema Powerwall proposto da Tesla, che ha venduto l'anno scorso 32.000 auto elettriche di alta gamma, sarebbe capace di accumulare 7 kWh in un parallelepipedo di circa 0,3 m³, se si includono anche gli spazi per l'inverter, che però non è compreso nel prezzo di 3.500 dollari (http://www.tesla-motors.com/it_IT/powerwall).

Ora, a parte il dubbio che questo progetto decolli effettivamente (le prime vendite sono previste per il prossimo anno), rimane la necessità di assicurare metodi sostenibili e meno costosi e, soprattutto, espandibili. Uno dei sistemi che ha dato più da sognare è quello delle batterie a flusso, dispositivi basati sul fatto che una coppia di elettroliti differenti vengono fatti reagire ai due poli fornendoli in forma liquida ad una soluzione; si ottiene così un dispositivo ibrido fra le batterie e le celle a

combustibile e dotato di una serie di aspetti molto interessanti. Una batteria a flusso è in grado di convertire materiali fra due forme elettrochimiche con un'irreversibilità che dipende dalle condizioni effettive di impiego e un'efficienza che può rimanere molto elevata, non usa reagenti gassosi, ricicla i medesimi reagenti un numero molto elevato di volte, non ha problemi di invecchiamento dei reagenti che sono, appunto, in forma liquida e i suoi elettrodi sono solo dei porta-corrente o



al massimo dei catalizzatori; le sue dimensioni possono essere opportunamente scalate aggiungendo solo reagenti; se si raggiunge una densità di energia sufficiente potrebbe perfino essere usata per applicazioni di mobilità con una ricarica liquida, come i combustibili attuali; gli svantaggi sono che, al momento, la densità di energia per unità di massa è relativamente bassa, rendendola meno utile nel mobile e più nelle applicazioni statiche, come l'alimentazione di edifici, ma, soprattutto, la questione è che si tratta di un vero e proprio reattore con pompe e circolazione di materiale che usava finora ioni metallici, come il vanadio oppure coppie come Zn/bromo. Recentemente però l'inventiva umana ha prodotto un'idea innovativa: usare la coppia chinone/idrochinone in aggiunta alle altre.

Si tratta di un materiale organico, che non ha problemi di rinnovabilità e che è meno tossico di materiali come il vanadio o il bromo; una prima versione è comparsa già l'anno scorso su *Nature* [A metal-free organic-inorganic aqueous flow battery, B. Huskinson *et al.*, *Nature*, 2014, **505**, 195] e pochi giorni fa su *Science* si è avuto un ulteriore passo avanti [Alkaline quinone flow battery, K. Lin *et al.*, *Science*, 2015, **349**, 1531], secondo il quale sono state usate solo soluzioni relativamente innocue, accoppiando alla coppia dei derivati chinonici, usata all'elettrodo negativo, il ferro/ferricianuro di potassio all'elettrodo positivo. La batteria, con un voltaggio superiore ad 1,2 V, ha un'efficienza energetica superiore all'80%. L'idea è basata su aspetti squisitamente chimici, come la funzionalizzazione dell'antrachinone con un -OH per farne variare il potenziale, e l'uso di una soluzione alcalina per esaltare questo aspetto; insomma una brillante applicazione della chimica e dell'elettrochimica alla soluzione del problema dell'accumulo.

La tipologia di batterie in flusso che si sta sviluppando potrebbe avere ricadute economiche molto interessanti. Una recente analisi tecnico-economica [R. Darling *et al.*, *Energy, Environ. Sci.*, 2014, **7**, 3459] ha concluso che batterie di questo tipo potrebbero essere vendute per meno di 150 \$ per kWh con volumi di produzione anche modesti; si tratta di un prezzo che è parecchio più basso di quello previsto da Musk e quindi, se verificata, la previsione potrebbe essere che il futuro dell'accumulo non solo è elettrochimico, ma perfino basato su composti relativamente innocui e del tutto rinnovabili. Queste sono proprio le ricerche da imitare. Voi che ne dite?

CLAUDIO DELLA VOLPE

UNITN, SCI, ASPO-ITALIA

CLAUDIO.DELLAVOLPE@UNITN.IT