

## **Riciclo di batterie litio-ione: risintesi di materiali avanzati per l'accumulo di energia e studio di nuovi sistemi per l'estrazione dei metalli**

Pier Giorgio Schiavi

piergioorgio.schiavi@uniroma1.it

Le batterie litio-ione (LIB) rappresentano attualmente la tecnologia di elezione per l'accumulo dell'energia sia per uso stazionario che portatile. Per tale ragione, la transizione energetica verso fonti energetiche rinnovabili e la crescente diffusione dei veicoli elettrici stanno spingendo la domanda di batterie litio-ione a livelli mai registrati prima (10-15 miliardi di euro/anno in EU). In maniera correlata, data la vita non illimitata di questi dispositivi, nei prossimi anni sarà prodotta una quantità enorme di LIB a fine vita. È quindi necessaria una strategia efficiente di gestione di questi rifiuti sia per evitare danni di natura ambientale sia per il recupero di materie prime critiche e strategiche (Li, Co, Ni e grafite) necessarie alla produzione di LIB. In quest'ottica la strategia di riciclo più promettente è quella che prevede l'applicazione di processi di tipo idrometallurgico. Con tale approccio è potenzialmente possibile recuperare ogni componente dalle batterie a fine vita. D'altra parte, al fine di recuperare i metalli come sali ad un grado di purezza tale da poter essere reimpiegati nel ciclo produttivo di nuove LIB, tali processi richiedono una complessa sequenza di operazioni di separazione e purificazione. Questo è dovuto all'utilizzo di sistemi di estrazione per i metalli non selettivi, pericolosi per l'uomo e per l'ambiente che spesso compromettono la fattibilità economica e ambientale di tali processi.

Nel corso del seminario verranno illustrate alcune strategie per la risoluzione delle criticità descritte elaborate attraverso un approccio multidisciplinare, in grado di unire le competenze della chimica dei materiali con quelle della chimica industriale.

In particolare, sarà presentata una strategia di "ri-sintesi" in grado di evitare la separazione dei diversi metalli andando a sintetizzare nuovi materiali ad elevato valore aggiunto direttamente dalle soluzioni provenienti dal trattamento delle batterie a fine vita. L'implementazione e i vantaggi di tale strategia saranno discussi analizzando i risultati della sua applicazione alla sintesi di catodi a base di ossidi misti ( $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Mn}_c\text{Co}_d\text{O}_2$ ,  $a+b+c+d=2$ ), anodi nanostrutturati a base di ossidi di metalli di transizione e grafene da utilizzare in nuove batterie litio-ione.

Nella seconda parte del seminario, sarà discussa l'applicazione di solventi ad eutettico profondo (DES) come estraenti alternativi agli acidi minerali generalmente utilizzati per l'estrazione dei metalli. Tali solventi possono estrarre in maniera selettiva i metalli di interesse, ad esempio Co, ma sono caratterizzati da elevati costi, significativamente maggiori a quelli degli acidi minerali. In tale ambito, sarà discussa la possibilità di riutilizzare questi solventi in diversi cicli estrattivi con particolare attenzione alla formazione ed al ruolo di prodotti di decomposizione del DES sui meccanismi di estrazione dei metalli.