

L'energia osmotica

Giorgio Nebbia nebbia@quipo.it

Noi ci affanniamo a cercare di ricavare energia dal petrolio o dal carbone, dal nucleo atomico o dal Sole, ma non ci accorgiamo che siamo circondati da altri grandissimi flussi di energia che potrebbero essere messi al servizio delle fabbriche e delle città. Guardate una pianta o un albero: al loro interno è continuamente in funzione una pompa che, in silenzio, senza macchine, preleva l'acqua dal terreno, attraverso le radici, e la solleva anche a molti metri di altezza: la pompa delle piante e dei vegetali funziona mediante "forze" naturali, in particolare attraverso i fenomeni di osmosi.

Le radici sono immerse nell'acqua, povera di sali, presente nel terreno; le cellule delle radici sono ricche di sostanze disciolte e, attraverso le loro pareti, l'acqua passa all'interno delle cellule e sale fino alle estremità delle foglie e dei rami e da qui evapora. Le pareti cellulari si comportano come membrane "semipermeabili" perché lasciano entrare l'acqua e non lasciano uscire le sostanze presenti all'interno delle cellule, un fenomeno descritto e chiamato osmosi dal botanico Henri Dutrochet (1776-1847). Il botanico tedesco Wilhelm Pfeffer (1845-1920) scoprì che la pressione osmotica, la forza che si manifesta ogni volta che un solvente entra in una soluzione attraverso una membrana semipermeabile, è proporzionale alla concentrazione della soluzione. Non è facile calcolare la quantità di acqua che, nei continenti, sale dal terreno alle estremità delle piante, ma una stima grossolana suggerisce che si tratta di oltre 10 mila miliardi di tonnellate all'anno. L'energia che solleva questa acqua si può stimare dell'ordine di 50-100 miliardi di chilowattora all'anno, corrispondente all'energia prodotta da dieci centrali nucleari.

Perché non utilizzare il fenomeno dell'osmosi per produrre energia commerciale ? Immaginiamo di disporre di una torre piena di acqua di mare, chiusa sul fondo da una membrana semipermeabile e immersa nell'acqua di un fiume. L'acqua dolce del fiume entrerebbe all'interno della torre, passando attraverso la membrana, e in questo modo costringerebbe l'acqua di mare a sollevarsi anche di alcune decine di metri rispetto al livello originale, come spinta da una grande forza, la "pressione osmotica". Dalla torre l'acqua di mare potrebbe essere fatta discendere di nuovo al livello originale; passando attraverso una turbina, produrrebbe, con lo stesso principio delle centrali idroelettriche, elettricità continuamente, senza emissione di anidride carbonica, pulita e rinnovabile. L'applicazione pratica comporta però varie difficoltà: la prima consiste nella preparazione di membrane semipermeabili.

Le prime membrane semipermeabili artificiali sono state inventate nel 1959 da Sidney Loeb (1917-2008), partendo da soluzioni di acetato di cellulosa in acetone; stendendo una tale soluzione su una superficie di vetro e lasciando evaporare il solvente, Loeb osservò che la parte esposta all'aria assumeva una struttura porosa, differente da quella continua che si formava a contatto col vetro. Queste nuove membrane asimmetriche risultarono semipermeabili. La prima applicazione fu alla dissalazione; se l'acqua di mare, salina, è separata da acqua pura da una membrana semipermeabile, e se è compressa contro la membrana ad una pressione superiore a quella osmotica (23 atmosfere per l'acqua di mare), l'acqua passa dall'acqua di mare all'acqua dolce e l'acqua marina viene così dissalata per "osmosi inversa".

Col passare degli anni sono state fabbricate numerose membrane semipermeabili perfezionate, anche a base di poliammidi, tanto che i dissalatori a osmosi inversa sono ormai molto diffusi nel mondo. L'osmosi inversa viene utilizzata anche per separazioni nel campo dell'industria alimentare o del trattamento delle acque inquinate. Lo stesso Loeb nel 1973 suggerì che il fenomeno osmotico avrebbe potuto anche essere utilizzato per produrre delle pressioni utilizzabili come fonti di energia per centrali elettriche. Sono stati proposti vari tipi di centrali elettriche a energia osmotica; secondo uno di questi progetti l'acqua dolce priva o povera di sali, per esempio l'acqua di un fiume, viene fatta entrare in un lungo tubo al cui interno si trova la membrana semipermeabile: al di sopra di tale membrana si trova l'acqua di mare; dal flusso dell'acqua dolce attraverso la membrana l'acqua di mare aumenta di volume e viene così spinta all'esterno attraverso una turbina che genera elettricità. La centrale può essere installata in superficie o sotto il livello del mare.

Una centrale elettrica osmotica funziona sempre, comunque, ogni volta che si dispone di due soluzioni aventi differente salinità, separate da una membrana semipermeabile. Si potrebbe, per esempio, utilizzare come soluzione a bassa salinità la stessa acqua di mare e come soluzione concentrata quella delle acque madri di una salina, come quella di Margherita di Savoia. Una simile proposta è stata fatta per ottenere elettricità sfruttando l'elevata pressione osmotica dell'acqua di laghi salati come il Mar Morto, il Lago Salato negli Stati Uniti e altri laghi salati che esistono in Russia, sulle Ande e altrove. Il successo commerciale delle centrali osmotiche dipende anche dai perfezionamenti delle membrane semipermeabili: tutte le cellule viventi, vegetali e animali, hanno delle pareti semipermeabili, ma è difficile riprodurre in laboratorio e nell'industria la loro struttura chimica; c'è ancora molto da inventare anche per gli aspetti meccanici, ma non c'è da scoraggiarsi.

Il potenziale mondiale di energia elettrica ottenibile con centrali osmotiche è grandissimo, dell'ordine di 1500 miliardi di chilowattora all'anno, un decimo di tutta l'elettricità prodotta nel mondo, e si tratta di energia sempre disponibile e non soggetta a fluttuazioni. Un impianto ad energia osmotica della superficie di un campo di calcio potrebbe fornire elettricità per 10.000 famiglie. I costi per ora sembrano ancora elevati ma non bisogna dimenticare che cinquant'anni fa nessuno poteva immaginare che con l'osmosi inversa si potesse produrre acqua dolce dal mare e oggi questi impianti dissetano milioni di persone nel mondo; le prime centrali elettriche osmotiche stanno per entrare in funzione e siamo appena all'inizio di un altro capitolo delle fonti di energia rinnovabili e non inquinanti.