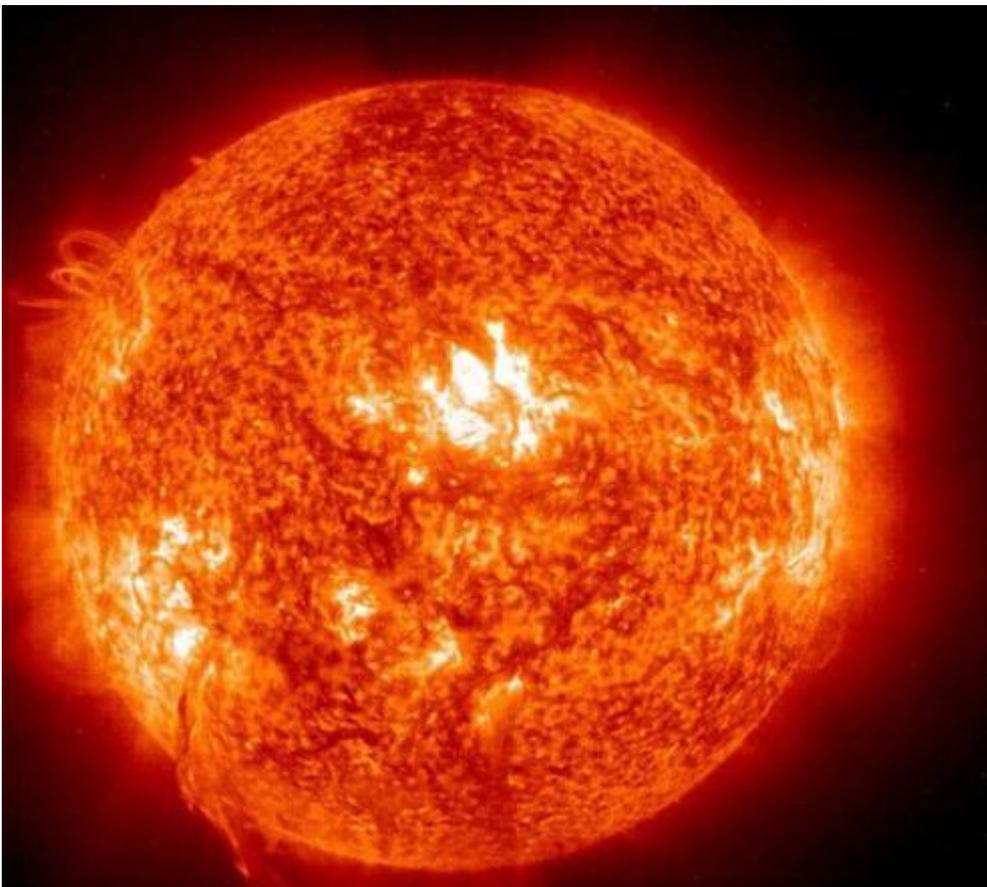


Idrogeno, la nuova frontiera dell'economia «green»: che cos'è, a cosa serve, come si può impiegare

Che cos'è l'idrogeno?

L'idrogeno (simbolo chimico H) è l'elemento più diffuso nell'universo. Quasi il 75 per cento della materia è costituita da idrogeno: sono fatti di idrogeno le stelle e il Sole (gli atomi di idrogeno fondono insieme per produrre elio ed energia che viene irradiata sulla Terra), come pure in gran parte pianeti come Giove e Saturno.



Sulla Terra però l'idrogeno da solo è praticamente inesistente. È invece molto abbondante legato ad altri elementi: innanzitutto nell'acqua (legato all'ossigeno), poi nei composti organici (legato a carbonio e ossigeno) ed ancora negli idrocarburi, in particolare nel metano (legato al carbonio). Sulla terra l'idrogeno deve essere prodotto: o scomponendo l'acqua oppure attraverso trasformazioni chimiche a partire da combustibili fossili, come ad esempio carbone e metano.

Quali sono le caratteristiche dell'idrogeno?

L'idrogeno è l'elemento più leggero in natura. A pressione atmosferica, un chilogrammo di idrogeno occupa un volume di 12 metri cubi, mentre un chilogrammo di metano solo 1,6 metri cubi. Così, il contenuto energetico dell'idrogeno (cioè l'energia prodotta con la combustione) a parità di peso è più del doppio di quello del metano (a parità di volume è però meno di un terzo).



In altre parole: l'idrogeno è meno denso del metano, e ciò comporta una serie di difficoltà aggiuntive sia nel trasporto che nello stoccaggio. Sia per il trasporto che per lo stoccaggio sono in corso da tempo attività di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie che potrebbero renderli più agevoli e meno costosi di quanto non siano oggi.

Quanto e dove viene usato oggi l'idrogeno?

L'idrogeno può essere utilizzato per produrre composti chimici, o come combustibile per produrre calore ed energia elettrica. Oggi nel mondo vengono prodotte 115 milioni di tonnellate di idrogeno (di cui 70 di idrogeno puro) quasi esclusivamente utilizzate nell'industria chimica, soprattutto per produrre ammoniaca, metanolo e concimi, nelle raffinerie di petrolio, nella metallurgia.



Un interessante uso industriale, attualmente ancora in fase di sperimentazione avanzata, è quello che prevede l'impiego di idrogeno, invece di carbone, nei processi siderurgici di produzione di acciaio primario, a partire da minerali a base di ossido di ferro. Le emissioni di particolato, gas serra ed altri inquinanti, associate all'attuale impiego di carbone, verrebbero così del tutto eliminate.

Quali sono i possibili usi energetici dell'idrogeno?

L'idrogeno bruciando produce calore, liberando in atmosfera **solo vapore acqueo e non anidride carbonica** – il principale dei gas serra – come fanno invece i combustibili fossili. Il calore può essere poi impiegato in applicazioni civili e industriali. L'idrogeno può anche reagire con l'ossigeno non per combustione ma con un processo elettrochimico, che produce **direttamente energia elettrica: ciò avviene nelle cosiddette pile a combustibile**.



L'energia elettrica così generata può a sua volta alimentare motori, a bordo di mezzi di trasporto a lunga percorrenza (camion, navi, aerei, ecc.) per i quali il ricorso a batterie di grande capacità, ingombro e peso sarebbe problematico. Questi mezzi, invece dei convenzionali serbatoi di gasolio o cherosene, sarebbe dotati di serbatoi per l'idrogeno, il cui impiego non produrrebbe gas serra né altri inquinanti. Con questi sviluppi, gli impieghi dell'idrogeno crescerebbero enormemente rispetto alla situazione attuale.

L'idrogeno è sicuro?

L'idrogeno non è tossico né corrosivo, perciò, al contrario dei combustibili fossili, in caso di perdite **non può inquinare né i terreni né le falde acquifere**.

È però un **gas infiammabile**, come il metano e come i carburanti (benzina, gasolio, gpl) impiegati nell'autotrazione, e dunque nella pianificazione e gestione del suo impiego vanno adottate le necessarie misure di sicurezza. A contatto con l'ossigeno o altri reagenti ossidanti può avere reazioni esplosive.



Tuttavia, alcune caratteristiche lo rendono per certi versi **più sicuro**. Infatti, è meno infiammabile della benzina (l'autoaccensione richiede temperature più elevate). In caso di perdite, la sua leggerezza facilita la rapida dispersione nell'ambiente, riducendo il rischio di concentrazioni potenzialmente pericolose.

In caso di combustione accidentale, brucia molto rapidamente con scarsa probabilità di propagazione dell'incendio.

Che cosa sono l'idrogeno «grigio», «blu», «verde» e «viola»?

Il 97% dell'idrogeno è oggi ottenuto da processi cosiddetti di *reforming*, che utilizzano combustibili fossili. Il più utilizzato (oltre la metà) è il reforming del metano: riformando 3,5 chilogrammi di metano si ottiene 1 chilogrammo di idrogeno, liberando però in atmosfera poco meno di 9 chilogrammi di anidride carbonica. È questo il cosiddetto idrogeno «grigio». Se durante il processo l'anidride carbonica, invece di essere liberata in atmosfera, viene catturata ed iniettata stabilmente per esempio nello stesso giacimento da cui si estrae il metano (oggi se ne riesce a catturare circa il 90%), allora l'idrogeno viene definito «blu».



L'idrogeno «verde» e «viola» sono entrambi ricavati dall'acqua, nel primo caso alimentando gli impianti di elettrolisi con energia rinnovabile, nel secondo con energia nucleare. Perciò il verde e il viola sono completamente de-carbonizzati (cioè per la loro produzione non viene immessa in atmosfera anidride carbonica), mentre il blu lo è al 90%.

L'idrogeno «verde» può servire ad accumulare energia?

Molti scenari elettrici di lungo periodo (indicativamente intorno al 2040), basati prevalentemente sulla generazione da fonti rinnovabili variabili (solare ed eolico) attribuiscono all'idrogeno da elettrolisi un grande potenziale anche come forma di accumulo stagionale dell'energia elettrica rinnovabile. È il processo noto come «Power to Gas» (P2G). L'idrogeno, prodotto e accumulato quando l'energia elettrica è generata in eccesso rispetto alla domanda, verrebbe poi utilizzato per generare energia elettrica per mezzo di pile a combustibile, quando la generazione rinnovabile risulta in difetto rispetto alla domanda.



Una variante è la cosiddetta «metanizzazione» dell'idrogeno: l'idrogeno verrebbe combinato con anidride carbonica catturata dall'atmosfera per produrre metano sintetico; la successiva combustione del metano restituirebbe l'anidride carbonica prima catturata. Il processo garantirebbe la neutralità carbonica e consentirebbe di distribuire ed utilizzare metano anziché direttamente idrogeno. Entrambi i processi sono oggi ancora molto lontani dalla maturità.

Che cos'è un elettrolizzatore?

Un elettrolizzatore (o cella elettrolitica) è un dispositivo elettrochimico che, alimentato da energia elettrica, consente, in presenza di un elettrolita e di una membrana, di rompere le molecole dell'acqua, separando l'idrogeno dall'ossigeno. Un circuito idraulico convoglia l'idrogeno verso un serbatoio, mentre l'ossigeno può essere anch'esso raccolto o disperso nell'ambiente.



Pertanto, per produrre idrogeno da elettrolisi dell'acqua serve un impianto di produzione (che comprende un certo numero di celle elettrolitiche, circuiti idraulici e serbatoi) ed energia elettrica. Con i rendimenti degli impianti attuali occorrono 55 chilowattora di energia elettrica per ottenere 1 chilogrammo di idrogeno. In futuro, migliorando i rendimenti, potrebbero bastare 45 chilowattora.

I costi: quale idrogeno utilizzeremo?

Possono essere fatte delle stime. Partiamo dall'idrogeno «grigio». Il suo costo di produzione dipende dal prezzo del metano. Al prezzo del metano europeo pre-pandemia, il costo di produzione era circa 1 euro al chilogrammo. Con un prezzo del metano quasi raddoppiato (a 25 euro al megawattora), il costo sale a 1,5 euro al chilogrammo. Dal grigio al «blu» occorre aggiungere i costi per la cattura ed il sequestro dell'anidride carbonica, che fanno aumentare il costo di impianto. Ai costi di impianto attuali, il costo di produzione dell'idrogeno blu è pari a quello dell'idrogeno grigio maggiorato di 0,5 euro al chilogrammo. Nel lungo periodo, la maggiorazione potrebbe scendere a 0,25 euro al chilogrammo.



Più articolato il calcolo del costo di produzione dell'idrogeno «verde», che dipende soprattutto dal costo degli elettrolizzatori e dal costo dell'energia elettrica rinnovabile che li alimenta. In Italia, ad esempio, supponendo che l'impianto sia alimentato ad energia solare in un'area ad elevato irraggiamento, l'idrogeno verde costerebbe oggi da 6 a 8,7 euro al chilogrammo, a seconda della taglia dell'elettrolizzatore. Al 2030 potrebbe costare da 3,7 a 5,9 euro al chilogrammo e nel lungo periodo tra 2,1 e 4,4 euro al chilogrammo. Per confronto, se l'elettrolizzatore fosse alimentato da un parco eolico offshore come accade oggi nel mar del Nord, l'idrogeno costerebbe da 4 a 5,2 euro al chilogrammo. Al 2030 da 3 a 3,9 euro al chilogrammo e nel lungo periodo tra 2 e 2,8 euro al chilogrammo.