

## QUALE SERBATOIO PER L'IDROGENO SULL'AUTO?

Caro Direttore,

L'affermazione dell'auto "a idrogeno" deve considerare alcune caratteristiche fisiche e chimiche di questo gas, che ne condizionano la conservazione a bordo del veicolo, a sua volta decisiva sull'autonomia e la qualità delle emissioni. L'idea di impiegare l'idrogeno come combustibile per motori risale alla fantasia di Jules Verne (1874) e si è andata diffondendo negli ultimi decenni del secolo XX. Oggi, mentre si sa quasi tutto sulla produzione dell'idrogeno e sulle sue possibilità quale vettore energetico per impianti fissi, si dibattono i pro e i contro della sua eventuale applicazione a bordo degli autoveicoli.

In primo luogo si deve considerare il combustibile  $H_2$  in relazione al tipo di motore destinato a "bruciarlo": motore a scoppio (quello classico "a benzina" o "a metano") o il motore elettrochimico (la cella a combustibile: FC).

Il rendimento (efficienza) dell'impiego dell'idrogeno nei due casi è nota e nel complesso favorevole; rimane il vantaggio teorico del sistema  $H_2$ -FC, salvo considerare che i due tipi di motore hanno esigenze diverse in materia di purezza del combustibile: la FC è assai più "esigente" del motore a scoppio. Ma un punto finora cruciale dell'applicabilità pratica del sistema a idrogeno per la propulsione dell'auto è quello del serbatoio del combustibile a bordo. Qui conviene ricorrere al confronto "chimico-fisico" tra idrogeno e benzina, presentato recentemente su *T-Point*, Notiziario di EniTecnologie (1).

Una moderna auto di media cilindrata, a benzina, percorre circa 400 km consumando 23-25 kg di benzina; per lo stesso percorso un'auto con motore a scoppio consumerebbe circa 8 kg di idrogeno e un'auto a FC circa 4 kg. A pressione e temperatura ambiente 4 kg di idrogeno occupano un volume di circa 45 m<sup>3</sup>, pari a quello di un pallone con diametro di 5 metri. Come ovvio, se il combustibile è più leggero occorre un serbatoio più ingombrante. Per contenere l'idrogeno a bordo di un'auto sono state studiate più alternative:

- idrogeno liquefatto
- idrogeno gas compresso
- idrogeno assorbito
- produzione di  $H_2$  a bordo.

Lo scopo dei diversi sistemi possibili è quello di mantenere l'autonomia di una vettura di media cilindrata, senza appesantirla eccessivamente e senza perdere troppo volume disponibile per passeggeri e bagaglio.

### Idrogeno liquefatto

L'idrogeno liquido ha una densità 70,8 kg/m<sup>3</sup> a pressione atmosferica, però per averlo liquido bisogna raffreddarlo e mantenerlo a -252 °C. Oggi la tecnologia criogenica ha raggiunto un alto livello di efficienza, ma il costo dell'insieme delle operazioni necessarie (liquefazione, trasporto, conservazione a bordo) risulta proibitivo.

### Idrogeno compresso

Per conservare i 4 kg di idrogeno a 200 bar servono 225 litri, pari a 5 delle usuali bombole di acciaio da 45 litri. Sono oggi disponibili bom-



bole innovative di alluminio rinforzate esternamente con fibre di carbonio, caricabili a circa 450 bar (collaudate a 600 bar). Con questa pressione basta un volume di circa 100 litri (caso del motore a FC). Rimangono i dubbi sul costo e la tecnologia della decompressione ai fini della corretta erogazione al motore, nonché i problemi di sicurezza. Per il classico motore a scoppio volume e peso raddoppierebbero.

### Idrogeno assorbito

È noto da tempo che si può assorbire idrogeno su diversi composti chimici (idruri complessi come  $LiAlH_4$ ,  $Al(BH_4)_3$  e altri). Le sperimentazioni condotte finora, però, hanno rilevato che la quantità di idrogeno assorbita è troppo piccola per un'applicazione nelle condizioni reali, oppure che la cinetica del desorbimento è troppo lenta e/o richiede temperature troppo alte.

### Produzione di $H_2$ a bordo

Il concetto, che richiama i vecchi gasogeni del tempo di guerra, è evidentemente inapplicabile: si tratterebbe infatti di produrre idrogeno per deidrogenazione del cicloesano a benzene, reazione già "industriale" quale parte del reforming catalitico della benzina.

### Sistemi innovativi

Altri sistemi, allo stato di ricerca di base, si riferiscono alle nanotecnologie e a strutture particolari, definite "MetalOrganic Frameworks" (MOF) che risulterebbero atte ad associare molecole di gas quali l'idrogeno e il metano (2, 3).

### Idrogeno ed emissioni dei veicoli a motore

Per quanto attiene alla composizione delle emissioni delle auto a idrogeno, va rammentato che se le FC emettono soltanto acqua, i motori a scoppio - funzionando ad alta temperatura - emettono anche ossidi di azoto.

Alberto Girelli

(1) E. Scafè, C. Rizzo, M. Marella, *T-Point*, 4/2003, 13.

(2) H. Li, M. Eddaoudi, M. O'Keeffe, O.M. Yaghi, *Nature*, 1999, **402**, 276.

(3) N. Rosi, J. Eckert, M. Eddaoudi, D. Vodak, J. Kim, M. O'Keeffe, O.M. Yaghi, *Science*, 2003, **300**, 1127.