



3° FORUM DELL'INFORMAZIONE CATTOLICA PER LA SALVAGUARDIA DEL CREATO

“Energia rinnovabile: un scelta etica”

Banca CR Firenze, “Sala Verde” di Palazzo Incontri, Via de' Pucci, 1 Firenze

17-18 giugno 2006

**Intervento di:
Ing. Laganà**

Penso che per questo pubblico non occorra spendere molte parole per parlare della peculiarità dell'idrogeno che può essere, da una parte combustibile a sé stante come il metano nei motori a scoppio, ma soprattutto è un vettore, un vettore di energia. In una visione di una nuova società dell'idrogeno, bisogna considerare di acquisire l'energia delle fonti rinnovabili attraverso i processi elettrolitici che producono dell'acqua, da una parte ossigeno, dall'altra idrogeno che viene immagazzinato. Quindi è una fonte alternativa al petrolio ma può essere anche prodotto dai combustibili fossili, dai gas e così via. L'idrogeno visto come vettore energetico, non genera CO₂ né altri inquinanti, ha una bassa produzione di rumore perché in sostanza la *fuel cell* che è l'apparato che utilizza l'idrogeno e che quindi produce energia elettrica, va sul motore elettrico. Con il carburante a idrogeno, nei motori *fuel cell*, l'idrogeno trova applicazione nei trasporti. Ma può essere impiegato anche nelle telecomunicazioni: esistono telefonini che hanno l'alimentazione ad idrogeno quindi possiedono molta autonomia. Qui vedete un attimo il principio di funzionamento della *fuel cell*, del motore ad idrogeno e questa è la macchina che ha due camere una che contiene l'idrogeno e una che contiene l'ossigeno dell'aria. In mezzo c'è una membrana che si chiama *ecopem*, è una membrana polimerica che oggi ha un po' il difetto di costare perché usa materiali pregiati ed un catalizzatore come il platino. La funzione di questa membrana e quella di catturare il protone, quindi la parte positiva dell'atomo di idrogeno e portarlo da quest'altra parte, mentre l'elettrone, che qui viene appunto scisso dal protone, cammina verso l'altro polo e quindi produce energia per accendere la lampadina e quindi energia per alimentare un motore elettrico. In quest'altra camera, questa molecola di ossigeno cattura il protone che passa da qui e riprende l'elettrone che era venuto da sotto, e da una parte si ricombina nel produrre acqua e nel frattempo ha ceduto energia. Cioè in due parole, la produzione dell'idrogeno dall'acqua richiede energia; infatti, le fonti rinnovabili si hanno con l'uso di energia, viceversa l'incontro dell'idrogeno con l'ossigeno, se fatto senza intermediari produce la fiamma, un'esplosione, un incendio. Invece se l'incontro avviene in maniera regolata, il risultato somiglia un po' ad una pila atomica; come la *fuel cell*, che produce energia elettrica e acqua. Dall'altra parte vedete una cosa più scientifica, cioè le apparecchiature che servono a far funzionare la *fuel cell*. La propulsione ferroviaria utilizza per i suoi motori elettrici la *fuel cell* come produttore di energia. **(Inserire schema)** In questo schema è visibile il ciclo di vita dell'idrogeno: in rosso è segnata l'origine, cioè la produzione dell'idrogeno che può avvenire dall'idroelettrico, può venire dagli impianti eolici, dal solare termico, può venire anche dal gas naturale e nei casi in cui questo avvenga la CO₂ prodotta dal gas naturale può essere confinata negli stessi pozzi esauriti di petrolio o in depositi opportuni salini o acquiferi, cioè laddove si produce la CO₂ questa può essere confinata. Viceversa in nero è evidenziato, invece, il flusso verso le reti elettriche oppure verso le stazioni di servizio di idrogeno della parte di idrogeno che poi genera successivamente energia elettrica. Questo documento l'ho tratto da una fonte dell'ENEA.

Alla base del motore azionato ad idrogeno c'è il principio del motore ibrido che le Ferrovie hanno cominciato a studiare già da qualche anno. Noi abbiamo pronto il progetto. Il motore ibrido è un motore, intanto elettrico, che alimenta una trasmissione che va sulle ruote. Ecco il principio dell'ibrido, qualcosa che si basa su due metà. **(Inserire disegno?)** Consideriamo per il momento la metà inferiore. Qui abbiamo un tradizionale generatore Diesel, quindi un generatore Diesel che va ad un generatore di corrente che alimenta questa unità di controllo di

potenza; chiamiamola una barra di energia elettrica a cui arriva l'energia elettrica dal generatore del motore Diesel. Quindi per il momento dimentichiamo la parte superiore. Accanto c'è una batteria, che è una batteria tradizionale ad alta capacità oppure a seconda poi delle applicazioni potrebbe essere una batteria che ha grande capacità ma a super conduttori; consideriamo, però, che la si esaurisca rapidamente. Allora il principio qual è? Il motore diesel lavora a regime stazionario, cioè voi sapete che uno delle principali perdite di energia dei motori a combustione interna sono le fasi di avviamento e di frenata, perché in frenata non recupera, è solo spreco, cioè l'energia che si ha per frenare è tutta dissipata. E in accelerazione, lavorando a bassi regimi, a bassi giri, ha un rendimento bassissimo. Allora, c'è una combinazione fra generatore e batteria: cioè quando il motore parte, utilizza la batteria e quindi le maggiori capacità della parte elettrica; viceversa, a regime utilizza il generatore che quindi lavora a regime. Insomma, sta di fatto che i risparmi che si hanno nell'ibrido motore diesel con batteria sono dell'ordine del 30%. D'altra parte vediamo già automobili che già oggi lavorano con questo principio. Due conseguenze ne nascono. Che con questo tipo di alimentazione i motori da impiegare hanno una potenza della metà.

Quindi se io ho un treno che richiede 600 kilowatt di potenza con questo sistema posso andare a 300 kilowatt. E mi ritrovo quindi in un'area di potenza servita dalla automotiv. Quindi non devo più progettare un motore ferroviario che poi viene impiegato per una serie molto limitata rispetto alla serie automobilistica, mentre posso utilizzare i motori che vengono dal mondo automotiv perché già fra di loro fanno joint venture per realizzare economie di scala e per impiegare al meglio i risultati della loro ricerca. Quindi questo è l'altro fatto molto importante: l'opportunità di poter utilizzare i motori di ultima generazione. Ecco, allora andiamo al passaggio di sopra: io posso sostituire al motore diesel la fuel cell, quindi cancello la parte superiore e utilizzo la fuel cell alimentata dall'idrogeno. Ovviamente, questo sembrerebbe l'uovo di Colombo, ma come è noto ci sono problemi notevoli per l'impiego dell'idrogeno nella propulsione, così come in altre applicazioni, e molti di questi problemi sono di natura culturale.

Qui è rappresentato il ciclo dell'ibrido (**inserire schema**): cioè, supponiamo che questo sia lo scambio di energia nel tempo, allora in rosso è segnato il cammino del nostro treno, allora in questa fase di partenza, l'energia la dà la batteria; poi il treno si avvia; parte il motore termico che va a regime e che funziona a numero di giri ottimale. Nella fase di cammino, c'è una parte di energia in surplus del motore termico che viene dato alla batteria; in frenata, il motore termico si spegne e tutta l'energia di frenata ritorna alle batterie. Quindi questo è un po' il ciclo dell'utilizzo del motore.

Questa tabella (**inserire tabella**) dimostra che fra la fuel cell e il diesel alla fine ci sono solo due punti oggi critici di differenza. Il costo iniziale del fuel cell che oggi si aggira sui 5.000 euro a kilowatt e l'ingombro dei serbatoi di idrogeno. Però i costi di oggi comprendono anche le spese affrontate dalla ricerca. L'Unione Europea e anche in Italia il MIUR, hanno lanciato programmi di ricerca a tutto campo.

Cioè i punti quali sono? Faccio riferimento a questa automotrice diesel che avete visto e odorato ieri a Santa Maria Novella. Quindi il peso complessivo, in ordine di massa, quindi con tutto il combustibile a bordo, 34 tonnellate, il diesel tradizionale, 37 tonnellate il diesel ibrido perché è la batteria che pesa un po' di più, e la fuel cell, quindi senza il diesel ma con la sola batteria, 36 tonnellate, quindi vedete a parità di condizioni. Se guardiamo a carico normale perché poi aumentano col peso dei viaggiatori. I consumi? Questo è interessante. In chilogrammi al chilometro. Il diesel tradizionale consuma mezzo chilo di gasolio per chilometro. Già vedete che l'ibrido ne consuma 0,39 quindi ne consuma 390 grammi. L'ibrido fuel cell consuma 0,12 chili di idrogeno che tradotto in lire con i costi di oggi vengono 37 centesimi di euro al chilometro per l'ibrido, 40 centesimi di euro al chilometro per il diesel ibrido e 51 centesimi per diesel tradizionale. Quindi anche in questi termini, l'idrogeno ai costi di oggi, non nella civiltà dell'idrogeno, costa di meno. Consideriamo anche il volume: 600 litri di combustibile per dare un'autonomia di 700 chilometri, 700 litri di combustibile nella soluzione mista dei 1000 chilometri di autonomia e vedrete che anche l'idrogeno grosso modo con la fuel cell riesce ad arrivare a 500 chilometri di autonomia. I due grossi parametri sono, da una parte naturalmente l'emissione di CO₂: la fuel cell è 0, e quindi poi abbiamo 1,2 di chilogrammi al chilometro con l'ibrido diesel e 1,5 con il solo diesel. D'altra parte i grossi costi. Oggi non essendoci un mercato, la fuel cell costa 5 mila euro a kilowatt mentre il motore diesel ne costa 100. Ecco questo è il grosso gap. Però io mi chiedo, e questo lo voglio studiare, se quel gran risparmio da 37 centesimi a 51 in qualche modo oggi non possa finanziare in un piano di investimenti anche questo gap. L'altro numero critico oggi è rappresentato dalle 4.000 ore di funzionamento della fuel cell (limite massimo) che corrisponde ad un anno e mezzo due anni di vita, contro i 4-5 anni di un motore diesel.

Le barriere sono tecnologiche, come le potenzialità del sistema di stoccaggio e bordi a terra o i materiali nobili catalizzatori. Quindi, quando la ricerca andrà verso l'eliminazione dei metalli preziosi che servono per la membrana, avremo fatto un passo avanti come lo stoccaggio, perché oggi l'idrogeno viene stoccato a 350 atmosfere quindi nelle bombole. Tornando ai volumi occupati dall'idrogeno; abbiamo fatto uno studio di fattibilità, mettendoli sull'imperiale o sotto ci stanno comunque su quel treno, quindi quel treno è progettato in qualche modo per ospitarli. Però, adesso si parla di una ricerca dei cosiddetti "druri" che a pressioni normali, possono ospitare grandi quantità di idrogeno, quindi particolari tecnologie strutturali o stazioni di riferimento. Ovviamente, questo rappresenta un problema, il famoso cane che si morde la coda: i costruttori non fanno automobili ad idrogeno perché non hanno la possibilità di fornirle, chi ha l'idrogeno non ha il mercato per fornirlo. Quindi c'è anche una barriera di interessi rispetto a questo. Un problema normativo, cioè il discorso della sicurezza, ma oggi anche l'idrogeno viene usato normalmente e un problema di carattere sociale, cioè la resistenza al cambiamento. Quindi, la dimostrazione e la comunicazione possono superare questo gap, questo vincolo.

In Europa cosa c'è? Dunque, in Italia abbiamo progettato, partiremo quest'anno a settembre a realizzare un dimostratore ibrido diesel però il passaggio dall'ibrido diesel al fuel cell diesel è poco, perché sul mercato ci sono due grosse ditte in Italia che producono fuel cell quindi l'importante è superare il principio della regolazione e del funzionamento del sistema in sé e quindi abbiamo un'automotrice di manovra da 600 kilowatt e quell'altra che porta 2 motori da 240 quindi 600 kilowatt di potenza. C'è il Giappone, che ha annunciato sulla stampa, in realtà è un ibrido pure quello, la fuel cell in costruzione presso una ditta italiana, non faccio il nome, che la fornirà ai giapponesi. Gli Stati Uniti hanno fatto questa macchina, questo treno, su imitazione dei treni merci della Danimarca. Io ho viaggiato su un treno ibrido europeo in realtà è un'automotrice diesel. Gli Stati Uniti sono più indietro di noi però fanno molta più comunicazione, hanno addirittura montato un congresso su un genere di treno. Quindi, in realtà penso di poter dire che nella progettazione noi siamo avanti in Europa e anche nel mondo.

Sia l'Italia ma soprattutto l'Europa, quindi la Commissione Europea ha messo in piedi una piattaforma per le fuel cell, articolandola in un implementation panel cioè in un gruppo che mette insieme la ricerca sul trasporto, sulla generazione stazionaria, sul portatile, sulla fornitura di idrogeno e su problematiche trasversali e normative. Le ferrovie sono presenti nel gruppo trasporti, io faccio parte anche dell'implementation panel, questo perché si vuol fare con un programma di finanziamento, il settimo programma quadro europeo, progetti di ricerca che in una prima fase hanno questa parte più di dimostrazione, cioè utilizzare le tecnologie esistenti per fare prototipi, per fare flotte, flotte di automobili quindi non parlo solo di ferrovia, anzi penso che l'automotiv è la parte più importante di questa ricerca, insieme al navale ed altri settori del trasporto per andare via via invece ad implementare più ricerca di base quindi come immagazzinare l'idrogeno con gli idruri, contenere il costo delle fuel cell, come portarlo dai 5.000 euro di oggi a 600 kilowatt di domani fino a che la ricerca e lo sviluppo al 2015 si assottiglino e le dimostrazioni diventino sempre di più in realtà. Quindi non è solo mondo di propulsione ferroviaria ma è un mondo di questa cosiddetta civiltà dell'idrogeno.

FS sta portando avanti su questo tema una locomotiva di manovra, un treno regionale, ma anche un carrello di manutenzione delle linee elettriche quindi che viaggia sui binari e le Apu; queste sono le unità di energia alimentata dai pannelli fotovoltaici, sono le batterie che danno l'energia interna per il funzionamento dei servizi di polv. Anche le Apu sono interessanti, sono della potenza di circa 70 kilowatt se mettiamo le APu su un treno ad idrogeno che abbia servizi di bordo, 10 carrozze, per esempio 70 per 10 avremo 700 kilowatt per poter far muovere il treno anche in situazioni di emergenza. Si parlava ieri del condizionamento, dell'uscita in galleria, un motivo per cui non c'è energia elettrica e il treno non cammina, I parametri che noi auspichiamo nella ricerca sono che i costi specifici vadano a 400 quindi da 5.000 a 400 euro al kilowatt, qui parlo di intensità quindi di accumulazione dell'idrogeno, e soprattutto durata di vita, 60.000 ore, contro le 4.000 ore di oggi perché oggi la fuel cell non ha manutenzione, si butta via, naturalmente recuperando i metalli preziosi che sono nel polimero. Questo è un po' il panorama che è italiano ma che ritengo sia anche mondiale.