



I due siti dimostrativi
di Zero Regio:
Francoforte, Rhein-Main;
Mantova, Lombardia



ZERO REGIO

UN PROGETTO DIMOSTRATIVO EUROPEO SULLA MOBILITÀ A IDROGENO



La stazione multi-energy a Francoforte, Germania

• *Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea*

ZERO REGIO (2004 – 2009)

Obiettivi del progetto

ZERO REGIO punta a sviluppare e a dimostrare nelle città europee sistemi di trasporto a emissioni zero basati sull'idrogeno quale carburante alternativo. Questo si sta facendo con la costruzione di infrastrutture per la produzione, la compressione, lo stoccaggio e la distribuzione di idrogeno in stazioni di servizio pubbliche, utilizzate per rifornire flotte dedicate di veicoli a celle a combustibile (fuel cell) impiegate in aree urbane per applicazioni nella vita reale. L'insieme di tali realizzazioni con analisi tecniche e socio-economiche porterà a metodi per una più veloce penetrazione dell'idrogeno e delle tecnologia delle celle a combustibile nei trasporti.

L'esperienza guadagnata durante i test sul campo e i risultati ottenuti in questo progetto contribuiranno al raggiungimento dell'obiettivo della Commissione Europea, entro il 2020, della sostituzione del 5% dei trasporti su strada con veicoli ad idrogeno usato come carburante alternativo.

Implementazione del progetto

Fase I, Costruzione (Nov. 2004-Nov. 2006):

- Progettazione, sviluppo e costruzione di stazioni di servizio multi-energy moderne e pubbliche
- Progettazione e costruzione di infrastrutture per l'idrogeno - linee di trasporto e impianti di produzione, compressione e distribuzione e loro integrazione nelle stazioni di servizio
- Certificazione delle infrastrutture per garantire la sicurezza generale
- Preparazione di sistemi di acquisizione dati inerenti le attività dimostrative, formazione dei piloti

Fase II, Dimostrazione (Nov. 2006-Nov. 2009):

- Acquisizione, prove e operazioni con le flotte in entrambi i siti
- Acquisizione di dati relativi ai veicoli a celle a combustibile e alle infrastrutture di rifornimento
- Analisi e valutazione di dati sull'efficienza energetica, sulle performance e sulle emissioni
- Analisi e valutazione di dati sugli aspetti socio-economici
- Disseminazione e utilizzazione dei risultati del progetto

• *Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea*

Due siti dimostrativi

Francoforte nella regione Rhein-Main, Germania: l'idrogeno, ottenuto come sottoprodotto di un impianto chimico, viene purificato, compresso e trasportato alla stazione di servizio, che dispone di erogatori per idrogeno gas a 350 bar e a 700 bar e per idrogeno liquido. La Daimler impiega una flotta di 5 Class A a celle a combustibile, di cui una con bombola di idrogeno a 700 bar .



Stazione multi-energy a Mantova, Italia



Mantova in Regione Lombardia, Italia: l'idrogeno, trasportato da un impianto industriale o prodotto da un impianto sul posto, è usato per rifornire la stazione di servizio, nella quale è installato un distributore per rifornimento di idrogeno gassoso a 350 bar. Per le dimostrazioni viene utilizzata una flotta di 3 FIAT Panda a celle a combustibile.

ZERO REGIO in numeri

16 Partner di progetto da 4 nazioni della UE, coordinati da Infraseriv Hoechst, Germania.

Durata del progetto 5 anni

Sforzo totale di personale stimato = 55 mesi-uomo

Budget totale del progetto >21 M€

Contributo richiesto alla Commissione Europea =7,46 M€

Questo pocket-book

Presenta lo stato attuale del progetto, alcuni risultati ottenuti, le difficoltà trovate e le prospettive future.

Veicoli a Fuel Cell:

Impiegare idrogeno come carburante
Emettere solo vapore dal tubo di scarico

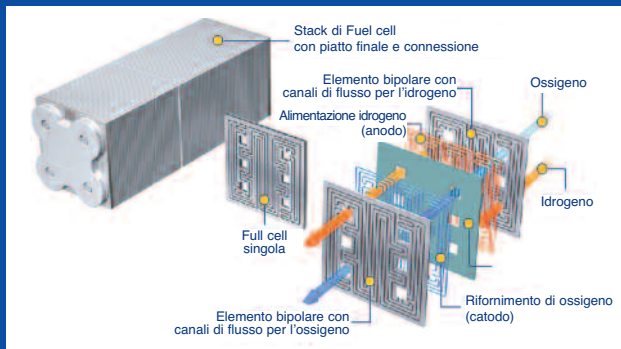
Come funzionano i veicoli a Fuel Cell?

I veicoli a Fuel Cell sono mossi da un motore elettrico azionato da un sistema di fuel cell (FC). Una fuel cell è un dispositivo elettrico che converte l'energia chimica della reazione dell'idrogeno con ossigeno in energia elettrica e calore.

L'idrogeno, a 350 bar o a 700 bar, è immagazzinato in uno o più serbatoi a bordo del veicolo. Le fuel cell sono rifornite di aria da un compressore a due stadi.

Nelle fuel cell, idrogeno e ossigeno si combinano, generando energia elettrica e H_2O (acqua) come prodotto, rilasciata all'atmosfera.

Le auto a fuel cell sono pertanto veicoli a emissione zero.



Pacco (stack) di celle a combustibile

• Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea

Quanta elettricità dalle celle a combustibile?

Ogni cella produce un voltaggio di circa 0,7 volt e una corrente che porta ad una densità di potenza di $1\text{W}/\text{cm}^2$. Molte celle sono unite in serie in uno stack (pacchetto) per fornire il voltaggio e la potenza necessari per alimentare il motore elettrico mediante un convertitore a corrente continua-corrente alternata (DC-AC).

Mercedes-Benz Class A (Versione lunga)

- F-Cell: PEM, 72 kW (97 CV)
- Motore elettrico asincrono: 65 kW
- Coppia massima: 210 Nm
- Capacità di stoccaggio:
1,8 kg di idrogeno @ 35 MP
- Autonomia: 170 km (NEDC)
- Velocità massima: 140 km/h
- Accelerazione: 0-50 km/h in 4,5 s
- Batteria:
NiMh, raffreddata ad aria
Potenza (media/massima): 15kW/20kW
Capacità: 6,5 Ah; 1,4 kWh



Panda Hydrogen, caratteristiche

La Panda ha 384 celle disposte in 3 stack assemblati insieme, installati sul fondo della vettura.

- Sistema fuel cell puro
- Fuel cell PEM 70 kW da Nuvera
- Motore a induzione elettrica da 30- 50 kW
- Compressore aria a due stadi
- Serbatoio idrogeno a fibre di carbonio
- Capacità di stoccaggio:
2,35 kg di idrogeno @ 350MP
- Autonomia: 300 km
- Peso del veicolo: 1400 kg
- Accelerazione: 0-50 km/h in 5 s
- Velocità massima: 130 km/h



• **Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea**

Serbatoio idrogeno
110 litri @ 350bar



CARATTERISTICHE

- Veicolo alimentato da celle a combustibile pure
- Celle a combustibile tipo PEM
- Compressore aria di nuova generazione
- Serbatoio idrogeno a fibre di carbonio
- Motore elettrico a induzione a corrente alternata

Full cell
Max. 70kW



Motore elettrico
30kW nom. - max. 50kW

Compressore aria
200 Nm³/h @ 1,7bar



Elettronica di potenza

Radiatore di raffreddamento

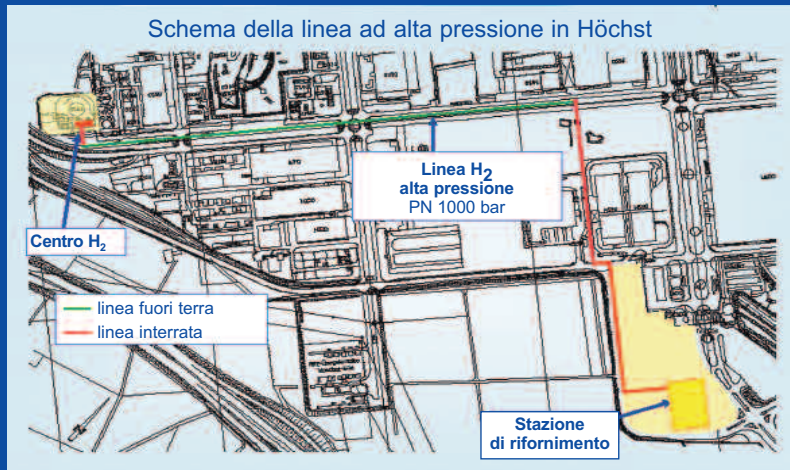
Esploso di Panda FC (Centro Ricerche Fiat - CRF)

Rifornire, guidare, valutare i veicoli a fuel cell

Fonti di idrogeno

Una grande quantità di idrogeno (più di 30 mil. Nm³/anno) è disponibile come sottoprodotto di un impianto di cloro al Parco Industriale Höchst a Francoforte. L'idrogeno è trasportato mediante una linea (pipeline) ad alta pressione per una distanza di 1,7 km per alimentare i distributori della stazione di servizio AGIP all'entrata sud del parco industriale.

Schema della linea ad alta pressione in Höchst



Linea di trasporto di H₂ ad alta pressione tra il Centro H₂ e stazione di servizio

• Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea

A Mantova è disponibile idrogeno industriale, così come idrogeno prodotto in situ. Infatti, un impianto di produzione di idrogeno è entrato in funzione nel Giugno 2008 nell'area della stazione multi-energy; fino ad allora era stato utilizzato idrogeno proveniente dall'impianto di produzione industriale SAPIO, posto in località Valdaro, Mantova. Fino all'Agosto 2007 le Panda sono state rifornite mediante un distributore mobile della SAPIO srl collocato nello stabilimento di produzione idrogeno della stessa ditta. Dal Settembre 2007 l'idrogeno è stato trasportato mediante camion dalla SAPIO alla stazione multi-energy dell'ENI a Valdaro, Mantova, con stoccaggio e alimentazione dell'erogatore.



Il distributore mobile SAPIO



Particolare dell'erogatore

Chi può guidare i veicoli a celle a combustibile

I veicoli a celle a combustibile in Germania e in Italia sono guidati da personale che ha partecipato ai corsi di formazione piloti tenuti in entrambi i siti dimostrativi. In totale in Italia sono idonei alla guida 26 piloti. La formazione è stata realizzata dal CRF in collaborazione con Comune di Mantova, Sapio srl e Labter-Crea. Le auto sono guidate nell'area di Mantova. Più di 30 piloti sono stati formati presso Fraport e Infraseriv in Germania. La formazione piloti è stata effettuata dalla Daimler AG. Le auto sono guidate, in missioni diverse, all'interno dell'aeroporto di Francoforte, in città e nel parco industriale Höchst a Francoforte.



Una Class A a fuel cell in azione presso l'aeroporto per servizi di trasporto a terra

Dove parcheggiano le auto

Il parcheggio della attuali auto a fuel cell richiede qualche attenzione, in particolare per il parcheggio notturno. Durante l'inverno nei garage la temperatura dovrebbe essere sempre superiore ad 1°C. Presso Fraport e Infraseriv sono in uso garage coperti che rispondono ai requisiti suesposti. I garage delle Panda sono stati costruiti appositamente all'interno dell'impianto di produzione SAPIO nel rispetto del controllo termico e dei parametri di sicurezza contro incendi, esplosioni, vandalismi, furti ecc. Un impianto di condizionamento aria mantiene la temperatura interna sopra 1°C in inverno.



I garage a Mantova

• **Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea**

Acquisizione dati e valutazione

Le macchine hanno a bordo sistemi di acquisizione dati. Le stazioni base consistono in un PC installato vicino alle aree di parcheggio per ricevere i dati dai sistemi di acquisizione.

Al termine di ogni missione giornaliera, le auto si fermano presso le stazioni base per lo scaricamento automatico dei dati di missione. Questi includono le distanze percorse, il consumo di idrogeno, le variazioni di velocità nel tempo e anche la velocità media, il consumo medio di idrogeno per km, ecc. Ogni peculiarità e i comportamenti inattesi del veicolo vengono annotati dai piloti. La stazione base incamera i dati giornalieri in un database, che consente di elaborare tendenze di prestazioni giornaliere, settimanali, mensili, annuali, ecc.

L'analisi dei dati è effettuata da CRF e Daimler in collaborazione con il Centro Comune di Ricerca di Ispra della Comunità Europea.

La valutazione socio-economica è una attività importante del progetto. Si realizzano studi sulla accettazione e sulle attività di informazione del pubblico.

Si organizzano molte visite di scuole ad entrambe le stazioni.



Il sistema di acquisizione dati a bordo integrato col sistema di navigazione



Una classe in visita alla stazione di Mantova

Zero Regio: le stazioni multi-energy

Zero Regio ha costruito una moderna stazione di servizio multi-energy sia in Germania che in Italia. L'idrogeno è stato integrato in tali stazioni, in aggiunta ai carburanti tradizionali (benzina, diesel, biodiesel, metano, GPL, ecc.). Entrambe le stazioni sono pubbliche. Entrambe hanno anche un piccolo impianto fotovoltaico che fornisce energia rinnovabile.

La stazione di servizio ENI a Mantova, Italia

L'idrogeno è fornito da fonti diverse. Fino all'estate 2008 l'idrogeno è stato trasportato alla stazione multi-energy dall'impianto di produzione SAPIO di Valdarò, che produce 17.000 Nm³/h di H₂ da metano mediante un processo chimico detto Steam Reforming. Dall'estate 2008 l'idrogeno è prodotto nella stazione multi-energy da gas naturale compresso - che contiene metano all'86% in volume - mediante un reformer di proprietà dell'ENI. Si tratta della prima stazione di rifornimento italiana caratterizzata dalla presenza di una unità di produzione di idrogeno, consistente in un piccolo reattore che produce 20 Nm³/h di idrogeno, più di quanto richiesto per il progetto. Una fuel cell stazionaria è installata presso la stazione ENI per usare il surplus di idrogeno e produrre energia elettrica e calore per la stazione.



Stazione multi-energy dell'ENI con colonnina idrogeno e auto

• **Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea**

L'unità di produzione idrogeno in situ a Mantova

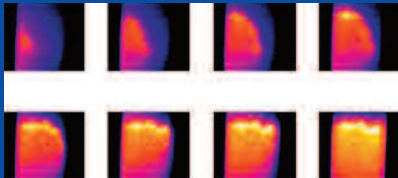
Tale unità è un impianto chimico che produce idrogeno al 99,995%, come richiesto dalle fuel cell. Il cuore di questo impianto è il reattore, che usa un processo chimico brevettato dall'ENI chiamato Short Contact Time-Catalytic Partial Oxidation (SCT-CPO). Il metano, miscelato con aria e vapor d'acqua, è convertito in idrogeno mediante un catalizzatore ad alta temperatura in pochi millesimi di secondo, considerati un contatto molto breve. Il reattore è preceduto da una sezione di desolfurazione del gas naturale ed è seguito da un sistema di purificazione dell'idrogeno.

Il compressore di idrogeno

L'idrogeno prodotto sul posto come detto sopra o trasportato dall'impianto industriale SAPIO viene compresso a più di 400 bar da un compressore a membrana. Un recipiente in pressione, contenente l'idrogeno compresso, alimenta il distributore.



L'impianto SCT-CPO di ENI



Il letto catalitico del reattore



Un compressore di idrogeno

La stazione di servizio AGIP a Francoforte, Germania

Alla stazione di servizio Agip in Germania vengono erogati sia idrogeno gas che idrogeno liquido. Il sistema di rifornimento di idrogeno liquido (LH_2) consiste in un serbatoio di stoccaggio di 10 m^3 , in una pompa di trasferimento e in un distributore. L'idrogeno liquido è trasportato con camion alla stazione per riempire il serbatoio di stoccaggio. Il sistema è usato per rifornire veicoli ad idrogeno quali quelli della BMW, prodotti al di fuori del progetto. Le attività dimostrative si focalizzano sul rifornimento di idrogeno.



La stazione di servizio Agip a Francoforte

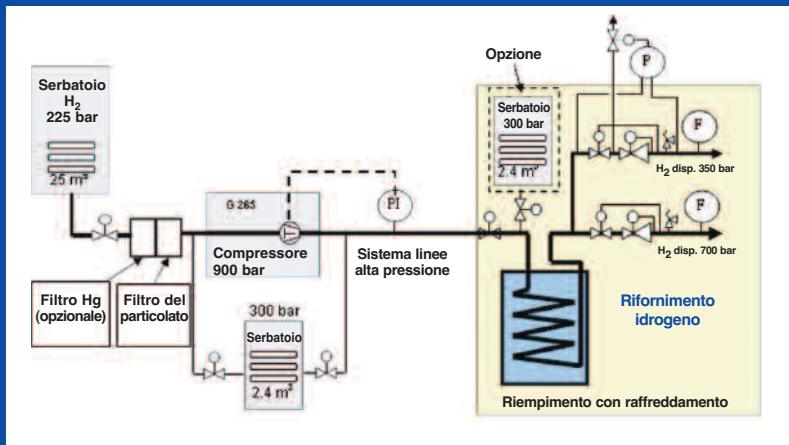


La F-Cell all'erogatore di H_2 compresso

- Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea

Schema di compressione

Il sistema di rifornimento di idrogeno gassoso (GH_2) consiste nella raccolta di idrogeno ottenuto come sottoprodotto, nella compressione fino a 1.000 bar con una serie di compressori tra i quali uno a liquido ionico, in una linea (pipeline) di trasporto di idrogeno ad alta pressione alla stazione di servizio, in un refrigerante e in due distributori: uno a 350 bar e uno a 700 bar. Per erogare idrogeno a 700 bar si impiega un sistema di comunicazione tra veicolo ed erogatore, al fine di garantire un rifornimento rapido del veicolo, indipendente dalla dimensione del serbatoio. Per veicoli adibiti al trasporto passeggeri l'obiettivo è un tempo di rifornimento di 3 minuti.



Schema di compressione usato a Francoforte

Idrogeno: caratteristiche e dati tecnici

Proprietà fisiche

A temperatura e pressione ambiente l'idrogeno è un gas inodore e incolore.

A pressione ambiente (1,013 bar) occorre scendere fino alla temperatura di 20,39 K (- 253 °C circa) per poterlo avere in forma liquida. E occorre scendere ancora a 14,01 K per ottenerlo in forma solida.

E' un gas leggerissimo. In condizioni Normali (273,15 K, 1,013 bar) la densità dell'idrogeno gassoso è $\rho = 0,0899 \text{ kg/m}^3$, 14 volte circa minore di quella dell'aria. Per questa ragione, quando sfugge dai contenitori, H_2 tende a portarsi negli strati più alti dell'atmosfera e a raggiungere gli spazi interstellari. La densità dell'idrogeno liquido (LH_2) è di 70,79 kg/m^3 , 14 volte circa minore di quella dell'acqua e circa 10-11 volte minore di quella della benzina.

Proprietà energetiche

Il Potere Calorifico esprime l'energia che si può ricavare dalla combustione di un determinato volume o di una determinata massa di combustibile. Si parla di Potere Calorifico Inferiore (PCI) quando nei prodotti di combustione l'acqua si trova allo stato di vapore. Si parla di Potere Calorifico Superiore (PCS) quando l'acqua viene condensata dai gas combusti e il suo calore latente di condensazione viene recuperato dall'utente.

Potere Calorifico Inferiore (PCI)	10,8 MJ/Nm ³ 119,93 MJ/kg	3,00 kWh/Nm ³ 33,32 kWh/kg
Potere Calorifico Superiore (PCS)	12,75 MJ/Nm ³ 141,86 MJ/kg	3,54 kWh/Nm ³ 39,41 kWh/kg
Capacità termica specifica (a p costante)	$c_p = 14.199 \text{ kJ/kg K}$	
Capacità termica specifica (a v costante)	$c_v = 10.074 \text{ kJ/kg K}$	

Il contenuto energetico di 1 Nm³ di Idrogeno è equivalente a quello di 0,34 litri di benzina circa.
 1 litro di Idrogeno liquido equivale a 0,27 litri di benzina circa
 1 kg di Idrogeno equivale a 2,75 kg di benzina circa (sulla base del Potere Calorifico Inferiore)



H è il simbolo dell'Idrogeno e degli eventi di comunicazione di Zero Regio gestiti dal Comune di Mantova



Il primo pallone aerostatico ad idrogeno inventato da J.A.C. Charles (Dicembre 1783)

Il Potere Calorifico Inferiore di alcuni combustibili

Combustibile	KWh/mass	KWh/volume
Idrogeno	33,3 kWh/kg	3,00 kWh/Nm ³
Metano	13,9 kWh/kg	9,97 kWh/Nm ³
Gas naturale (82-93% di CH ₄)	10,6-13,1 kWh/kg	8,8 - 10,4 kWh/Nm ³
Propano	12,88 kWh/kg	25,89 kWh/Nm ³
Butano	12,7 kWh/kg	34,39 kWh/Nm ³
Benzina	12,0 kWh/kg	8,8 kWh/L
Gasolio	11,9 kWh/kg	10,0 kWh/L
Gas di città*	7,6 kWh/kg	4,54 kWh/Nm ³
Gas di città* (% in volume)	51%H ₂ 18%CO 19% CH ₄ 2% CnHm 4% CO ₂ 6%N ₂	

La necessità di comprimere il gas

Il minor contenuto energetico dell'idrogeno a livello volumico e il maggior contenuto energetico a livello massico portano alla necessità di comprimere il gas per stoccare ragionevoli quantità di energia a bordo e percorrere distanze simili a quelle coperte da veicoli basati su carburanti convenzionali di origine fossile.



Lancio di un razzo della NASA

• Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea

Idrogeno: alcune caratteristiche inerenti la sicurezza

A condizioni ambiente l'idrogeno non è tossico, non è corrosivo o ossidante. Non è radioattivo, non si decompone, non inquina l'acqua, non è cancerogeno.

Densità e coefficiente di diffusione

L'idrogeno è l'elemento chimico con minore massa e minor raggio atomico. Pertanto è molto più leggero dell'aria e il suo coefficiente di diffusione è quattro volte più elevato di quello del gas naturale (essenzialmente metano). Per queste ragioni tende a sfuggire facilmente dai contenitori e a disperdersi rapidamente nell'aria.

Infiammabilità in aria

Con l'aria l'idrogeno dà origine a miscele infiammabili in un intervallo che va dal 4,0 al 75,0 % in volume di idrogeno. Per far un confronto, l'intervallo di infiammabilità delle miscele aria-metano va dal 5 al 15% in volume di CH_4 . Per le miscele aria-benzina tale intervallo va dal 1,0 al 7,6% in volume di vapori di benzina.

L'energia di accensione delle miscele aria-idrogeno è 0,02 mJ: molto bassa se paragonata a quella delle miscele aria-metano, pari a 0,29 mJ, e quella delle miscele benzina-aria, pari a 0,24 mJ.

Dunque, rispetto alle miscele aria-idrocarburo, le miscele aria-idrogeno hanno maggiore probabilità di infiammarsi per l'ampio intervallo di infiammabilità e la bassa energia di accensione richiesta.

L'idrogeno brucia molto velocemente e la fiamma, pressoché invisibile alla luce del giorno, è costituita da un pennacchio verticale sottile. Poiché la fiamma si esaurisce rapidamente, i danni sono meno gravi di quelli prodotti dalle fiamme degli idrocarburi.

Inoltre, il prodotto della combustione tra idrogeno e ossigeno è acqua allo stato di vapore.



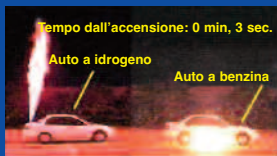
Fiamma dell'idrogeno

Misure preventive

Le precauzioni primarie devono includere il fatto di evitare fughe e la formazione di miscele esplosive, facendo installazioni di supporto all'esterno insieme con l'immissione di gas inerti, quali l'azoto, l'installazione di rompiammia, di sfati, ecc.

Le precauzioni secondarie consistono essenzialmente nell'evitare fonti di fiamma o inneschi di accensione di ogni tipo (scintille elettrostatiche o meccaniche).

Le precauzioni terziarie puntano a minimizzare i danni in caso di esplosione. Questo si può ottenere con barriere di cemento, con sistemi di contenimento che rilevino l'esplosione, con dispositivi che interrompano il flusso di Idrogeno, con sistemi estinguenti, ecc.



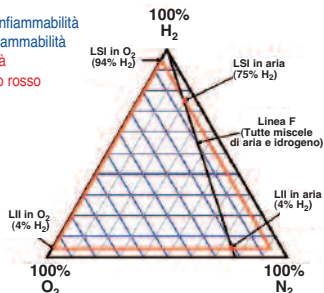
Macchine a idrogeno e a benzina che bruciano

Diagramma ternario
Idrogeno (H_2) - Ossigeno (O_2) - Azoto (N_2)
con zona di infiammabilità a condizioni ambientali

LSI Limite superiore di infiammabilità
LLI Limite inferiore di infiammabilità

La zona di infiammabilità
è all'interno del triangolo rosso

G. Dweyer,
G.J. Hansel,
T. Philips
Air Products
and Chemicals



Veicoli a Fuel cell e sicurezza

I veicoli a fuel cell della flotta dimostrativa di Zero Regio sono vetture intrinsecamente sicure. Oggi sono omologate come prototipi, in un prossimo futuro lo saranno secondo le norme imposte dalla nuova direttiva europea ECE (2008). Questi veicoli sono dotati dei più avanzati dispositivi di sicurezza. I componenti della linea idrogeno sono certificati dai rispettivi produttori. Le performance dei veicoli hanno soddisfatto tutte le aspettative e non hanno richiesto manutenzioni straordinarie.

Nel processo di omologazione le auto hanno superato una serie imponente di test severi inerenti la compatibilità elettromagnetica, la funzionalità dei sensori e dei sistemi di controllo, le protezioni dalle scosse elettriche e il sistema di frenatura. Infine si sono effettuate reiterate prove di rifornimento a differenti pressioni, con esito positivo.

I serbatoi dell'idrogeno

Le bombole di idrogeno installate sui veicoli sono costruite con materiali compositi (un rivestimento termoplastico e fibre di carbonio). Secondo il codice tecnico internazionale la pressione di scoppio della bombola deve essere almeno più di 2 volte la pressione massima di esercizio; i test di rottura delle bombole usate hanno dimostrato la rispondenza a questi standard. In Italia i test di rottura delle bombole sono stati condotti con successo fino a 2,6 volte la pressione operativa massima di 350 bar. Sono in atto ulteriori ricerche per ridurre i costi.



Bombola di idrogeno da 110 litri

Valvole di controllo e sicurezza

Sui veicoli sono usate diverse valvole di regolazione e sicurezza, sia sulla bombola che che nel circuito di distribuzione dell'idrogeno.

Una **Elettrovalvola di stop** (normalmente chiusa) che, posta nella bombola-serbatoio, blocca ermeticamente l'uscita di idrogeno in caso di urto, di rottura della tubazione, di utenza (motore o fuel cell) guasta, o spenta, ecc... Una chiusura ermetica si verifica anche quando si toglie la chiave dal cruscotto. La massa di idrogeno che rimane nelle tubazioni è trascurabile.



Valvola della bombola

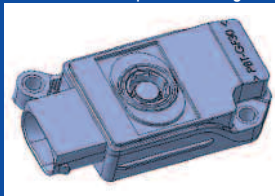
Un **Diaframma tarato** (valvola limitatrice di pressione PRV) ad una pressione di sicurezza, che entra in azione in caso di sovrappressione anomala.

Una **Valvola fusibile** (PRD) tarata a 104 °C, che ha lo scopo di evacuare il gas in caso di incendio, per evitare lo scoppio della bombola.

Una **Valvola** di eccesso flusso meccanica, che protegge il sistema stesso da guasti dovuti ad eccessivo flusso, ad esempio in seguito ad una fuga di gas; la valvola rileva immediatamente la perdita arrestando il flusso.

Sensore di concentrazione idrogeno

Oltre ai sensori di temperatura e di pressione, il veicolo è dotato di un sensore di concentrazione di idrogeno posto nella parte posteriore dell'abitacolo. Il sensore è posizionato in alto perché l'idrogeno, gas molto più leggero dell'aria, in caso di fuga si raccoglie nella parte alta dell'abitacolo. La concentrazione di idrogeno nell'abitacolo viene misurata in ppm (parti per milione) e la segnalazione è sia visiva che acustica: un'icona apposita sul display comincia a lampeggiare, mentre viene emesso un segnale acustico. **Quando l'allarme acustico di concentrazione idrogeno entra in funzione (> 20.000 ppm) il sistema di controllo della vettura determina lo spegnimento automatico del sistema.**



Sensore di idrogeno

- **Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea**

Alcune difficoltà incontrate nell'attuazione del Progetto

La breve descrizione del progetto presentata in questo libretto sarebbe incompleta se non si parlasse di alcune difficoltà incontrate. A causa della mancanza di ogni regolamentazione europea inerente la costruzione di distributori di idrogeno e di sistemi di distribuzione, le formalità di approvazione per le infrastrutture di idrogeno in Italia sono state pesanti e lente. Ciò ha ritardato i progressi del progetto in Italia.

Una legge è entrata in vigore nell'Agosto 2006 in Italia per la costruzione di distributori di idrogeno, ciò che dovrebbe facilitare l'iter di approvazione delle future stazioni di idrogeno.

Sempre in Italia difficoltà analoghe sono state incontrate per l'omologazione dei veicoli a fuel cell a idrogeno. A dispetto delle prove di successo dei veicoli, è stato estremamente difficile ottenere l'autorizzazione a riempirli con idrogeno a 350 bar. Attualmente i veicoli sono usati con pressione di idrogeno solo fino a 200 bar. Questa limitazione di pressione non è stata imposta per le stazioni di rifornimento di idrogeno. Sforzi e progetti sono in corso presso la CE per ottenere procedure di approvazione armonizzate per tutta l'Europa e risolvere i problemi suesposti.

In Germania le autorizzazioni per la costruzione di infrastrutture per l'idrogeno sono state ottenute più o meno in tempo. Si sono riscontrate difficoltà operative con il compressore a liquido ionico, essendo questo il primo prototipo per applicazioni a 900 bar. Di sicuro questa esperienza porterà miglioramenti a questa nuova tecnologia, che ha un potenziale per il futuro.

Prospettive future

Nel progetto Zero Regio è stata dimostrata la superiorità energetica e ambientale dei veicoli a fuel cell. Nuovi sistemi di infrastrutture sono stati sviluppati e dimostrati. Linee di trasporto di idrogeno ad alta pressione, produzioni di idrogeno sul posto, nuovi sistemi di compressione sviluppati e testati hanno un potenziale futuro. Le quantità di idrogeno nei due siti sono sufficienti per dimostrazioni con flotte anche maggiori. Gli studi socio-economici, che accompagnano le indagini tecniche, forniscono intuizioni e modalità per acquisire più velocemente l'accettazione da parte del pubblico e la penetrazione nel mercato. In breve, le strutture e i know-how sviluppati all'interno di Zero Regio ben si adattano a progetti dimostrativi più ampi pianificati per il futuro, a patto che siano disponibili flotte più grandi di veicoli.

Partners



Comune di Mantova



Regione Lombardia



Università Commerciale
Luigi Bocconi



DAIMLER



Saviko
Consultants Ltd



www.zeroregio.com

Progetto co-finanziato dalla Commissione Europea