



## H2POWER – Idrogeno ad uso carburante

### DESCRIZIONE

In uno scenario in cui sono sempre più restrittivi i vincoli su emissioni e consumi ed in cui si ha la tendenza a trovare soluzioni per veicoli a emissioni nulle (ZEV – Zero Emissions Vehicle), trovano spazio da alcuni anni le indagini rivolte allo studio delle possibilità offerte dalle miscele di metano e idrogeno come combustibile per motori a combustione interna. Le sperimentazioni svolte in questi ultimi anni da vari Istituti, Università e centri di ricerca hanno dimostrato come l'uso dell'idrogeno in forma di gas combustibile immesso, anche se in piccole quantità, può apportare una sensibile riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. La maggior parte dei Comuni, di piccola e media grandezza, hanno l'esigenza di elaborare strategie di mobilità sostenibile per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, salvaguardando al contempo il patrimonio dei centri storici e la salute dei cittadini. H2Power ha voluto dare una risposta a queste esigenze sperimentando l'utilizzo di una miscela di idrogeno e metano come carburante per il trasporto pubblico urbano ed extra urbano. Il progetto H2Power si basa su 2 assunti:

- L'uso del combustibile idrogeno non genera emissioni inquinanti ed emette solo vapore acqueo
- L'idrogeno non ha necessità di essere trasportato ma si può produrre ove occorre

L'obiettivo generale del progetto è stato quello di sperimentare la trasformazione di un veicolo per il trasporto pubblico urbano ed extra urbano con dislivelli impegnativi alimentato a metano in un automezzo alimentato a miscela di idrogeno e metano (idrometano). H2Power si è proposto di verificare la massima percentuale di idrogeno che è possibile miscelare in un motore tradizionale, mettendo in evidenza la completa compatibilità ed adattabilità dell'innovativo mix di carburante. Le prove sono state condotte al banco presso il laboratorio prove motori del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli studi di Perugia su un motore tipico "ciclo Otto" funzionante a metano. L'analisi ha previsto l'impiego di più miscele metano-idrogeno caratterizzate da diversi livelli di concentrazioni.

La scelta di utilizzare l'idrogeno direttamente come carburante di automezzi pesanti e non in fuel cell, è stata giustificata dal notevole risparmio che avrebbe determinato in quanto permette di ottimizzare gli automezzi già in servizio, spesso obsoleti, e trasformarli in veicoli ecologici, diversamente le fuel cell necessiterebbero una sostituzione della flotta esistente.

### LE FASI DEL PROGETTO

Il progetto è stato strutturato in due fasi di lavoro, fase statica e fase dinamica, articolato in 4 azioni principali con la finalità di verificare il comportamento del sistema elettronico e meccanico del motore 2800 cc. Iveco Daily e del minibus oggetto della dimostrazione alimentato con il mix di idrogeno e metano:

- verifica del limite massimo di miscelamento dell'idrogeno in mix idrometano;
- analisi e ottimizzazione elettronica del processo di carburazione stechiometrica;
- adeguamento dell'automezzo (un Van alimentato a metano) all'impianto di idrometano;

- analisi statistiche di efficienza costi-consumi, tempi di approvvigionamento, stoccaggio e rifornimento in attività a regime.

Nella fase statica, l'attività si è sviluppata secondo un piano di lavoro che ha operato a partire dallo studio della centralina di comando e dei sensori che agiscono sul processo di combustione, e successivamente sul sistema di iniezione del carburante.

La soluzione sperimentata ha individuato la possibilità di sfruttare un sistema di erogazione a doppio circuito di alimentazione di carburante separato in modo da miscelare i due gas, variandone la concentrazione in base all'esigenza di potenza richiesta dal mezzo: erogazione della miscela di idrogeno-metano o metano puro, secondo la potenza richiesta dal mezzo in movimento. L'impianto è composto da quattro iniettori (Fig. 1) per il metano e quattro per la miscela. Il sistema è gestito automaticamente dalla centralina elettronica con software appositamente studiato. Per rendere possibile la gestione ed il controllo del motore alimentato con le diverse miscele ed in particolare per muoversi nella direzione di combustioni il più possibile magre, si è provveduto alla sostituzione della centralina di controllo (ECU - Engine Control Unit) in uso sul mezzo (mod. "IAW1AF Magneti Marelli) con una ECU di nuova tecnologia (mod. EFI 4 Technology). La centralina di controllo consente, oltre alla possibilità di variazioni di anticipo d'accensione, anche la gestione di ulteriori quattro iniettori, in aggiunta ai quattro originali, che fanno parte del nuovo design dell'apparato di alimentazione del motore.

L'idrogeno ha proprietà fisiche e chimiche molto diverse dal metano: maggiore potere calorico (143.0 MJ / Kg), densità inferiore ( 0.09 kg/m<sup>3</sup>), maggiore velocità di propagazione (264cm). Queste diverse caratteristiche, richiedono di poter variare i tempi di iniezione degli iniettori, e le percentuali di erogazione dei due gas, in modo da ottenere una potenza utile ed una coppia in grado di sostenere un percorso diversificato.

Un'altra importante modifica apportata ha interessato il collettore di aspirazione gas con quattro iniettori supplementari e alcuni sensori. Inoltre è stato cablato un nuovo cavo a 60 poli per la connessione con la ECU, una serpentina di erogazione gas idrogeno, una seconda valvola di riduzione di pressione idrogeno-metano, l'adeguamento di un serbatoio all'uso di idrogeno-metano a 200 Bar.

Dopo aver apportato tutte le modifiche, dall'elettronica di controllo al sistema di carburazione ed iniezione, si è passati alla fase dinamica di sperimentazione e di messa a punto del motore del minibus con l'adeguamento della scocca per alloggiare la strumentazione e la configurazione della sensoristica di monitoraggio dei parametri di combustione, l'installazione dei condotti a serpentina del serbatoio supplementare per l'idrogeno-metano, l'applicazione dell'array dei doppi iniettori e la nuova ECU.

Le attività di sviluppo del prototipo del motore, gli adeguamenti ad un impianto preesistente, grazie alle proprietà fisiche dell'idrogeno che lo rendono meno pericoloso ed esplosivo del metano, non hanno necessitato di complesse modifiche reengineering, (tubi, valvole e serbatoio) ma solo alcune precauzioni di tenuta sulle guarnizioni. Durante il monitoraggio eseguito sul mezzo in movimento sono state analizzate le potenze di coppia espresse nei percorsi urbani a ripidi dislivelli e le emissioni di CO<sub>2</sub> e HC, anche comparate con quelle registrate nella fase statica di laboratorio. I test su strada si sono svolti su un percorso diversificato che ha comportato tratti in pianura e dislivelli impegnativi, in modo da poter rilevare il comportamento del veicolo nelle varie fasi di carico sia quando alimentato a mix di idrometano al 35% che a metano al 100%.

Il doppio circuito di alimentazione ha permesso di estendere l'uso di idrogeno complessivamente usufruito a percentuali superiori a quelle che si sarebbero potute ottenere con una sistema ad erogazione fissa. L'azione di commutazione fra il circuito a metano puro e a mix idrometano, ha reso possibile l'impiego di una coppia sufficiente a sostenere i carichi nelle diverse percorrenze. La commutazione del duplice sistema di erogazione non ha evidenziato fenomeni di misfiring (mancata accensione a causa di particolari sostanze, contenenti zolfo, che si depositano sulla candela) nella combustione o di "stop and go" in tutti i test effettuati. L'idrogeno, grazie alla sua velocità di diffusione e di propagazione, rende la combustione omogenea e ben distribuita in tutta la camera. Il motore è stato testato in condizioni di parziale carico a 2000 rpm and 4.5 bar. In tutte le serie di test, dopo un periodo di preriscaldamento, la temperatura del motore si è mantenuta a circa 85 ° C ± 2

° C.

## RISULTATI RAGGIUNTI

La sperimentazione è stata completata con i dati monitorati sull'automezzo in un circuito cittadino. I dati ottenuti dal monitoraggio, sono la media dei quattro punti di misura (piena salita; discesa; pianura; massima velocità). La media complessiva è ottenuta a seguito della possibilità di utilizzare l'idrogeno in miscela massima quando la coppia richiesta è compatibile con percorsi pianeggianti ed invece commutata sulla linea ad erogazione a metano puro quando la richiesta di coppia è più rilevante. I carburanti testati sono stati di tre tipi:

1 – metano puro (CH<sub>4</sub> 100%)

2 - mix di idrogeno-metano, con una miscela a mix di idrogeno al 20% del volume

3 - mix idrogeno-metano, con una miscela a mix di idrogeno al 35% del volume

La possibilità di usare il mix massimo del 35% sui percorsi pianeggianti e di medio impegno coppia, rende la soluzione tecnologica utilizzata del doppio sistema, in grado di ottenere i seguenti risultati:

- La centralina di controllo ha reso possibile il mix fra i due gas portando ad una media di riduzione di Monossido di carbonio fra 80% e 90%, a seconda del percorso (salite, discese, pianura), ed una riduzione media del Biossido di carbonio fra 20% e 40% rispetto alla emissione di carburante a metano puro. Inoltre un risparmio di carburante del 30% in massa, pari 7% in volume;
- una riduzione massima di anidride carbonica del 47% rispetto all'alimentazione esclusivamente a metano;
- dal punto di vista economico, la riduzione dei consumi di carburante complessivo del 18%.

Circa 100.00 i km percorsi per il collaudo su strada del minibus, 50 i giorni di test su strada per il collaudo del motore, 41 i giorni di test ufficiali per la configurazione del mix massimo di idrogeno- metano. La tecnologica sperimentata del doppio sistema di erogazione si è confermata essere decisamente più performante di una erogazione a mix fisso, in grado di pervenire ad una riduzione massima di emissioni di gas ad effetto serra intorno alla soglia del 50%, poiché l'efficienza del sistema riduce la quantità di metano che normalmente resta incombusto (gas anch'esso ad effetto serra), che quindi va a sommarsi alla percentuale di CO<sub>2</sub> risparmiata. La riduzione dei consumi di carburante, pari al 18% di metano, è in grado di sostenere un ammortamento del costo di impianto.

Le tecnologie sviluppate nell'ambito del progetto hanno un elevato grado di trasferibilità nelle aziende municipalizzate del trasporto pubblico urbano, nelle società con flotte interna, ai mezzi di pubblica utilità, mobilità cittadina caratterizzata da percorsi urbani ed extraurbani gravosi in altre realtà europee con problematiche e caratteristiche geografiche ed urbane simili. I documenti più importanti per la replicabilità della soluzione tecnologica sono:

- Le [Guidelines for the implementation of the hydrogenmethane](#) per la realizzazione del veicolo a idrometano;
- Il [H2 Power Handbook](#);
- La [Political Guidance](#) di orientamento.

Nell'ambito delle attività di informazione e comunicazione del progetto è stato realizzato [video](#) sui risultati di H2POWER e sui temi della mobilità sostenibile.

Acronimo: H2POWER

Protocollo: LIFE09 ENV/IT/000216

Programma di riferimento: [LIFE](#)

Sito web: <http://www.h2power.it/>

Parole chiave: [Idrogeno](#), [idrometano](#), [Mobilità sostenibile](#), [Fonti rinnovabili](#), [ambiente urbano](#), [trasporto pubblico](#), [CO2](#), [metano](#), [motore](#), [alimentazione](#), [minibus](#), [trasporto urbano e extra urbano](#), [mobilità collettiva](#).

Anno Call: 2009

Tema: [Ambiente urbano](#)

Beneficiario coordinatore: Comune di Perugia

Contatti: Leonardo Naldini.

Budget: 1.440.205

Contributo EU: 633.943

Sede del Beneficiario: Corso Vannucci Perugia (PG) 06100

Area progettuale Regione: Umbria.

URL di origine: <http://www.pdc.minambiente.it/progetti/h2power-idrogeno-ad-uso-carburante>