

IL PROGETTO AUTOBUS AD IDROGENO PER IL TRASPORTO PUBBLICO TORINESE: IL PANORAMA NORMATIVO

A. CARPIGNANO, D. GATTO, R. GERBONI, E. PONTE

Dipartimento di Energetica – Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino
acarpignano@polito.it

1. SOMMARIO

L'uso dell'idrogeno come possibile carburante per veicoli ad uso cittadino è un tema che sta interessando aziende e centri di ricerca di tutto il mondo.

Accanto al progresso tecnologico che è insito nella crescita di tanti progetti, non si riscontra, purtroppo, un procedere altrettanto spedito dell'azione degli enti normatori internazionali riguardo all'uso dell'idrogeno come carburante e al suo stoccaggio a pressioni elevate.

Un esempio lampante di tale carenza è stato evidenziato in occasione del progetto, prossimo alla positiva conclusione, del Bus ad Idrogeno di Torino. L'omologazione di un veicolo con a bordo nove bombole contenenti idrogeno compresso a 200 bar si è confermato un problema atteso e di difficile gestione, in mancanza di una legislazione chiara in materia,

Si è presto rilevato che gli aspetti più importanti dal punto di vista della sicurezza erano: a) la presenza di gas idrogeno compresso, b) l'alimentazione elettrica di un veicolo per trasporto di persone. Mentre a supporto del secondo aspetto sono numerose le normative e linee guida da osservare per garantire un esercizio in sicurezza (es. normative per veicoli ibridi), l'assenza di normativa nazionale specifica per l'idrogeno compresso ha impegnato i responsabili dell'iter di omologazione ad interrogarsi sull'effettiva pericolosità del gas e sulle conseguenze di un eventuale incidente del mezzo.

La memoria riporta un breve sunto dello stato dell'arte nel panorama normativo nazionale ed internazionale con l'evidenziazione delle sovrapposizioni nelle attività dei vari enti normatori rispetto all'applicazione dell'idrogeno ai mezzi di trasporto.

2. IL PROGETTO E L'OMOLOGAZIONE

L'obiettivo del progetto torinese era la progettazione e costruzione di un autobus alimentato ad idrogeno compresso: il gas viene convogliato verso una sistema a fuel cells che produce l'energia elettrica necessaria per alimentare il motore elettrico di trazione ed alcune batterie tampone di emergenza.

Il sistema di alimentazione prevede la presenza non soltanto di bombole, ma ovviamente anche di una rete di tubazioni che, dalle bombole in pressione poste sul tetto del bus, portano il gas idrogeno compresso alla cella, e di dispositivi di regolazione del flusso di gas.

Il carattere innovativo della tecnologia applicata all'autobus, sicuramente interessante dal punto di vista scientifico, ha però messo i responsabili della omologazione nella difficile posizione di coloro che non hanno a disposizione le basi giuridiche per procedere ad una ratifica automatica. L'analisi di rischio è stata identificata come lo strumento ideale per la valutazione, non solo qualitativa, ma, se richiesto, anche quantitativa della pericolosità dell'impiego dell'idrogeno sul bus ed è apparsa come un necessario supporto all'autorizzazione finale alla circolazione su strade pubbliche.

L'Associazione Temporanea di Imprese responsabile del progetto ha, quindi, incaricato il TÜV di Monaco di redigere un rapporto di sicurezza sul veicolo, poiché nell'aeroporto di Monaco è già in circolazione da alcuni anni un autobus alimentato a gas idrogeno compresso (benché con un sistema di trazione a combustione interna) e il TÜV bavarese ne aveva curato l'analisi di rischio. In Germania, è necessario e sufficiente che una delle sedi TÜV dia parere favorevole alla domanda di omologazione di un veicolo, anche se sperimentale, perché l'omologazione valga a livello nazionale. In Italia non esiste un

organismo privato analogo ed è per questa ragione che, a supporto delle istituzioni italiane preposte all'omologazione (Ministero dei Trasporti, Motorizzazione Civile), si è ritenuto opportuno fornire un'analisi di rischio sul veicolo e sulla stazione di servizio.

Parallelamente a quest'analisi, il gruppo di lavoro del Dipartimento di Energetica, ha effettuato un'analisi storica su sistemi alimentati ad idrogeno a rischio di incidente rilevante, al fine di evidenziarne i principali pericoli di utilizzo ed ha eseguito un'analisi di rischio preliminare dell'esercizio dell'autobus.

A completamento della documentazione di lavoro da fornire ai responsabili ministeriali per l'omologazione, si è anche proceduto a verificare lo stato dell'arte in materia di avanzamento nel campo della normazione di veicoli a carburante gassoso in Italia e, soprattutto, all'estero. Nei paragrafi che seguono si offre un sunto dell'analisi effettuata con particolare accento sull'evoluzione del lavoro dei principali enti normatori internazionali.

3. LA NORMATIVA ITALIANA

L'omologazione di un veicolo deve passare attraverso la verifica che le condizioni di funzionamento siano tali da non esporre il pubblico viaggiante e a terra, il personale viaggiante e quello addetto alla manutenzione, a pericoli connessi con la presenza di particolari sostanze a bordo del veicolo. Finora, la normativa italiana si è occupata in maniera dettagliata soltanto del gas naturale: esistono Circolari Ministeriali e direttive interne che regolano l'adozione del GNC come propellente per autoveicoli. L'adozione dell'idrogeno, invece, non è contemplata in alcun documento ufficiale della Motorizzazione Civile.

Per consentire la libera circolazione di un qualunque veicolo (quindi anche quello ad idrogeno) in ambito cittadino, si può pensare di rispettare i seguenti passi [1]:

- a) conformità a procedure tecniche: l'obiettivo è quello di far lavorare in condizioni di sicurezza ogni componente a contatto con l'idrogeno; attraverso la definizione di test specifici si stabilisce che il componente è in grado di sopportare le condizioni di lavoro per cui è stato progettato e costruito;
- b) rispetto di standard normativi: il sistema, costituito dall'assemblaggio dei componenti precedentemente citati, deve rispondere a determinati requisiti legislativi e normativi che testimonino il grado di sicurezza utile per passare alla successiva omologazione;
- c) procedure di omologazione: servono per affermare che l'automezzo costruito è in grado di trasportare persone in sicurezza.

Per il punto a), ci si affida al lavoro che gli organismi internazionali ISO e IEC (di cui si parlerà più avanti) stanno facendo riguardo alla definizione delle caratteristiche che i singoli componenti a contatto con l'idrogeno devono possedere per funzionare in sicurezza.

Il punto b), invece può essere in qualche modo soddisfatto dal pacchetto di norme che regolano l'esercizio in sicurezza di un "assieme" ossia di un impianto o di una "macchina": quando si progetta un nuovo sistema, le normative vigenti sono la Direttiva Macchine e la legge Seveso bis che chiedono che durante le fasi di progettazione si realizzi un'attenta valutazione della sicurezza del sistema stesso. Un primo passo in questa direzione fu fatto con l'emanazione del **DPR 17/5/88 n. 175** (legge Seveso), attuazione della direttiva CEE n.82/501 del 24 giugno 1982, relativa ai rischi di incidenti rilevanti; pur non occupandosi di sistemi di trasporto, questa legge è interessante per la sua filosofia di approccio alla sicurezza.

Questa legge rimase in vigore per più di dieci anni, per poi essere riveduta ed ampliata tre anni fa dal **Dlgs 17/8/99 n. 334** (legge Seveso bis), attualmente in vigore. Anche questa legge contiene una tabella delle sostanze ritenute pericolose: si può osservare che la normativa non è applicabile al caso dell'autobus, in quanto sono in gioco piccoli quantitativi di idrogeno (sicuramente inferiori alle 5 tonnellate prescritte dall'allegato III); si ritengono però interessanti le linee di pensiero seguite nella norma, in quanto l'idea che sta alla base della Seveso bis è quella non solo di progettare un sistema sicuro (come si proponeva anche la precedente legge), ma anche di prevedere opportune procedure di manutenzione e gestione che ne garantiscano l'utilizzo in sicurezza. Una delle novità del Dlgs 334 è infatti l'obbligo, da parte del gestore dell'impianto, di redigere un documento che definisca la propria politica di prevenzione degli incidenti rilevanti, allegando allo stesso il programma adottato per l'attuazione del "sistema di gestione della sicurezza" (SGS). Questo documento è parte integrante di un più esteso "rapporto di sicurezza", in cui risulta necessario evidenziare anche le informazioni che possano consentire di prendere decisioni in merito all'insediamento di nuovi stabilimenti o alla costruzione di insediamenti attorno agli stabilimenti già esistenti.

Viene anche considerato l'effetto domino: nel caso dell'autobus, la sua circolazione nell'ambito cittadino può essere motivo di attenta analisi del percorso che il prototipo deve seguire, almeno in attesa che l'analisi di rischio dimostri l'assenza di conseguenze rilevanti in caso di incidente al veicolo in prossimità di impianti particolari.

Infine, accostando forzatamente l'idrogeno al metano, il **decreto ministeriale del 24/11/1984**, in cui si forniscono delle norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a $0,8 \text{ kg/m}^3$, può essere un'ulteriore guida per le ipotesi di esercizio in sicurezza del veicolo, soprattutto per quanto riguarda le sue fasi di rifornimento, manutenzione e parcheggio [2].

Il punto c) è il più problematico: esistono alcuni fondamenti su cui l'omologatore si può poggiare, ma sono ancora molto generici e, in definitiva, lasciano piena libertà all'ente preposto o interessato di "decidere" riguardo alla concessione dell'omologazione.

Si considerino, ad esempio, gli **articoli 341-351 del Codice della Strada** sui "Dispositivi di alimentazione con combustibili in pressione o gassosi": il primo articolo prescrive che l'impiego sperimentale di combustibili in pressione o gassosi diversi dal metano o dal GPL deve essere autorizzato dal Ministero dei Trasporti; gli altri articoli forniscono indicazioni tecniche sui serbatoi contenenti questo combustibile (sopra la carrozzeria, sul tetto del veicolo, come è già possibile osservare sugli autobus alimentati a metano dell'ATM), sulle valvole, sulle tubazioni ad alta e bassa pressione, sui riduttori di pressione e sugli apparecchi di carburazione. L'ultimo articolo prescrive per questo tipo dei veicoli degli accertamenti dei requisiti di idoneità dei dispositivi e dell'impianto, per verificare che anche a motore spento non vi sia uscita di gas.

Non sono presenti circolari riguardanti l'omologazione di veicoli ad idrogeno, ma si può fare riferimento a quanto è prescritto per l'alimentazione a metano o GPL (**circolare n. 36/95** del Ministero dei trasporti e della navigazione): la circolare contiene le linee guida per l'approvazione del veicolo quando si possa verificare l'omologazione delle singole componenti (serbatoi, sistemi di convogliamento del gas verso l'esterno, riduttori, tubazioni in genere) secondo le norme vigenti o secondo parametri indicati nella circolare stessa.

4. LA NORMATIVA INTERNAZIONALE – I GRUPPI DI LAVORO

A livello internazionale l'attività per l'adeguamento alla richiesta del mondo industriale di avere una normativa sull'idrogeno in tempi brevi è vivace.

Gli organismi più importanti, l'ISO per gli aspetti generali e l'IEC per gli aspetti più propriamente elettrici, hanno dato vita a diversi gruppi di lavoro.

4.1. ISO Working Groups

L'ISO sta lavorando con due suoi gruppi di lavoro (www.iso.ch). In particolare:

- il Technical Committee 197 (*Hydrogen technologies*), nato nel 1989, ha il compito di ottenere la standardizzazione nel campo dei sistemi e dei dispositivi per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto e l'uso dell'idrogeno; il comitato è ancora suddiviso in gruppi di lavoro, ognuno con una diversa specializzazione:

N. Working Group	Attività
WG 1	Liquid hydrogen - Land vehicles fuel tanks
WG 2	Tank containers for multimodal transportation of liquid hydrogen
WG 4	Airport hydrogen fuelling facility
WG 5	Gaseous hydrogen blends and hydrogen fuels - Service stations and filling connectors
WG 6	Gaseous hydrogen and hydrogen blends - Land vehicle fuel tanks
WG 7	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
WG 8	Hydrogen generators using water electrolysis process

Tabella 1. Gruppi di lavoro dell'ISO TC 197

Il TC 197 al momento attuale ha prodotto due standard:

ISO 14687:1999 Hydrogen fuel – Product specification

ISO 13984:1999 Liquid hydrogen -- Land vehicle fuelling system interface,

mentre un terzo standard (ISO DIS 13985-1 e -2) è attualmente in preparazione. Quest'ultimo standard riguarda le regole di progettazione, fabbricazione ispezione e test dei serbatoi per applicazioni veicolistiche di idrogeno liquido (Parte 1) e la loro installazione e manutenzione (Parte 2). È importante evidenziare che nel primo draft di questo standard la massima pressione ammissibile all'interno del serbatoio non è stabilita, ma deve essere dichiarata dal costruttore in base alle regole di buona ingegneria.

Nella Figura 1, sono raccolti i draft in preparazione ad opera del TC 197.

Standards under development			
Stage	ISO number	Title	WG
Preparatory stage (20)	ISO/WD 13986 ¹	Tank containers for multimodal transportation of liquid hydrogen	WG 2
	ISO/WD 17268	Gaseous hydrogen — Land vehicle filling connectors	WG 5
	ISO/WD 22734	Hydrogen generators using water electrolysis process	WG 8
Committee stage (30)	ISO/DPAS 15594	Airport hydrogen fuelling facility	WG 4
	ISO/CD 15869-1	Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks — Part 1: General requirements	WG 6
	ISO/CD 15869-2	Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land Vehicle fuel tanks — Part 2: Particular requirements for metal tanks	
	ISO/CD 15869-3	Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land Vehicle fuel tanks — Part 3: Particular requirements for hoop wrapped composite tanks with a metal liner	
	ISO/CD 15869-4	Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land Vehicle fuel tanks — Part 4: Particular requirements for fully wrapped composite tanks with a metal liner	
	ISO/CD 15869-5	Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land Vehicle fuel tanks — Part 5: Particular requirements for fully wrapped composite tanks with a non-metallic liner	
	ISO/DTR 15916	Basic considerations for the safety of hydrogen systems	WG 7
Enquiry stage (40)	ISO/DIS 13985-1	Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks — Part 1: Design, fabrication, inspection and testing	WG 1
	ISO/DIS 13985-2	Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks — Part 2: Installation and maintenance	

Figura 1. Standards dell'ISO TC 197 in preparazione

Il **Technical Committee 22 (Road vehicles)** si occupa di tutte le questioni che riguardano la compatibilità, l'interscambio e la sicurezza, con particolare attenzione alla terminologia e alle procedure di test per la valutazione delle prestazioni di tutti i veicoli e i loro accessori. Esso prevede molti sotto-comitati che si esprimono sui diversi aspetti dell'argomento "veicolo". Di interesse per l'applicazione ad idrogeno è il lavoro dello SC 21 (*Electric road vehicles*) che è composto da due gruppi di lavoro: il WG1 si occupa della definizione delle condizioni di funzionamento del veicolo, della sicurezza del veicolo e dell'installazione dell'accumulo energetico (batterie o altro mezzo, e.g. fuel cell), mentre il WG2 si occupa di definire la terminologia corretta da utilizzare quando si definiscono le caratteristiche di un veicolo elettrico.

Il TC 22/SC 21 ha prodotto, ad oggi, 5 documenti:

- ISO 6469-1:2001 Electric road vehicles -- Safety specifications -- Part 1: On-board electrical energy storage
- ISO 6469-2:2001 Electric road vehicles -- Safety specifications -- Part 2: Functional safety means and protection against failures
- ISO 6469-3:2001 Electric road vehicles -- Safety specifications -- Part 3: Protection of persons against electric hazards
- ISO 8713:2002 Electric road vehicles -- Vocabulary
- ISO 8715:2001 Electric road vehicles -- Road operating characteristics

In questi standard, molta attenzione è posta sulla sicurezza elettrica del veicolo: vengono stabiliti i test per rilevare la resistenza di isolamento del mezzo di accumulo energetico, le misure di ventilazione del vano in cui è contenuta la batteria per evitare accumuli di sostanze potenzialmente esplosive in caso di rottura. Inoltre

sono definiti i test da effettuare per simulare condizioni incidentali del veicolo e le verifiche di resistenza all'azione dell'acqua.

L'impegno più interessante del TC 22/SC 21, dal punto di vista dell'omologazione dell'autobus ad idrogeno, è la previsione di stabilire i seguenti standards:

- ISO/AWI 22918 Electrically propelled road vehicles -- Measurement of road operating ability -- Fuel cell electric hybrid vehicles -- Hydrogen based
- ISO/AWI 22919 Electrically propelled road vehicles -- Measurement of road operating ability -- Pure fuel cell electric vehicles -- Hydrogen based
- ISO/AWI 22920 Road vehicles -- Energy performance -- Fuel cell electric hybrid vehicles
- ISO/AWI 22921 Road vehicles -- Energy performance -- Pure fuel cell vehicles
- ISO/AWI 22922 Road vehicles -- Emission of hybrid vehicles -- Fuel cell electric hybrid vehicles
- ISO/AWI 22923 Road vehicles -- Emission of hybrid vehicles -- Pure fuel cell vehicles

I primi Draft di questi standards mostrano che i contributi più rilevanti al lavoro dell'ISO vengono forniti da due associazioni automobilistiche: l'internazionale SAE e la giapponese JEVA (Japanese electric vehicle association).

4.2. IEC Working groups

Ad intersecarsi con il lavoro normativo dell'ISO TC 22/SC 21, figura l'azione del comitato fondamentale per la normazione dei sistemi ad idrogeno dell'IEC: il TC 105 (*Fuel Cell Technologies*), che si occupa della preparazione di standard internazionali che riguardano la tecnologia delle fuel cell, per tutte le applicazioni delle stesse, dagli impianti di potenza stazionari alle fuel cell per applicazioni veicolistiche (www.iec.ch).

I Working Groups sono:

N. Working Group	Attività
WG1	Terminology
WG2	Fuel cell modules
WG3	Stationary fuel cell power plants – Safety
WG4	Performance of Fuel Cell Power Plants
WG5	Stationary Fuel Cell Power Plants – Installation
WG6	Fuel cell system for propulsion and auxiliary power units (APU)
WG7	Portable fuel cell appliances - Safety and performance requirements

Tabella 2. Gruppi di lavoro dell'IEC TC 105

Il WG6 è quello più coinvolto dalle attività dell'ISO TC22 /SC 21: per questo motivo verrà creato un working group ad hoc per l'integrazione dei sistemi fuel cell nei veicoli da strada. Inoltre, l'ISO 197 è stato riconosciuto come responsabile per tutte le questioni riguardanti le infrastrutture mentre l'IEC 105 è responsabile per quanto riguarda le fuel cell. In ogni caso è stato stretto un accordo affinché vi sia un continuo flusso di informazioni fra i due technical committees.

Ad oggi, sono in lavorazione i seguenti standard:

- IEC 62282-1 Fuel cell technologies - Part 1: Terminology
- IEC 62282-2 Fuel cell technologies - Part 2: Fuel cell modules
- IEC 62282-3-1 Fuel cell technologies - Part 3-1: Stationary fuel cell power plants - Safety
- IEC 62282-3-2 Fuel cell technologies - Part 3-2 : Stationary fuel cell power plants - Test methods for the performance
- IEC 62282-3-3 Fuel cell technologies - Part 3-3: Stationary fuel cell power plants - Installation
- IEC 62282-4 Fuel cell technologies - Part 4: Fuel cell system for propulsion and auxiliary power units (APU)
- IEC 62282-5 Fuel cell technologies - Part 5: Portable fuel cell appliances - Safety and performance requirements

4.3. UNECE Working group

L'UNECE, (United Nations Economic Commission for Europe), ha dato origine ad un Working Party relativo all'ambito della normazione dei trasporti: il WP.29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations). Al suo interno, un sottogruppo (GRPE: Working Party on Pollution and Energy) si occupa di

componenti per uso del gas naturale compresso (metano) su autoveicoli e, come normale conseguenza, si sta per occupare di componenti per sistemi ad idrogeno (<http://www.unece.org/trans/>). Da circa due anni, i meeting semestrali ospitano sessioni in cui esperti di diverse nazioni europee discutono la necessità di trattare l'argomento della normalizzazione dei veicoli ad idrogeno. E' stato creato un gruppo Ad Hoc all'interno del GRPE che si occupa redigere una proposta di regolamento. Poiché anche l'ISO si sta occupando degli stessi temi, il 4-5 giugno 2002 un incontro fra rappresentanti di entrambi gli enti ne ha sancito la collaborazione piena.

In figura le "doti" dei due gruppi:

GRPE draft regulations	ISO draft standards
EIHP Draft regulations: Uniform Provisions Concerning the Approval of : I Specific Components of Motor Vehicles Using Liquid Hydrogen; II. Vehicles with Regard to the Installation of Specific Components for the Use of Liquid Hydrogen. Rev. 11 dated 29 August 2001.	ISO/DIS 13985-1 Liquid hydrogen – Land vehicle fuel tanks – Part 1: Design, fabrication, inspection and testing (2001-07-31) ISO/DIS 13985-2 Liquid hydrogen – Land vehicle fuel tanks – Part 2: Installation and maintenance (2001-07-31)

Figura 2. Draft di regolamento a confronto

Il gruppo di lavoro GRPE si è avvalso del contributo portato dai rappresentanti del progetto EIHP (European Integrated Hydrogen Project) (www.eihp.org). Si tratta di un progetto i cui obiettivi sono:

- creare un database europeo delle regolamentazioni e dei codici esistenti
- contattare le autorità pertinenti al di fuori dell'Europa
- individuare i punti deboli della tecnologia odierna
- definire le aree che necessitano di una regolamentazione
- creare le basi per un regolamento ECE per i veicoli ad idrogeno.

e che vede la partecipazione di molti partners, alcuni dei quali attivi nel campo automobilistico (BMW, DaimlerChrysler, Ford, Opel, Volvo) e petrolifero (Shell).

Il progetto ha già prodotto un regolamento in forma di bozza (EIHP report), da applicare a sistemi ad idrogeno gassoso e liquefatto per motori per autotrazione, in cui la sostanza è stoccata in fase gassosa (o liquida); più in particolare si può dividere il contenuto della norma in due grossi blocchi, riguardanti:

- i componenti specifici dei motori a trazione che utilizzano idrogeno gassoso compresso (o liquido);
- i veicoli in cui si installano componenti specifici per l'uso di idrogeno compresso gassoso (o liquido).

La normativa ricalca quella già emanata anni prima per il metano, tranne per alcuni aspetti. Vengono definiti gli opportuni valori dei parametri di servizio (in particolare modo si fissa l'attenzione su pressione e temperatura), a cui seguono le procedure necessarie per ottenere l'omologazione dei singoli componenti.

Durante il meeting con l'ISO, è stata presa in considerazione soltanto la parte di regolamento provvisorio riguardante l'idrogeno liquido, poiché è una materia ancora in fase di studio da parte dell'ISO.

Come risultato finale, è stato prodotto uno schema in cui le correzioni e i commenti alla proposta EIHP sono stati scritti e raccolti a cura dell'ISO, affinché la norma definitiva sia il più possibile armonica con quella prodotta dall'ISO stesso.

4.4. SAE Working Groups

Il SAE (Society of Automotive Engineers) nel 1999 ha iniziato un lavoro di analisi dello stato dell'arte nel campo delle celle a combustibile per uso automobilistico. Si è così formato un gruppo di rappresentanti delle maggiori case automobilistiche mondiali (Ford, Toyota, General Motors, Nissan, Peugeot, Honda,

DaimlerChrysler, Freightliner, Renault), di costruttori di fuel cells e di componenti la cui missione era “stabilire uno standard per sistemi di celle a combustibile per uso automobilistico e per la loro interfaccia con il veicolo” con lo scopo di stabilire gli aspetti di sicurezza dei sistemi a fuel cell del veicolo, le procedure di test per definirne le prestazioni e i requisiti dell’interfaccia col veicolo (www.sae.org).

Si sono formati 6 gruppi di lavoro:

N. Working Group	Attività
WG1	Emissions & Fuel Consumption
WG2	Interface
WG3	Performance
WG4	Recyclability
WG5	Safety
WG6	Terminology

Tabella 3. Gruppi di lavoro del SAE

Il SAE prevede di produrre una serie di standards che coprano le diverse sfaccettature dell’applicazione delle fuel cells al veicolo. L’elenco dei Draft Standards in lavorazione è il seguente:

N.	Titolo	Status
J2572	Recommended Practice for Measuring the Fuel Consumption & Range of Fuel Cell Vehicles	per approvazione a inizio estate 2002
J2574	Fuel Cell Vehicle Terminology — SAE Information Report	pubblicato e in vendita
J2578	General Fuel Cell Vehicle Safety	pre-pubblicazione – previsto per l’autunno 2002
J2579	Fuel Systems in Fuel Cell Vehicles	draft – previsto per estate/autunno 2002
J2594	PEM Fuel Cell System Recyclability — Design Guidelines	prima versione prevista per la fine estate 2002
J2600	Compressed Hydrogen Vehicle Fueling Connection Devices	pre-pubblicazione approvata. In vendita dall’inverno 2002
J2601	Compressed Hydrogen Vehicle Fueling Communication Devices	verrà completato nell’estate 2003
J2615	Fuel Cell System Performance Testing	per approvazione a fine estate 2002
J2616	Fuel Processor Subsystem Performance Testing	per approvazione a inizio estate 2002
J2617	Fuel Cell Stack Subsystem Performance Testing	per approvazione a fine estate 2002

Tabella 4. Status di proposte di regolamento del SAE

Il SAE è ovviamente sempre al corrente delle attività degli altri enti normatori e lo scambio di esperti è frequente. Benché vi sia una predominante rappresentanza statunitense nella composizione dei gruppi di lavoro, il SAE è un’associazione internazionale e, come tale, le proposte di standard avanzate da questo organismo sono da considerarsi come rappresentative delle necessità dei costruttori automobilistici e di celle a combustibile di tutto il mondo.

5. LA NORMATIVA AMERICANA

L’attività normativa americana nei confronti dell’idrogeno in tutte le sue applicazioni è vivace e prolifica. Il DOE (Department of Energy) coordina una serie di organismi federali e privati che lavorano per la realizzazione di codici e linee guida che consentano una rapida ma sicura diffusione delle tecnologie dell’idrogeno. Il DOE non è l’unico dipartimento americano ad occuparsi di idrogeno: anche il DOT (D. of Transportation) e il DOD (D. of Defense) partecipano con loro rappresentanti ai lavori di coordinamento con specifiche richieste a seconda del campo di loro interesse.

Il governo americano ha stabilito un Programma Idrogeno che prevede, fra l'altro, di incoraggiare organizzazioni come ICC (International Code Council), NFPA (Vigili del Fuoco), SAE (Society of Automotive Engineers), UL (Underwriters Laboratories) e CGA (Compressed Gas Association) a condurre ricerche nel campo della normativa e dei codici. Per coordinare l'attività di questi enti e per evitare inutili sovrapposizioni di lavoro, è stato creato un apposito comitato, l'HCSCC (Hydrogen Codes and Standards Coordinating Committee) che fa capo a membri del DOE. Fra i compiti principali dell'HCSCC vi sono:

- supportare e facilitare l'integrazione puntuale ed efficiente dei problemi di sicurezza relativi all'idrogeno nei codici già esistenti promulgati da organismi internazionali, quali l'ISO, l'IEC e il SAE;
- aiutare gli operatori nel campo delle omologazioni (ufficiali dei vigili del fuoco, politici federali/statali/locali, ma anche architetti, costruttori edili, pianificatori dei trasporti pubblici e privati) a famigliarizzarsi con la tecnologia dell'idrogeno e con i relativi codici e standards.

Inoltre il DoT, la NASA e il NIST (National Institute of Standards and Technology) hanno un impegno simile, benchè non facciano parte dell'HCSCC.

L'NHA (National Hydrogen Association) ha sollecitato, inoltre, la partecipazione ai lavori dell'ISO TC 197 con propri membri e proprie proposte. L'NHA fa da interfaccia fra i costruttori con le loro necessità di volta in volta evidenziate e i gruppi di lavoro degli enti normatori (in primis l'HCSCC).

5.1. Caso studio

Gli Stati Uniti e il Canada sentono forte la necessità di giungere rapidamente al completamento di una normativa che copra tutti i campi delle applicazioni dell'idrogeno. Fra questi, il campo dei trasporti è particolarmente sotto osservazione, a causa degli obiettivi anti-inquinamento che lo stato della California e, sul suo esempio, altri stati della federazione si sono posti per ridurre l'inquinamento causato dall'uso di veicoli con motore a combustione interna. L'adozione di veicoli elettrici, ZEV e NZEV si è mostrata come una delle migliori soluzioni per il raggiungimento di tali ambiziosi obiettivi. La normativa che consenta una rapida e consapevole procedura di omologazione di questi veicoli è vista come una necessità non soltanto nei prossimi anni, quando i veicoli ad idrogeno saranno commercialmente disponibili, ma anche, e soprattutto, in questi tempi di sperimentazione e prototipazione, in cui gli eventuali rischi per il pubblico sono ancora limitati grazie al minimo numero di esemplari di veicoli innovativi in circolazione.

Nonostante la fervida attività, come evidenziato dal lungo elenco di standard, draft e già pubblicati, la ricerca nel campo dell'impiego dell'idrogeno come carburante per autoveicoli è stata più rapida e ci si è trovati ad avere la necessità di testare le prestazioni di un autobus, ad esempio, prima che l'apposita serie di regole di sicurezza fosse disponibile. E' ciò che è accaduto con i tre autobus ad idrogeno testati a Vancouver, BC, Canada, nel 1998 per due anni [3]. Per procedere all'autorizzazione alla circolazione degli autobus, la procedura adottata è stata quella di varare un codice di comportamento interno alla società di trasporto pubblico che prevedeva, fra l'altro di attrezzare convenientemente un'area dell'officina per la manutenzione e del parcheggio dedicata solo agli autobus ad idrogeno, di dotare l'officina di accorgimenti di sicurezza supplementari (maggiore ventilazione, abbassamento delle luci, tetto semplicemente appoggiato e non vincolato). Gli autobus erano dotati di rilevatori di gas e di interruttori del sistema di alimentazione che, in caso di guasto, interrompevano la fornitura di carburante, mentre una batteria tampone consentiva al mezzo di muoversi per un tragitto sufficiente a porlo in condizioni di sicurezza rispetto alla circolazione cittadina. Tutto il personale della società è stato addestrato affinché fosse al corrente delle norme di comportamento più corrette da mantenere in caso di necessità. La formazione è stata fornita dagli stessi costruttori della cella a combustibile come esperti delle norme di comportamento in ambienti con presenza di idrogeno gassoso.

L'accordo per la circolazione dei prototipi di autobus è stato preso fra la società di trasporto e l'autorità dei Vigili del Fuoco della British Columbia. Si può individuare in questo esempio una possibilità di procedura per la concessione dell'autorizzazione a circolare in ambito cittadino di un mezzo non ufficialmente omologato dall'ente competente, in attesa che le basi giuridiche per l'autorizzazione siano poste.

6. CONCLUSIONI

Il JASIC (Japan Automobile Standard Internationalization Center) ritiene che non sia necessario ottenere l'omologazione di ogni singolo componente del sistema ad idrogeno, ma che sia più conveniente che ogni singolo costruttore di componente si autocertifichi, dimostrando di avere effettuato tutta una serie di test

prescritti dalla norma e che l'assieme venga ulteriormente testato dal costruttore aggiungendo ai test precedenti anche quello della simulazione di collisione. Questo modo di procedere consentirebbe alla tecnologia di non subire la lentezza di evoluzione della normativa ed in ogni caso è ciò che già avviene per i veicoli a benzina.

Qualunque proposta che consenta, in questo periodo di transizione, di sperimentare la nuova tecnologia in condizioni di ragionevole sicurezza deve essere la benvenuta, poiché, nonostante gli sforzi di omogeneizzazione e collaborazione, l'attività di normazione risulta ancora lenta e farraginoso.

In Italia, non esiste standardizzazione nazionale nel campo dei dispositivi e dei sistemi per la produzione, lo stoccaggio, il trasporto e l'uso dell'idrogeno; non esistono norme di omologazione per veicoli alimentati ad idrogeno: si è visto che accostandolo al metano, si può fare riferimento alla circolare n. 36/95 del Ministero dei Trasporti e della Navigazione o al decreto ministeriale del 24/11/1984, ma sarebbe necessario occuparsi al più presto dell'emanazione di una normativa più consona al trasporto pubblico e privato che fa uso dell'idrogeno come combustibile per autotrazione.

In quest'attesa, un'attenta analisi di rischio e l'esempio del caso studio canadese appaiono come una procedura adottabile per l'omologazione del primo autobus ad idrogeno italiano.

Bibliografia

[1] D. Gatto, *Usa dell'idrogeno come propellente di un autobus urbano: valutazione del rischio*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, (2002)

[2] R. Gerboni, *Sintesi della Normativa vigente e in sviluppo per applicazioni dell'idrogeno*, Politecnico di Torino - rapporto interno, (2001)

[3] C.A.R. Lythgo, *Operating experience with fuel cell buses*, BCTA Internal Report, Vancouver, BC Canada, (2000)