

IMPIANTI MISTI CON RIFORNIMENTO DI IDROGENO

Nicola Grasso*, Nicola Ciannelli°, Michele Concas^, Marco Carcassi*

*Università degli Studi di Pisa - Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione,
via Diotallevi n. 2 - 56126 Pisa

n.grasso@ing.unipi.it

carcassi@ing.unipi.it

°Comando Provinciale VV.F. di Livorno, via Campania n. 25 - 57100 Livorno

nicola.ciannelli@tiscalinet.it

^Comando Provinciale VV.F. di Pisa, via Matteotti n. 1 - 56100 Pisa

m.concas@vigilidelfuoco.pisa.it

SOMMARIO

La presente memoria si pone come obiettivo la definizione delle distanze di sicurezza da impiegare per la redazione di una regola tecnica di prevenzione incendi per impianti di distribuzione di idrogeno installati nell'ambito di stazioni di rifornimento di altri carburanti (impianti misti con rifornimento di idrogeno). L'analisi è partita da quei pochi esempi di impianti misti già esistenti, da studi e prove sperimentali a supporto e da documenti normativi di pertinenza: ciò non ha consentito soltanto di prendere visione della disposizione degli elementi pericolosi dell'impianto ma ha anche costituito un valido punto di riferimento per capire le scelte operate all'estero ed avere a disposizione un motivato ordine di grandezza delle distanze ritenute sufficienti per la protezione dei reciproci componenti. A seguito dell'analisi svolta, è possibile identificare la base del lavoro nel D.M. 24 maggio 2002 dedicato agli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione ed è ragionevole affermare che i valori delle distanze di sicurezza che possono essere prescritti sono in linea con quelli assegnati da questo documento.

1. INTRODUZIONE

Al momento è possibile contare nel mondo circa settanta stazioni di rifornimento di idrogeno per autotrazione tra impianti già in esercizio ed impianti che dovrebbero iniziare a funzionare tra la fine del 2003 ed i primi mesi del 2004. Alcune di queste riforniscono il veicolo con idrogeno allo stato gassoso, alcune con idrogeno allo stato liquefatto, altre ancora sono dotate di doppia colonnina di distribuzione in modo da consentire il rifornimento del veicolo con entrambe le precedenti tipologie.

La soluzione più frequente risulta al momento il rifornimento di gas idrogeno compresso. Le motivazioni sono diverse: è più agevole, non soltanto dal punto di vista tecnico, introdurre una nuova tecnologia, quale quella dell'idrogeno, sfruttando l'esperienza del gas naturale, combustibile caratterizzato da proprietà abbastanza simili a quelle dell'idrogeno; la maggior parte dei veicoli in via di sperimentazione, siano essi a combustione interna o a *fuel cell*, sono alimentati ad idrogeno compresso; i sistemi di stoccaggio a bassa densità energetica quali sono le bombole di gas compresso ben si adattano ad essere utilizzati come serbatoi di autobus per il trasporto pubblico urbano, cioè l'opzione ritenuta più credibile a breve termine per la penetrazione dell'idrogeno come combustibile per autotrazione, dato che un autobus non necessita dell'autonomia normalmente richiesta ad una autovettura e non presenta problemi di ingombro per l'alloggiamento dei sistemi di stoccaggio.

La maggior parte degli impianti presenti o in via di apertura sono inoltre dedicati in modo praticamente esclusivo al rifornimento di idrogeno e soltanto in pochi, rari casi una tale stazione sorge nell'ambito o in prossimità di impianti per la distribuzione di altri carburanti. Si può comunque osservare che già oggi, grazie all'esperienza acquisita, non è inconsueto trovare stazioni dove, accanto al rifornimento dei carburanti tradizionali, è presente anche quello di combustibili alternativi come gas naturale e GPL. Di conseguenza, non è da escludere neppure la possibilità che ciò possa accadere anche nel caso dell'idrogeno e che, in un prossimo futuro, possano sorgere stazioni di distribuzione carburanti dotate di una pensilina dedicata al rifornimento di combustibili di tipo gassoso (idrogeno, gas naturale e GPL).

Nella presente memoria si prende quindi in considerazione la possibilità di installare una stazione di rifornimento di idrogeno gassoso in prossimità di un impianto di distribuzione esistente, per esempio di gas naturale. Non è infatti ipotizzabile al momento uno sviluppo in tempi medio-brevi di un sistema di autotrazione ad idrogeno alternativo a quelli tradizionali (ciò è tanto più rilevante in paesi come l'Italia, dove ancora non è presente né un documento normativo dedicato ad impianti per il solo rifornimento di idrogeno né tanto meno un tale tipo di impianto); può tuttavia prevedersi, anche in relazione alle crescenti

problematiche ambientali ed alla sempre più diffusa sensibilizzazione dell'opinione pubblica, l'impiego dell'idrogeno per l'alimentazione di piccole flotte di veicoli di proprietà di aziende di trasporto municipalizzate, cooperative di taxi, ecc., motivato sia da esigenze sperimentali che dalla necessità di contenere le emissioni di inquinanti nei centri storici: si pensi per esempio alla opportunità di avere stazioni di rifornimento di idrogeno e gas naturale adiacenti e dedicate al rifornimento di flotte di autobus a basso impatto ambientale oppure alla possibilità, nel breve termine, di alimentare il veicolo con miscele di idrogeno e gas naturale ottenute in un sito dove i due carburanti possono essere riforniti anche separatamente. Inoltre, una produzione in sito da gas naturale permetterebbe di sfruttarne la rete di distribuzione già esistente e quindi di sperimentare il rifornimento di idrogeno anche laddove non fosse presente nelle vicinanze un impianto di produzione dell'idrogeno stesso. Un impianto misto per il rifornimento di veicoli alimentati ad idrogeno o gas naturale ed utilizzati nei centri cittadini consentirebbe di mettere in luce le potenzialità possedute da entrambi questi combustibili per la riduzione delle emissioni di inquinanti in ambito urbano dove potrebbero far valere le loro caratteristiche di combustione pulita; se quindi il contesto di riferimento dell'idrogeno è quello urbano, la stazione per il suo rifornimento non dovrebbe essere allontanata da tale contesto con il rischio di far morire la tecnologia dell'idrogeno per abbandono a causa di un non agevole rifornimento del veicolo. Non dovrebbe essere trascurata neppure l'opportunità di sviluppare le stazioni di rifornimento di idrogeno all'interno della infrastruttura delle stazioni di servizio: ciò consentirebbe la gestione di questi nuovi impianti nell'ambito della già esistente rete di distribuzione di carburanti; inoltre potrebbe rappresentare una via per la educazione dei clienti e della popolazione in generale sulla sicurezza dell'idrogeno, anche quando utilizzato in connessione con altre sostanze pericolose, rendendo familiare l'impiego di questa tecnologia e facendola entrare nel linguaggio quotidiano della gente.

Si osservi infine che, nonostante non sia stata ancora costruita in Italia alcuna stazione per il solo ed esclusivo rifornimento di idrogeno e sembri pertanto prematuro parlare già di impianto misto, in ambito europeo tale problematica è invece ben presente: per esempio, nel quadro del progetto EIHP (European Integrated Hydrogen Project), è stata sviluppata una proposta di regolamento per stazioni di rifornimento di idrogeno compresso [1] nella quale è ammesso che tale rifornimento possa avvenire all'interno dell'area di una stazione già esistente.

Nel seguito, a valle della presentazione delle modalità utilizzate in prevenzione incendi per prescrivere l'installazione di un impianto di tipo misto, sono individuati quelli che verosimilmente dovrebbero essere gli elementi costitutivi di una stazione di rifornimento di idrogeno gassoso e, per analogia con il D.M. 24 maggio 2002 [2] per gli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione, sono discussi i valori delle distanze che potrebbero essere assegnate all'interno di una regola tecnica di prevenzione incendi per consentire la costruzione di impianti misti con distribuzione di idrogeno.

2. GLI IMPIANTI MISTI ALL'INTERNO DI UNA REGOLA TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI

Al fine di mettere in evidenza lo schema seguito in prevenzione incendi per consentire l'installazione di un impianto misto di distribuzione carburanti, sono stati utilizzati i due recenti decreti in materia di rifornimento di combustibili gassosi:

- Decreto Ministeriale 24 maggio 2002, *Norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione* [2]
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 ottobre 2003, n. 340, *Regolamento recante disciplina per la sicurezza degli impianti di distribuzione stradale di G.P.L. per autotrazione* [3]

Entrambi questi documenti consentono la costruzione di impianti di distribuzione del combustibile in oggetto installati nell'ambito di stazioni di distribuzione stradale di altri carburanti, a condizione che siano rispettate assegnate distanze di sicurezza.

La distanza di sicurezza può essere definita come quella distanza di separazione tra un sistema dell'impianto e gli oggetti ad esso esterni che devono essere protetti dalle ripercussioni di una eventuale fuoriuscita del combustibile da quel sistema, nel caso in cui esso si scosti da un esercizio conforme alla sua destinazione d'uso; per distanze superiori al valore della distanza di sicurezza assegnata sono normalmente trascurabili gli effetti conseguenti alla formazione di una miscela infiammabile.

Nel campo della prevenzione incendi sono definite tre differenti tipologie di distanza [4]:

- distanza di protezione: valore minimo, stabilito dalla norma, delle distanze misurate orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di una attività e la recinzione (ove prescritta) ovvero il confine dell'area su cui sorge l'attività stessa
- distanza di sicurezza interna: valore minimo, stabilito dalla norma, delle distanze misurate orizzontalmente tra i rispettivi perimetri in pianta dei vari elementi pericolosi di una attività

- distanza di sicurezza esterna: valore minimo, stabilito dalla norma, delle distanze misurate orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di una attività e il perimetro del più vicino fabbricato esterno alla attività stessa o di altre opere pubbliche o private oppure rispetto ai confini di aree edificabili verso le quali tali distanze devono essere osservate

Tali distanze sono assegnate dalla specifica regola tecnica a determinati elementi di una attività, in questo caso la stazione di rifornimento, che per questo motivo sono definiti “elementi pericolosi dell’impianto”; ciascuna regola tecnica indica, tra gli elementi che possono costituire un impianto, quelli considerati pericolosi ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza: il criterio di scelta di questi elementi è tipicamente legato alla quantità di combustibile da essi trattato, quindi al carico di incendio ad essi associato, alla maggiore o minore probabilità di avere un rilascio di combustibile e alle conseguenze che potrebbero derivare a seguito di tale rilascio nei confronti di attività condotte all’interno dell’impianto (distanza di sicurezza interna) oppure di attività o edifici presenti nelle sue vicinanze (distanza di sicurezza esterna). Si noti, dalla sua definizione, che la distanza di protezione presenta degli obiettivi che non sono direttamente legati a quelli di una distanza di sicurezza così come sopra definita.

Da quanto appena detto si può pertanto concludere che dal punto di vista della prevenzione incendi la realizzazione di un impianto misto si fonda essenzialmente sul rispetto di distanze di sicurezza tra gli elementi pericolosi degli impianti di distribuzione che ne fanno parte. Tali distanze sono sostanzialmente distanze di sicurezza interne, dato che sia la distanza di protezione che quella di sicurezza esterna possono essere derivate, per ciascun elemento, da quelle prescritte all’interno della pertinente disciplina.

Al fine di chiarire il tipo di elementi che sono presi in considerazione per l’assegnazione delle suddette distanze, in Tabella 1 e in Tabella 2 sono riportate le prescrizioni relative alla costruzione di impianti di distribuzione rispettivamente di gas naturale e di GPL nell’ambito di stazioni di rifornimento di altri carburanti.

È chiaro che nel caso di un impianto misto con rifornimento di idrogeno le difficoltà sono accresciute dal fatto che non è presente al momento una regola tecnica che indichi le possibili tipologie di stazione di distribuzione di idrogeno per autotrazione, che per ciascuna di queste individui i possibili elementi costitutivi e, tra questi, quelli ritenuti pericolosi ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza ed infine che assegni i valori numerici che tali distanze devono possedere. In una tale situazione di carenza normativa, la comune pratica di prevenzione incendi prevede che chi vuole realizzare un impianto del genere deve produrre una specifica valutazione di rischio dell’impianto stesso e dei suoi componenti, secondo le modalità indicate nell’allegato I al D.M. 4 maggio 1998 [5], in modo da poter individuare, tra gli altri, una corretta disposizione e separazione degli elementi della stazione ritenuti pericolosi.

In questa sede, per semplicità, è stato invece preso a riferimento il D.M. 24 maggio 2002 e, in relazione alle specifiche caratteristiche possedute da una stazione di rifornimento di idrogeno gassoso rispetto a quella di gas naturale, si sono definiti quegli ingredienti in precedenza indicati come assenti per poter procedere alla individuazione dei contenuti di un eventuale Titolo di prevenzione incendi relativo ad impianti misti con presenza di un rifornimento di idrogeno.

Tipo di esposizione	Distanze di sicurezza per impianti misti di distribuzione di carburante [m]	
	Elementi pericolosi dell’impianto di distribuzione di gas naturale	Apparecchi di distribuzione di gas naturale
Serbatoi di benzina e gasolio	10	
Serbatoi di GPL	20	10
Apparecchi di distribuzione		8

Tabella 1. Distanze di sicurezza relative agli elementi pericolosi dell’impianto di distribuzione di gas naturale per autotrazione in impianti misti, D.M. 24 maggio 2002.

Tipo di esposizione	Distanze di sicurezza per impianti misti di distribuzione di carburante [m]		
	Elementi A e B *	Apparecchi di distribuzione di GPL **	Area di sosta dell'autocisterna di GPL
Pozzetti carico di serbatoi di altri combustibili liquidi (benzine e gasolio)	10		
Apparecchi di distribuzione di altri combustibili liquidi (benzina e gasolio)	10	8	
Apparecchi di distribuzione di gas naturale		8	
Area di sosta dell'autocisterna di altri combustibili liquidi			5

* il D.P.R. 24 ottobre 2003, n. 340 indica con le lettere A e B i seguenti elementi pericolosi:

A: punto di riempimento

B: serbatoi fissi, barrel, pompe adibite all'erogazione di GPL, pompe e/o compressori adibiti al riempimento dei serbatoi fissi

** gli apparecchi di distribuzione del GPL sono indicati dal D.P.R. 24 ottobre 2003, n. 340 come elementi C

Tabella 2. Distanze di sicurezza relative agli elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di GPL per autotrazione in impianti misti, D.P.R. 24 ottobre 2003, n. 340.

3. POSSIBILI ELEMENTI PERICOLOSI DI UNA STAZIONE DI RIFORNIMENTO DI IDROGENO GASSOSO

Il D.M. 24 maggio 2002 prevede per gli impianti di distribuzione di gas naturale per autotrazione due possibili tipologie di stazione:

- impianti alimentati da condotta
- impianti alimentati da carro bombolaio

Per entrambe queste tipologie, il decreto prevede i possibili elementi costitutivi di seguito riportati:

impianti alimentati da condotta	impianti alimentati da carro bombolaio
<ol style="list-style-type: none"> cabina di riduzione della pressione e di misura del gas locale compressori locale contenente recipienti di accumulo uno o più apparecchi di distribuzione automatici per il rifornimento degli autoveicoli box per i carri bombolai cabina per la trasformazione dell'energia elettrica locali destinati a servizi accessori (ufficio del gestore, locale vendita, magazzino, servizi igienici, impianto di lavaggio, officina senza utilizzo di fiamme libere, posto di ristoro, abitazione del gestore, ecc.) 	<ol style="list-style-type: none"> locale contenente recipienti di accumulo locale compressori uno o più apparecchi di distribuzione automatici per il rifornimento degli autoveicoli uno o più box per i carri bombolai cabina per la trasformazione dell'energia elettrica locali destinati a servizi accessori (ufficio del gestore, locale vendita, magazzino, servizi igienici, impianto di lavaggio, officina senza utilizzo di fiamme libere, posto di ristoro, abitazione del gestore, ecc.)

Sono considerati elementi pericolosi dell'impianto, ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza, quelli sopra indicati ad esclusione delle lettere f) e g) per quanto riguarda gli impianti alimentati da condotta e delle lettere e) ed f) per quanto riguarda quelli alimentati da carro bombolaio. È importante osservare che il decreto definisce, tra i possibili elementi costitutivi, quelli ai quali possono essere conferite particolari caratteristiche di sicurezza in relazione alle modalità costruttive con cui sono realizzati i relativi locali e mediante le quali sono successivamente specificate le pertinenti distanze di sicurezza; tuttavia, dato che il decreto stesso, nell'assegnare le distanze da rispettare nel caso di realizzazione di un impianto misto, non distingue sulle modalità realizzative degli elementi pericolosi, tale ulteriore differenziazione non verrà considerata nella individuazione dei possibili elementi costitutivi e pericolosi di una stazione di rifornimento di idrogeno.

Le tipologie previste per il rifornimento di gas naturale possono senz'altro essere recepite nel caso della stazione di rifornimento di idrogeno. Si noti tuttavia che uno degli aspetti peculiari della stazione di rifornimento di idrogeno per autotrazione è che non si è più in presenza di un impianto che è "deposito" ma di un impianto che può anche essere "di produzione"; è quindi possibile ipotizzare una ulteriore tipologia di impianto: impianti alimentati mediante idrogeno prodotto in sito; le tecnologie di produzione possono essere variegata e, al momento, quelle mature e più diffuse per garantire le quantità minime di idrogeno necessarie alle attuali stazioni dimostrative sono sicuramente:

- elettrolisi
- *steam reforming*

La tipologia con produzione in sito dell'idrogeno, se si esclude l'impianto di produzione stesso non dovrebbe essere caratterizzata da elementi costitutivi sostanzialmente differenti da quelli di una stazione alimentata da condotta; pertanto, a livello di elementi costitutivi, queste tipologie potrebbero essere ricondotte ad un'unica soluzione come impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito: in questo secondo caso, la stazione è in pratica alimentata da condotta, ma collegata all'impianto per la produzione di idrogeno in sito piuttosto che ad una rete di distribuzione. È inoltre importante fare due osservazioni:

- 1) Nel caso in cui l'impianto di produzione costituisca parte integrante della stazione, il Certificato di Prevenzione Incendi (CPI) per essa ottenuto sarebbe unico e farebbe quantomeno riferimento al punto 7), *Impianti di distribuzione di gas combustibili per autotrazione*, indicato in allegato al D.M. 16 febbraio 1982 [6], nel quale sono determinati i locali, le attività, i depositi, gli impianti e le industrie pericolose soggetti alle visite di prevenzione incendi; nel caso invece che l'impianto di produzione fosse esterno alla stazione, rendendola un impianto alimentato da condotta, sarebbe necessario ottenere due CPI separati, uno relativo alla stazione stessa ed uno relativo al sistema di produzione dell'idrogeno, se questo rientra nei limiti e nelle caratteristiche stabiliti al punto 1), *Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas combustibili, gas comburenti (compressi, disciolti, liquefatti) con quantità totali in ciclo o in deposito superiori a 50 Nmc/h*, indicato in allegato al D.M. 16 febbraio 1982. Potrebbe quindi essere utile, nella predisposizione di un documento di prevenzione incendi dedicato alle stazioni di rifornimento di idrogeno, prevedere un'area di competenza dell'impianto di distribuzione all'interno della quale ricondurre tutte le attività funzionali all'esercizio della stazione di rifornimento di idrogeno e ipotizzando che, se l'impianto di produzione ricade all'interno dell'area suddetta, la stazione deve essere considerata alimentata da impianto di produzione in sito mentre se esso ricade all'esterno di tale area, la stazione deve essere considerata alimentata da condotta.
- 2) L'elemento "cabina di riduzione e misura del gas" previsto nel D.M. 24 maggio 2002 può costituire un possibile elemento anche della stazione di rifornimento di idrogeno, se questa possiede un impianto di produzione in sito che utilizza per esempio il gas naturale come carica dalla quale estrarre l'idrogeno: data la necessità di ridurre la pressione del gas naturale in arrivo alla stazione e date le quantità di gas in gioco, esso può ancora costituire un elemento pericoloso dell'impianto ed un eventuale documento di prevenzione incendi per stazioni di rifornimento di idrogeno potrebbe recepire per esso le stesse distanze previste da parte del D.M. 24 maggio 2002; quando tuttavia la stazione risulta alimentata da condotta, potrebbe essere necessario predisporre un dispositivo per la misurazione del gas idrogeno senza la necessità di una cabina di riduzione della pressione: in questo caso la quantità dell'idrogeno misurato non dovrebbe essere tale da generare condizioni di pericolo in caso di rilascio e pertanto tale dispositivo di misura potrebbe essere escluso dagli elementi pericolosi della stazione.

In conclusione, per una stazione di rifornimento di idrogeno gassoso per autotrazione si possono prevedere le seguenti tipologie di alimentazione:

- impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito
- impianti alimentati da carro bombolaio

Per entrambe le tipologie si potrebbero pertanto ipotizzare i seguenti elementi costitutivi:

impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito	impianti alimentati da carro bombolaio
<ul style="list-style-type: none"> a) impianto per la produzione in sito di idrogeno b) cabina di riduzione della pressione e di misura del gas idrocarburo c) dispositivo di misurazione del gas idrogeno (nel solo caso di alimentazione da condotta esterna) d) locale compressori e) locale contenente recipienti di accumulo f) uno o più apparecchi di distribuzione automatici per il rifornimento degli autoveicoli g) box per i carri bombolai h) cabina per la trasformazione dell'energia elettrica i) locali destinati a servizi accessori (ufficio del gestore, locale vendita, magazzino, servizi igienici, impianto di lavaggio, officina senza utilizzo di fiamme libere, posto di ristoro, abitazione del gestore, ecc.) 	<ul style="list-style-type: none"> a) locale contenente recipienti di accumulo b) locale compressori c) uno o più apparecchi di distribuzione automatici per il rifornimento degli autoveicoli d) uno o più box per i carri bombolai e) cabina per la trasformazione dell'energia elettrica f) locali destinati a servizi accessori (ufficio del gestore, locale vendita, magazzino, servizi igienici, impianto di lavaggio, officina senza utilizzo di fiamme libere, posto di ristoro, abitazione del gestore, ecc.)

Potrebbero essere considerati elementi pericolosi dell'impianto, ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza, quelli sopra indicati, ad esclusione delle lettere c), h) ed i) per quanto riguarda gli impianti alimentati da condotta o mediante idrogeno prodotto in sito e, per analogia al D.M. 24 maggio 2002, ad esclusione delle lettere e) ed f) per quanto riguarda quelli alimentati da carro bombolaio.

4. POSSIBILI PRESCRIZIONI PER IMPIANTI MISTI CON RIFORNIMENTO DI IDROGENO

Ora che sono noti i probabili elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di idrogeno, è possibile, mutuando in via analogica le prescrizioni contenute nel decreto relativo agli impianti di distribuzione di gas naturale, ipotizzare le distanze che potrebbero essere prescritte nel caso di un impianto misto:

- a) tra gli elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di gas naturale per autotrazione ed i serbatoi di benzina e gasolio, il D.M. 24 maggio 2002 prescrive una distanza di sicurezza di 10 m; tale valore può essere ritenuto accettabile anche nel caso dell'idrogeno sia per la sua rapida dispersione in caso di rilascio sia per il fatto che i serbatoi sopra indicati sono sempre di tipo interrato e non si ravvisano quindi motivi per incrementare la distanza che è stata assegnata nel caso del gas naturale; si osservi che nel caso del GPL (Tabella 2) la distanza è prescritta rispetto ai pozzetti di carico dei serbatoi dal momento che il GPL, che è un gas liquefatto, può dare luogo ad una pozza in caso di rilascio
- b) tra gli elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di gas naturale per autotrazione ed i serbatoi di gas di petrolio liquefatti, il D.M. 24 maggio 2002 prescrive una distanza di sicurezza di 20 m che può essere ridotta a 10 m nel caso in cui l'elemento pericoloso sia l'apparecchio di distribuzione; in base ad un ragionamento analogo a quello del precedente punto a), anche questi valori si possono ritenere accettabili nel caso degli elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di idrogeno
- c) tra gli apparecchi di distribuzione, il D.M. 24 maggio 2002 richiede il rispetto di una distanza pari a 8 m; le piccole quantità di gas in gioco in una colonnina di distribuzione, la minore quantità di idrogeno che potrebbe essere rilasciato, a parità di pressione e volume, rispetto al gas naturale e la sua maggiore volatilità consentono di affermare che, per quanto riguarda un apparecchio erogatore, il gas naturale può risultare più pericoloso a seguito di una fuga e che di conseguenza le distanze assegnate agli apparecchi di distribuzione automatici di gas naturale possono essere accettate anche nel caso degli apparecchi di distribuzione dell'idrogeno; pertanto, in base a questo criterio, anche la distanza di 8 m sopra indicata può essere accettata

- d) nel caso di un impianto misto con rifornimento di idrogeno deve chiaramente essere presa in considerazione anche la distanza di sicurezza tra gli elementi pericolosi della stazione di rifornimento di idrogeno e gli elementi pericolosi di una stazione di rifornimento di gas naturale; in base all'osservazione fatta al precedente punto c) si può senza dubbio accettare come distanza di sicurezza tra l'apparecchio di distribuzione di idrogeno e gli elementi pericolosi della stazione di rifornimento di gas naturale la distanza di sicurezza interna prescritta dal D.M. 24 maggio 2002 per gli apparecchi di distribuzione automatici di gas naturale; per gli altri sistemi il problema è più complesso dal momento che le quantità di gas in gioco sono più elevate, che entrambi i combustibili sono stoccati in fase gassosa e in pressione e che gli elementi pericolosi della stazione di rifornimento di gas naturale non sono necessariamente interrati come nel caso dei serbatoi di combustibili tradizionali e di GPL; in via cautelativa, la distanza di 20 m prescritta al precedente punto b) per i serbatoi di GPL dovrebbe fornire un sufficiente livello di separazione; tuttavia, qualora ciascun elemento pericoloso della stazione di rifornimento di idrogeno fosse dotato di un dispositivo di rilevazione del gas idrogeno e di un dispositivo di rilevazione di fiamma in grado, all'occorrenza, di bloccare l'impianto, anche nel corso del rifornimento dell'autoveicolo, potrebbe essere proponibile una riduzione, da stabilire, di tale distanza
- e) può infine essere accettata la prescrizione, contenuta nel D.M. 24 maggio 2002, in base alla quale tra gli elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di idrogeno e gli altri elementi pericolosi dei diversi impianti che costituiscono il complesso debbono essere realizzate idonee schermature di tipo continuo in muratura o con elementi prefabbricati in calcestruzzo o in altro materiale incombustibile di equivalente resistenza meccanica (in particolare, costituiscono schermatura le strutture perimetrali dei suddetti elementi pericolosi aventi caratteristiche costruttive di 1° grado); tali strutture non devono avere aperture il cui limite inferiore disti meno di 2,5 m dal piano di campagna

Le precedenti osservazioni sono state sintetizzate per semplicità in Tabella 3, strutturalmente analoga alla Tabella 1 e alla Tabella 2.

Tipo di esposizione	Distanze di sicurezza per impianti misti di distribuzione di carburante [m]	
	Elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di idrogeno	Apparecchi di distribuzione di idrogeno
Serbatoi di benzina e gasolio	10	
Serbatoi di GPL	20	10
Elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di gas naturale	20*	8
Apparecchi di distribuzione		8

* è ammissibile una riduzione di tale distanza quando gli elementi pericolosi sono sorvegliati mediante l'installazione di un impianto di rilevazione d'idrogeno ed un impianto di rilevazione di fiamma collegati con il sistema di emergenza della stazione

Tabella 3. Possibili distanze di sicurezza relative agli elementi pericolosi dell'impianto di distribuzione di idrogeno per autotrazione in impianti misti.

5. CONCLUSIONI

Con la presente memoria si sono voluti discutere i possibili contenuti e le caratteristiche di un testo di prevenzione incendi per la realizzazione di un impianto di distribuzione di idrogeno per autotrazione installato nell'ambito di una stazione di distribuzione stradale di altri carburanti. I contenuti sono stati mutuati per analogia dalla regola tecnica per la disciplina degli impianti di distribuzione di gas naturale per autotrazione, contenuta nel D.M. 24 maggio 2002. Il lavoro ha evidenziato che le caratteristiche dell'idrogeno, degli elementi pericolosi degli impianti di distribuzione degli altri carburanti e l'impiego di adeguati sistemi di rilevazione rendono nel loro complesso accettabili anche nel caso dell'idrogeno le

distanze che il D.M. 24 maggio 2002 prescrive per la costruzione di impianti di distribuzione di gas naturale per autotrazione installati nell'ambito di stazioni di distribuzione stradale di altri carburanti.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] European Integrated Hydrogen Project [EIHP2], *Gaseous Hydrogen Vehicle Refuelling Stations*, Working Draft (Rev3), 22 gennaio 2004, reperibile dal sito <http://www.eihp.org/> alla voce "Publications".
- [2] Decreto Ministeriale 24 maggio 2002, *Norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 131 del 06/06/2002.
- [3] Decreto del Presidente della Repubblica 24 ottobre 2003, n. 340, *Regolamento recante disciplina per la sicurezza degli impianti di distribuzione stradale di G.P.L. per autotrazione*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 282 del 04/12/2003.
- [4] Decreto Ministeriale 30 novembre 1983, *Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 339 del 12/12/1983.
- [5] Decreto Ministeriale 4 maggio 1998, *Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 104 del 07/05/1998.
- [6] Decreto Ministeriale 16 febbraio 1982, *Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 98 del 09/04/1982.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori desiderano ringraziare l'Ing. Alessia Marangon del Dipartimento di Ingegneria Meccanica Nucleare e della Produzione dell'Università degli Studi di Pisa per il suo contributo alla discussione svolta nel corso della realizzazione della presente memoria.