



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO

Normativa cogente: disposizioni di prevenzione incendi per gli impianti di distribuzione stradale di idrogeno

*presentazione curata da: **DS ing. Michele Mazzaro***

Dirigente Vicario Direzione centrale prevenzione e sicurezza tecnica

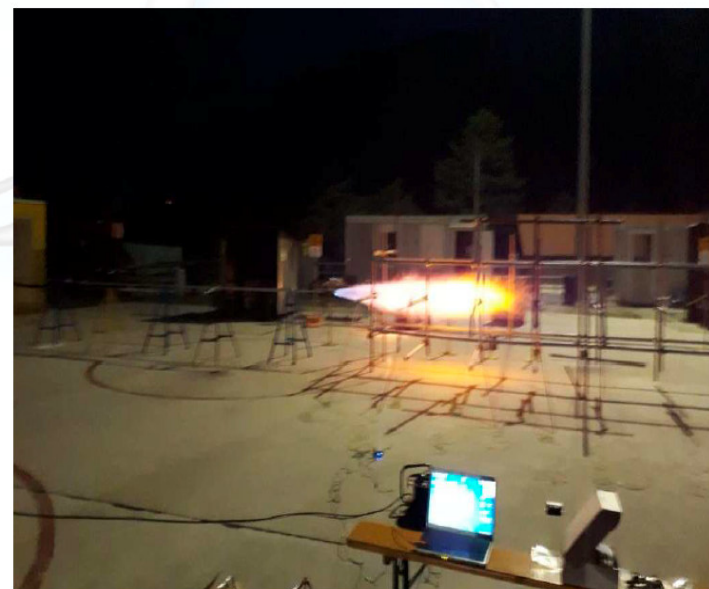
Ministero dell'Interno - Dipartimento Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile -



vers. 1.0

AGENDA

- **GENERALITA'**
- **ATTIVITA' DI STUDIO
E DI
SPERIMENTAZIONE**
- **ATTIVITA' DI
NORMAZIONE**
- **SVILUPPI FUTURI**



ALCUNE ATTIVITA' SOGGETTE ALL'ATTIVAZIONE DI PROCEDIMENTI DI PREVENZIONE INCENDI

N.	ATTIVITA'	A	B	C
1	Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas infiammabili e/o combustibili con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm ³ /h.			Tutti
2	Impianti di compressione o di decompressione dei gas infiammabili e/o combustibili con potenzialità superiore a 50 Nm ³ /h, con esclusione dei sistemi di riduzione del gas naturale inseriti nelle reti di distribuzione con pressione di esercizio non superiore a 0,5 MPa		Cabine di decompressione del gas naturale fino a 2,4 MPa	tutti gli altri casi
3	Impianti di riempimento, depositi, rivendite di gas infiammabili in recipienti mobili:			
	a) compressi con capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m ³		rivendite, depositi fino a 10 m ³	Impianti di riempimento, depositi oltre 10 m ³

	b) disciolti o liquefatti per quantitativi in massa complessivi superiori o uguali a 75 kg:	Depositi di GPL fino a 300 kg	rivendite, depositi di GPL oltre 300 kg e fino a 1.000 kg, depositi di gas infiammabili diversi dal GPL fino a 1.000 kg	Impianti di riempimento, depositi oltre 1.000 kg
	Depositi di gas infiammabili in serbatoi fissi:			
4	a) compressi per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m ³		fino a 2 m ³	oltre i 2 m ³
	b) disciolti o liquefatti per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,3 m ³	- Depositi di GPL fino a 5 m ³	- Depositi di gas diversi dal GPL fino a 5 m ³ - Depositi di GPL da 5 m ³ fino a 13 m ³	- Depositi di gas diversi dal GPL oltre i 5 m ³ - Depositi di GPL oltre i 13 m ³
5	Depositi di gas combustibili compressi e/o liquefatti in serbatoi fissi e/o recipienti mobili per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 3 m ³		fino a 10 m ³	oltre i 10 m ³

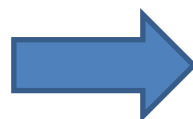
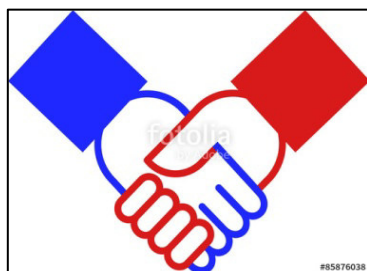
9	Officine e laboratori con saldatura e taglio dei metalli utilizzanti gas infiammabili e/o combustibili, con oltre 5 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.		fino a 10 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.	oltre 10 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.
---	--	--	--	---

	Impianti fissi di distribuzione carburanti per l'autotrazione, la nautica e l'aeronautica; contenitori di distribuzione di carburanti liquidi			
15	a) Impianti di distribuzione carburanti liquidi	Contenitori		
	b) Impianti fissi di distribuzione carburanti gassosi e di tipo misto (liquidi e gassosi)			tutti

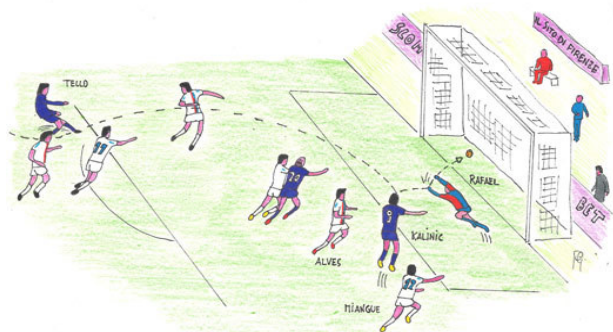
**IL MINISTERO DELL'INTERNO-
CNVVF EMANA "REGOLE
TECNICHE" PER LA SICUREZZA
IN TEMA DI INCENDIO**



IL COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDER E DELLE ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA NEL PROCESSO DI ELABORAZIONE E SCRITTURA DELLE NORME DI PREVENZIONE INCENDI DIVENTA VALORE AGGIUNTO CONSETTENDO DI RAGGIUNGERE MOLTI OBIETTIVI TRA I QUALI:



1. COERENZA CON IL QUADRO NORMATIVO TECNICO COMUNITARIO
2. COERENZA CON IL QUADRO REALE DELL'INDUSTRIA
3. ADERENZA ALL'EVOLUZIONE ED ALL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NEL SETTORE
4. MANCANZA DI SOVRAPPOSIZIONE O DI DISALLINEAMENTO TRA NORME E REGOLA DELL'ARTE RICONOSCIUTA



SICUREZZA USO GAS TECNICI



ALCUNE ATTIVITA DI ELABORAZIONE NORMATIVA DI PI CON IL COINVOLGIMENTO DELLE ASSOCIAZIONI DI CATEGORIA IN TEMA GAS INDUSTRIALI TECNICI

N.	ATTIVITA'	A	B	C
1	Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas infiammabili e/o combustibili con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm ³ /h.			Tutti
2	Impianti di compressione o di decompressione dei gas infiammabili e/o combustibili con potenzialità superiore a 50 Nm ³ /h, con esclusione dei sistemi di riduzione del gas naturale inseriti nelle reti di distribuzione con pressione di esercizio non superiore a 0,5 MPa		Cabine di decompressione del gas naturale fino a 2,4 MPa	tutti gli altri casi
3	Impianti di riempimento, depositi, rivendite di gas infiammabili in recipienti mobili:			
	a) compressi con capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m ³		rivendite, depositi fino a 10 m ³	Impianti di riempimento, depositi oltre 10 m ³

9	Officine e laboratori con saldatura e taglio dei metalli utilizzanti gas infiammabili e/o combustibili, con oltre 5 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.		fino a 10 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.	oltre 10 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.
---	--	--	--	---

	b) disciolti o liquefatti per quantitativi in massa complessivi superiori o uguali a 75 kg:	Depositi di GPL fino a 300 kg	rivendite, depositi di GPL oltre 300 kg e fino a 1.000 kg, depositi di gas infiammabili diversi dal GPL fino a 1.000 kg	Impianti di riempimento, depositi oltre 1.000 kg
	Depositi di gas infiammabili in serbatoi fissi			
4	a) compressi per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m ³		fino a 2 m ³	oltre i 2 m ³
	b) disciolti o liquefatti per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,3 m ³	- Depositi di GPL fino a 5 m ³	- Depositi di gas diversi dal GPL fino a 5 m ³ - Depositi di GPL da 5 m ³ fino a 13 m ³	- Depositi di gas diversi dal GPL oltre i 5 m ³ - Depositi di GPL oltre i 13 m ³
5	Depositi di gas combustibili compressi e/o liquefatti in serbatoi fissi e/o recipienti mobili per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 3 m ³ :		fino a 10 m ³	oltre i 10 m ³

	Impianti fissi di distribuzione carburanti per autotrazione, la nautica e l'aeronautica; contenitori - distributori rimovibili di carburanti liquidi.			
13	a) Impianti di distribuzione carburanti liquidi	Contenitori distributori		
	b) Impianti fissi di distribuzione carburanti gassosi e di tipo misto (liquidi e gassosi)			tutti

MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO 23 ottobre 2018.

Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione.

IL MINISTRO DELL'INTERNO

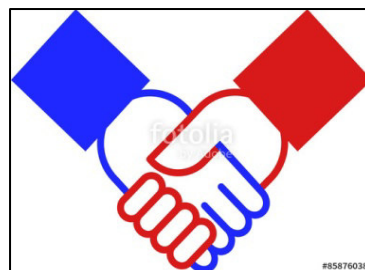
DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI



QUALCHE ESEMPIO DI TEMI AFFRONTATI CONGIUNTAMENTE NELLA ELABORAZIONE DELLE NORME

stakeholder



MINISTERO DELL'INTERNO

DECRETO 23 ottobre 2018.

Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione.

IL MINISTRO DELL'INTERNO

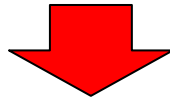
DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI



QUADRO NORMATIVO DA RECEPIRE

*DIRETTIVA 2014/94/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 22 ottobre 2014
sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi*



*Decreto legislativo 16 dicembre 2016, n. 257 “Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE
del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una
infrastruttura per i combustibili alternativi”*

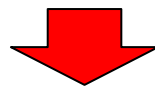
*Art 5 comma 2 - I punti di rifornimento per l'idrogeno accessibili al pubblico per i veicoli a motore di cui al
comma 1, introdotti o rinnovati a decorrere dal 18 novembre 2017 si conformano alle specifiche tecniche di cui
all'allegato I, punto 2.*

*Art 5 comma 3 - Con decreto del Ministro dell'interno, da adottarsi entro il 31 marzo 2017, di concerto con il
Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, sono dettate le disposizioni per l'aggiornamento della regola tecnica
di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno
per autotrazione di cui al decreto del Ministro dell'interno 31 agosto 2006, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale
della Repubblica italiana del 13 settembre 2006, n. 213.*



EVOLUZIONE TECNOLOGICA NELLA AUTOTRAZIONE CON IDROGENO

- I veicoli a idrogeno saranno omologati in tutto il mondo anche con serbatoi a 700 bar (serbatoi in liner di polimero -Tipo IV), limitare a 350 bar la pressione di carica non è in linea con i tempi
- I veicoli a idrogeno, in genere, hanno maggiori autonomie e brevi tempi di rifornimento rispetto ai veicoli elettrici; in una fase iniziale si possono progettare stazioni di rifornimento «limitrofe» ai centri urbani, con minori criticità sulle distanze di sicurezza
- Le distanze di sicurezza devono tenere conto dell'analisi di sicurezza, delle esperienze a livello internazionale, dei progressi scientifici e tecnologici, ma al momento non c'è uno standard di riferimento tecnico per questo approccio.



QUALI SONO STATE LE
NOVITA' INTRODOTTE? E I
LAVORI PRELIMINARI PER
PERVENIRE ALLA
REDAZIONE DELLA NORMA?

SUSSISTEVANO ALCUNI PROFILI DI INCOMPATIBILITA' CON IL DM 31.08.2006



Novità introdotte

- Incremento della pressione di erogazione dell'idrogeno fino a 700 bar.
- Superamento del concetto di “sistema di sicurezza” a contenimento degli elementi pericolosi dell'impianto a favore del “box” definito come: “area delimitata da muri perimetrali costruiti in calcestruzzo armato, o in altro materiale incombustibile di adeguata resistenza meccanica, con caratteristiche costruttive dei manufatti tali da garantire solo perimetralmente la mitigazione degli effetti dovuti ai materiali che venissero proiettati a seguito di un eventuale scoppio. Il box può avere uno o due dei quattro lati completamente aperti a condizione che tali aperture non siano rivolte verso zone ove è prevista o consentita la presenza di persone estranee all'impianto e/o di parti vulnerabili dell'impianto e delle relative pertinenze L'altezza della delimitazione deve essere maggiore di almeno 1 m rispetto al punto più alto degli elementi pericolosi in esso contenuti....”
- Approccio proporzionale (pressione/distanze) che incrementa le distanze di sicurezza, originariamente previste con sistemi di sicurezza di 2° grado (equiparabili attualmente ai box, aperti in sommità e/o anche su lati), del 50% in caso di erogazione a 700 bar rispetto a quelle previste per l'erogazione a 220/350 bar.
- Con riferimento agli aspetti generali, maggiore attenzione e dettaglio ai materiali, ai sistemi di sicurezza rispetto alla sovrappressione ed al controllo di temperatura degli elementi di stoccaggio, all'impianto gas, alla protezione attiva degli stoccaggi e dell'impianto in generale.



“Norma ponte” in attesa dell’emanazione delle specifiche tecniche da parte del CEN che consentano la piena applicazione della DAFI.



alle seguenti linee guida internazionali

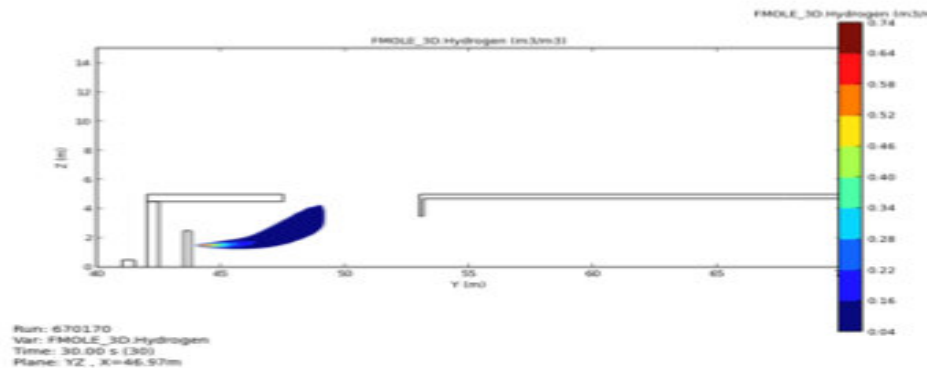
- ✓ **JRC - State of the art and research priorities in hydrogen safety**
- ✓ **EIGA - Gaseous Hydrogen Stations IGC Doc 15/06/E**
- ✓ **Revision of Doc 15/96 and Doc 15/05**
- ✓ **PSG 35 - Hydrogen: installations for delivery of hydrogen to road vehicles**
- ✓ **CEN/TC ISO/CD 19880-1 - Gaseous Hydrogen Fueling Stations** developed by ISO/TC 197



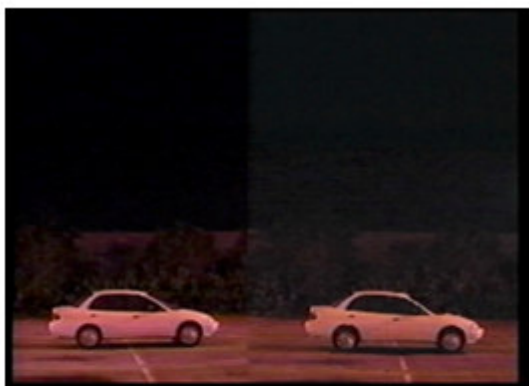
“Norma ponte” in attesa dell’emanazione delle specifiche tecniche da parte del CEN che consentano la piena applicazione della DAFI.



Per l’aggiornamento del DM 31.08.2006, ormai obsoleto, si è fatto riferimento anche a simulazioni, studi ed altro grazie alla collaborazione con esperti di settore dell’ Università di Roma “Sapienza”, Assogastecnici, ecc.



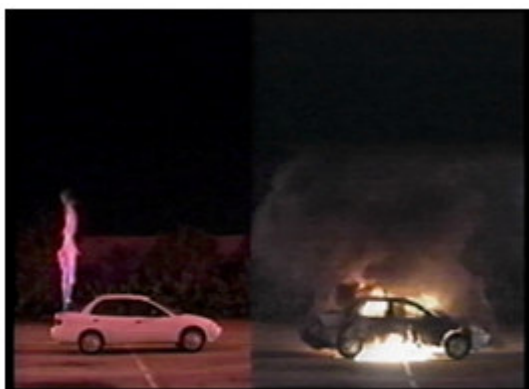
ATTIVITA' DI STUDIO CON UNIVERSITA' INCENDIO A BORDO DI UN VEICOLO A IDROGENO E UNO A BENZINA



1. AUTO A IDROGENO E AUTO A
BENZINA, ISTANTE ZERO



2. SVILUPPO DELLA FIAMMA, DOPO 3 S
DALL'INIZIO DELL'INNESCO



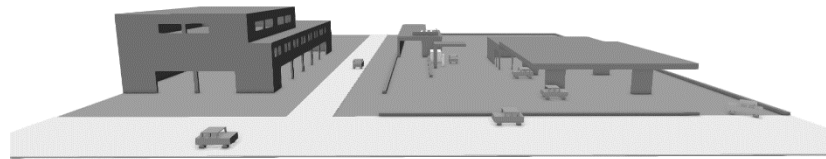
3. SVILUPPO DELLA FIAMMA, DOPO 60 S
DALL'INIZIO DELL'INNESCO



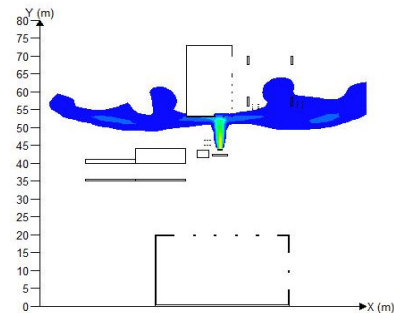
4. SVILUPPO DELLA FIAMMA, DOPO 90 S
DALL'INIZIO DELL'INNESCO

*DISTANZE DI SICUREZZA PER IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE
IDROGENO PER AUTOTRAZIONE: CONFRONTO TRA REGOLA
TECNICA E SIMULAZIONI CFD*

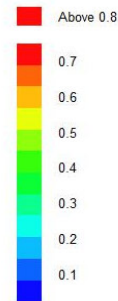
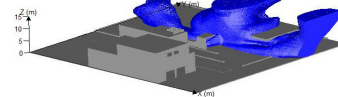
DISTANZE DI SICUREZZA PER IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE IDROGENO PER AUTOTRAZIONE: CONFRONTO TRA REGOLA TECNICA E SIMULAZIONI CFD



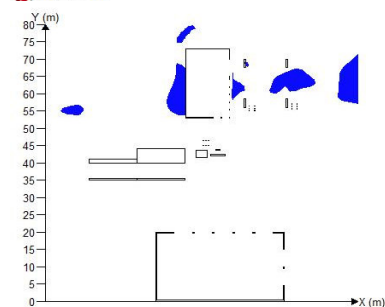
Run: 100100



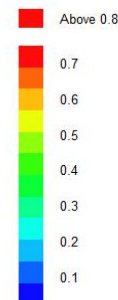
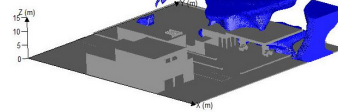
$\Delta \text{Time} = 20.000 \text{ s}$



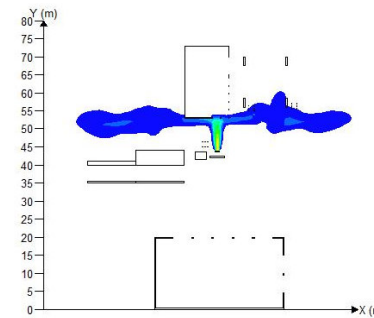
Job=070100. Var=FMOLE (m3/m3). Time= 30.000 (s).
XY plane, Z=1.5 m



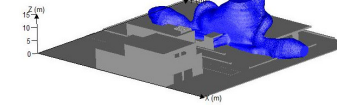
$\Delta \text{ime} = 40.002 \text{ s}$



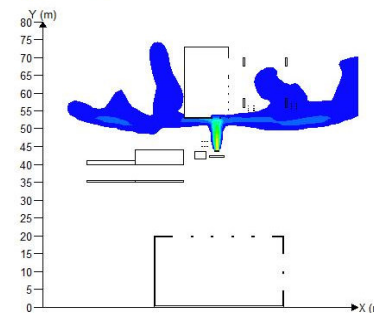
Job=070100. Var=FMOLE (m3/m3). Time= 50.002 (s).
XY plane, Z=1.5 m



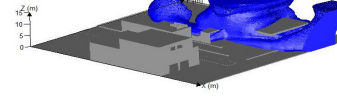
$\Delta \text{Time} = 9.999 \text{ s}$



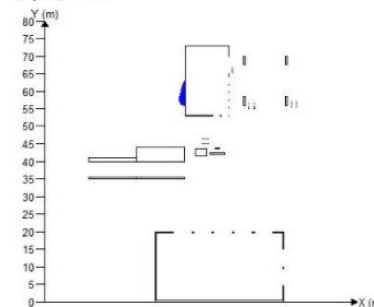
Job=070100. Var=FMOLE (m3/m3). Time= 19.999 (s).
XY plane, Z=1.5 m



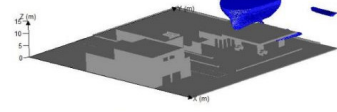
$\Delta \text{Time} = 30.001 \text{ s}$



Job=070100. Var=FMOLE (m3/m3). Time= 40.001 (s).
XY plane, Z=1.5 m



$\Delta \text{Time} = 50.007 \text{ s}$



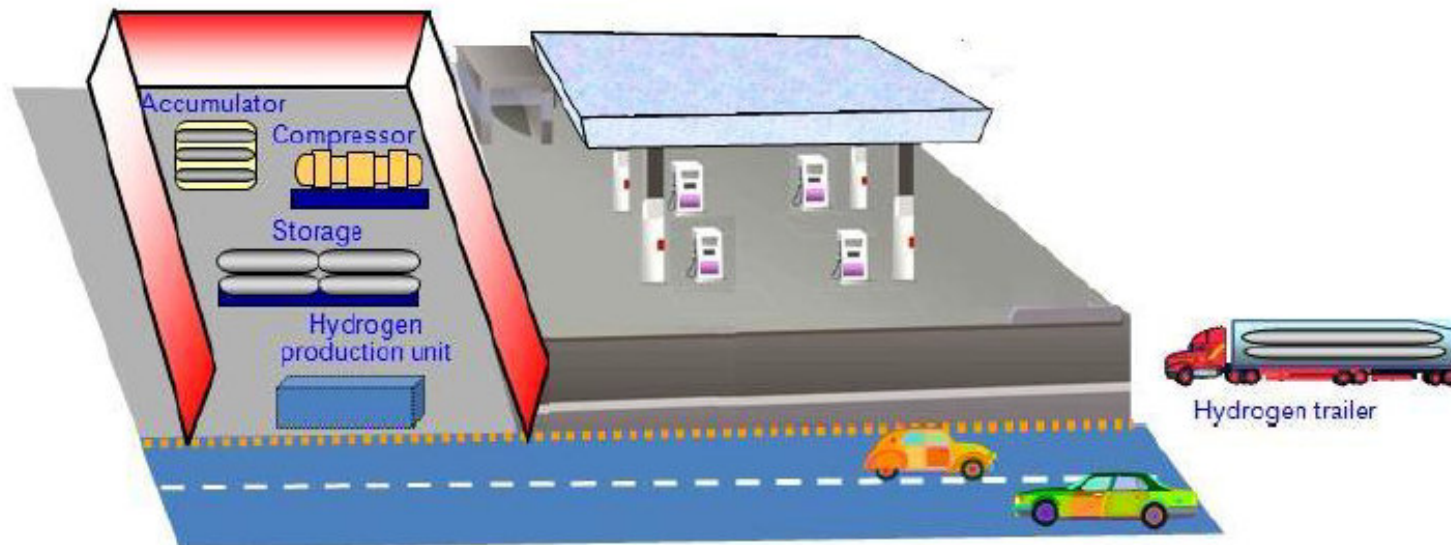
Job=070100. Var=FMOLE (m3/m3). Time= 60.007 (s).
XY plane, Z=1.5 m

Below 0.0



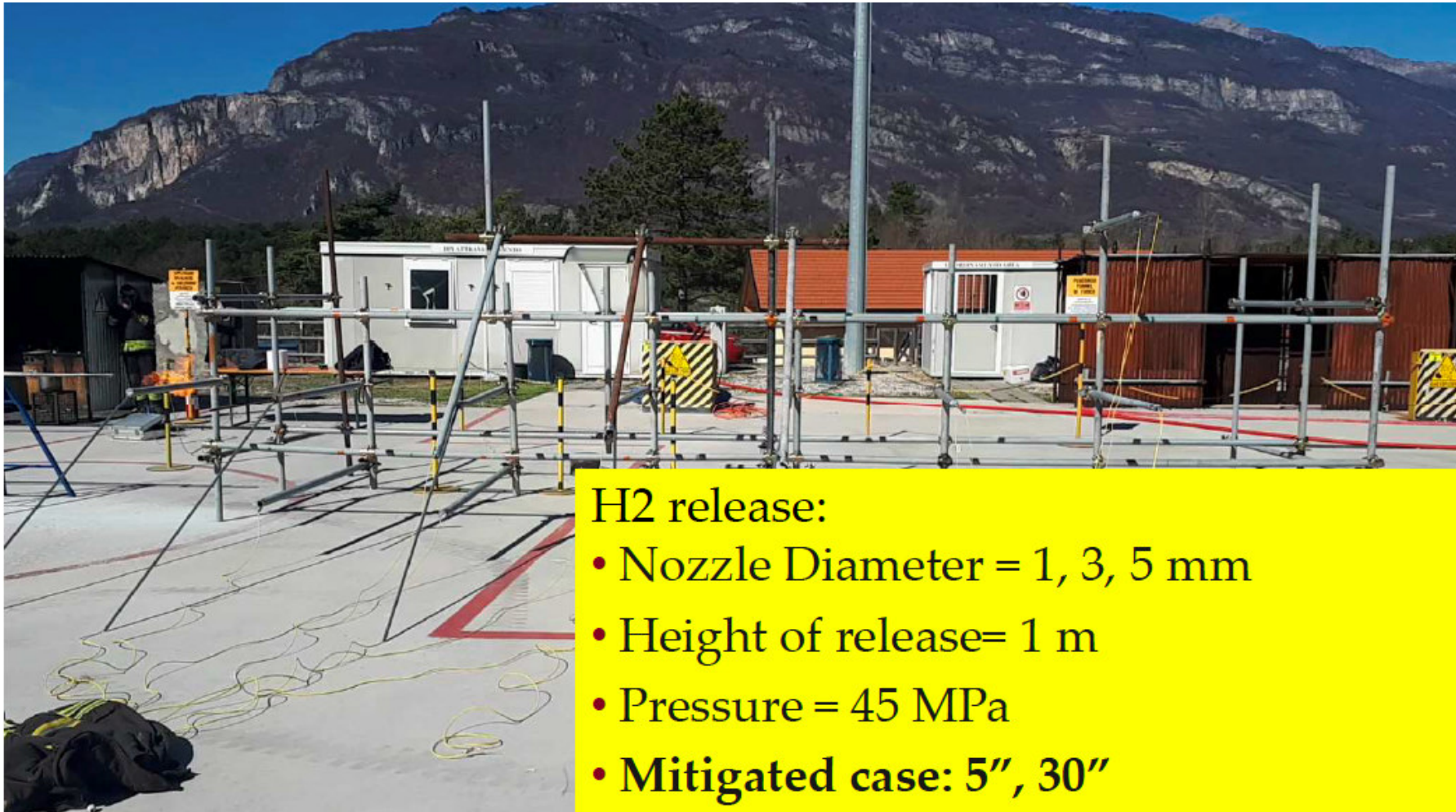
The three principal elements of HRS are:

- ✧ **Hydrogen production/delivery system**, compressor, control equipment, and a small amount of high pressure storage.
- ✧ **Bulk hydrogen storage** – bottles / tubes / vertical tanks.
- ✧ **Hydrogen dispenser**. This is generally the only part of the station that is publicly accessible.



ISO/TS 19880-1 "Gaseous hydrogen -- Fuelling stations -- Part 1: General requirements"

ATTIVITA' DI SPERIMENTAZIONE



ATTIVITA' DI SPERIMENTAZIONE



20190315_112744.mp4



DISTANZE DI SICUREZZA

Parte teorica

Dagli studi sperimentali su fiamme generate dall'innesco di rilasci di idrogeno (getti) ad alta pressione, sono state ricavate leggi empiriche che correlano la lunghezza della fiamma al diametro del foro di rilascio e alla pressione, quali:

$$L_f/d = 399.2P^{0.5} \quad P : [\text{MPa}]$$
$$r_{f\max}/d = 71.6P^{0.48} \quad P : [\text{MPa}]$$

Se si considera la distanza di sicurezza comparabile alla lunghezza del getto infiammato, a parità di diametro del foro, l'aumento delle pressione di un fattore 2, incrementa la lunghezza del getto di un fattore 1,414.

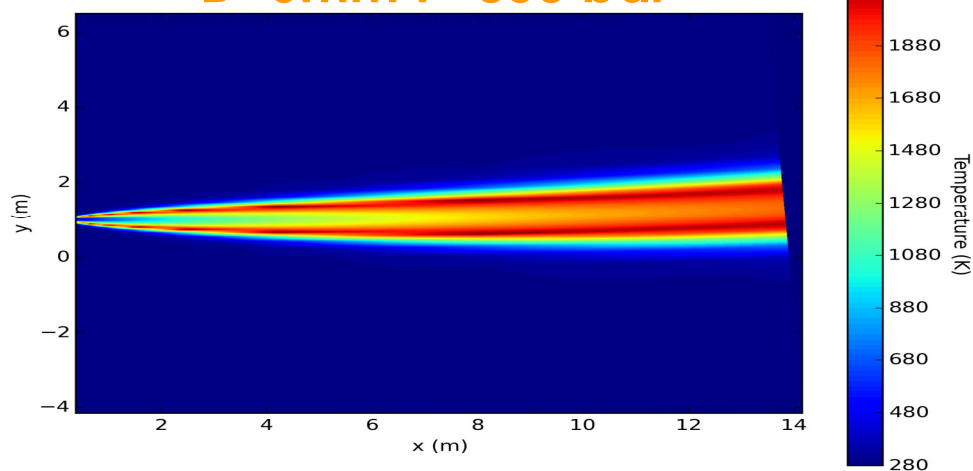
Rispetto a quanto attualmente previsto dal DM 31.08.2006, l'incremento delle distanze di sicurezza pari al 50% a causa dell'incremento di pressione massima ammissibile (da 220/350 a 700 bar) risulta assolutamente conservativa.



Evento	Scenario	FREQUENZA (ev/anno)
100 % Release	No Ignition	$1.5 \cdot 10^{-2}$
100 % Release	Jet fire	$1 \cdot 10^{-4}$
100 % Release	Explosion	improbabile

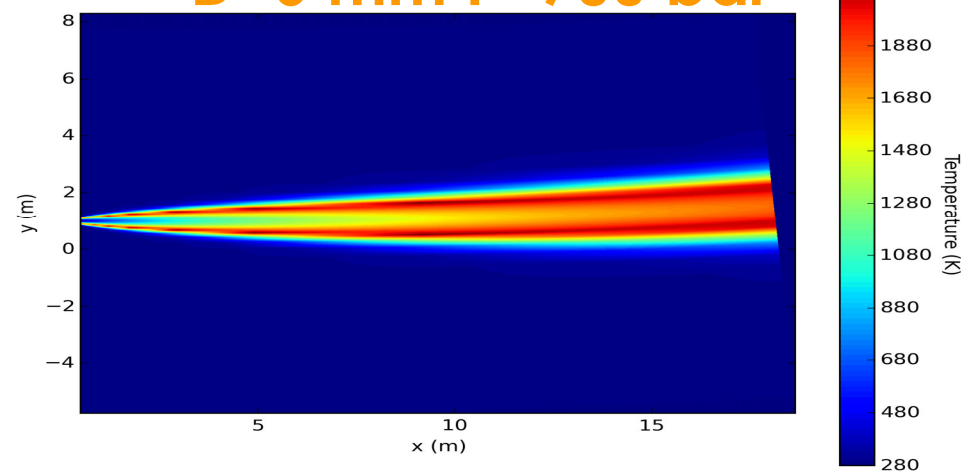
Auto

D=6mm P=350 bar



$L_f = 14$ m

D=6 mm P=700 bar

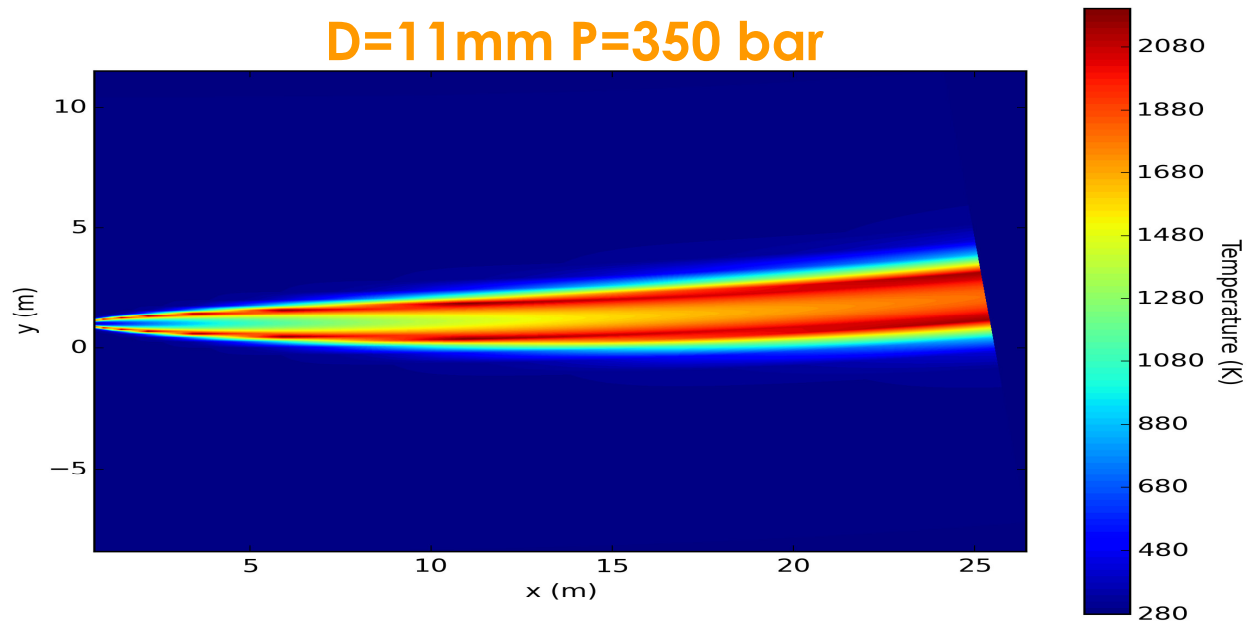


$L_f = 20$ m



Autobus

D=11mm P=350 bar



$L_f = 26$ m



Process hazard analysis software - Phast

Definizione delle condizioni di rilascio (es. quantità rilasciata / tempo di rilascio, temperatura, pressione).

Definizione delle condizioni atmosferiche (F2 e D5; 25°C e 70% di umidità relativa).

Definizione dei valori soglia di danno: sono stati presi in considerazione i valori corrispondenti a “elevata letalità” riportati nella tabella 2 dell’Allegato al DM 09/05/2001.

Simulazione dell’evento.

<i>Scenario incidentale</i>	<i>Elevata letalità</i>	<i>Inizio letalità</i>	<i>Lesioni irreversibili</i>	<i>Lesioni reversibili</i>	<i>Danni a strutture / effetti domino</i>
Radiazione termica stazionaria (Jet Fire/Pool Fire)	12.5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12.5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	Raggio fireball	350 kW/m ²	200 kW/m ²	125 kW/m ²	200-800 m
Radiazione termica istantanea (Flash Fire)	LFL	LFL/2			
UVCE (sovrapressione di picco)	0,3 bar	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)	LC50 (30 min, hmn)		IDLH		



Dispenser macchina						Dispenser bus			
Pressione		350 bar		700 bar		Pressione		350 bar	
diam foro		6 mm				diam foro		11 mm	
portata		510 g/s		950 g/s		portata		1,7 kg/s	
scenario	soglie	2F	5D	2F	5D	scenario	soglie	2F	5D
Flash Fire	LFL/2	18,8	20,4	22,2	24,8	Flash Fire	LFL/2	22,5	24,5
	LFL	13,3	12,6	17,3	17,4		LFL	17,2	17
Jet Fire kW/m ²	3	15,7	15,2	22,2	21,6	Jet Fire kW/m ²	3	30,7	30
	5	14,4	14,1	20,2	19,7		5	27,8	27,3
	7	13,7	13,4	19,1	18,7		7	26,1	25,8
	12,5	12,5	12,3	17,5	17,2		12,5	23,7	23,6
	37,5	10,1	9,6	14,5	14,5		37,5	19,5	19,7

Distanza di danno

Lesioni reversibili

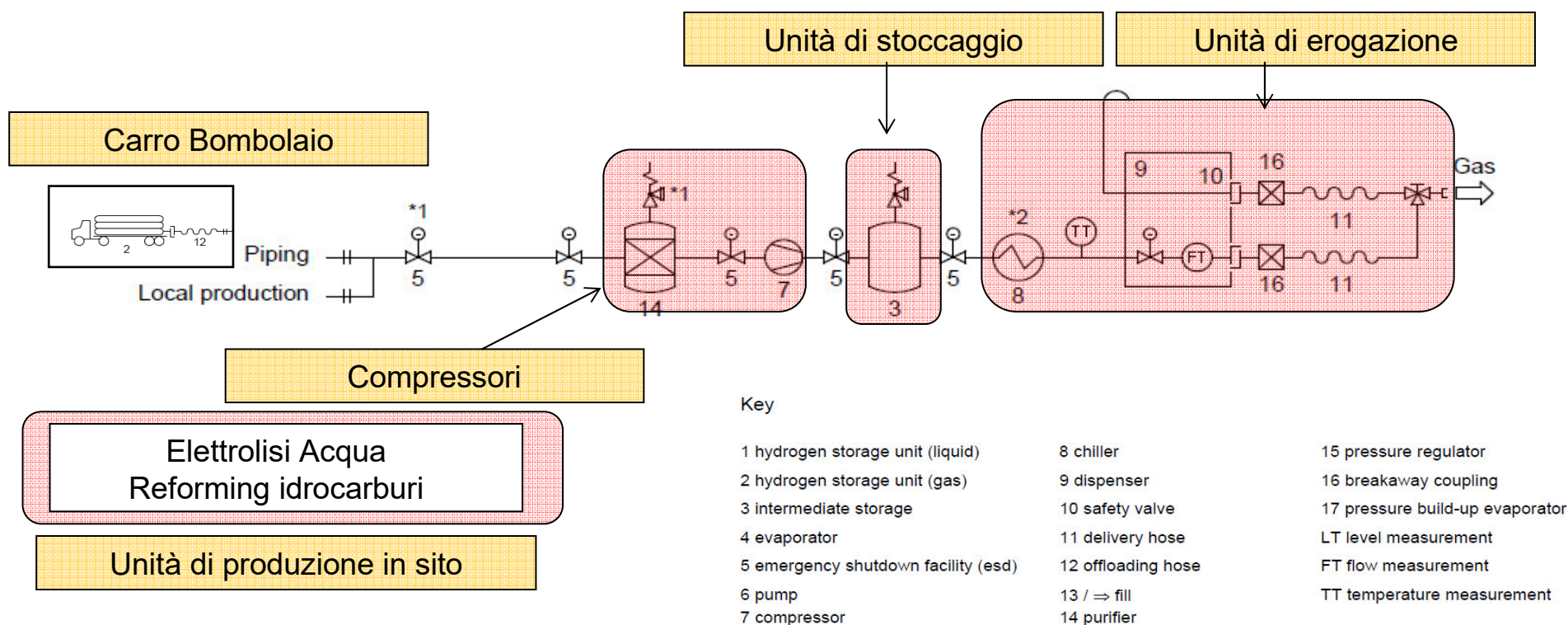
$$22,2/15,7 = 1,4$$

Elevata letalità/effetti domino

$$17,5/12,5 = 1,4$$



DISTANZE DI SICUREZZA TRA ELEMENTI PERICOLOSI PROGETTABILI SIA SECONDO APPROCCIO TRADIZIONALE CHE CON NORMA ISO CEN 19880-1 IN DEROGA



DISTANZE DI SICUREZZA TRA ELEMENTI PERICOLOSI PROGETTABILI SIA SECONDO APPROCCIO TRADIZIONALE CHE CON NORMA ISO CEN 19880-1 IN DEROGA

	Distance for HRS users (m)	Distance from dangerous elements (m)	Distance from external buildings (m)
Compressor	15	-	30
Storage	15	15	30
Box Cylinders Bundle	15	15	30
Dispenser	15	12	30



SVILUPPI FUTURI

- **AGGIORNAMENTO NORMATIVA DISTRIBUTORI STRADALI DI IDROGENO**
- **STUDIO UTILIZZO MISCELE IDROGENO/METANO**
- **PRIMI STUDI SU UTILIZZO IDROGENO PER TRAZIONE FERROVIARIA**
- **PROCEDURE OPERATIVE (HYRESPONDER)**





Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO

Grazie per l'attenzione

michele.mazzaro@vigilfuoco.it

