

 TOUR 2024

**Case Studies: Progetto  
TULIPS il caso dell'aeroporto  
CASELLE**

**Dott. Ing. Nelson Righetti**



 **agorà**



# SAFETY VILLAGE

---

**FIRE & LIFE SAFETY**

---

# H<sub>2</sub> : inquadramento normativo attuale

D.M. 07/07/2023

## **Art. 1**

*Scopo e campo di applicazione*

1. Le disposizioni contenute nel presente decreto si applicano alla progettazione, alla realizzazione e all'esercizio, ai fini della prevenzione incendi, degli impianti di produzione di idrogeno mediante elettrolisi e dei relativi sistemi di stoccaggio di idrogeno gassoso.
2. Previa valutazione del rischio, le disposizioni contenute nel presente decreto possono essere applicate anche ad attività di produzione e stoccaggio di idrogeno diverse da quelle definite nel comma 1.

# H<sub>2</sub>

D.M. 07/07/2023

## **Art. 2**

### *Obiettivi*

1. Ai fini della prevenzione degli incendi ed allo scopo di garantire le esigenze di sicurezza per la salvaguardia delle persone e la tutela dei beni contro i rischi di incendio, gli impianti di cui all'art. 1 devono essere realizzati e gestiti in modo da garantire i seguenti obiettivi:
  - a) minimizzare le cause di rilascio accidentale di gas nonché di incendio e di esplosione;
  - b) limitare, in caso di evento incidentale, danni alle persone;
  - c) limitare, in caso di evento incidentale, danni ad edifici o a locali contigui all'impianto;
  - d) garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

# H<sub>2</sub>

D.M. 07/07/2023

**Art. 4**

*Applicazione delle disposizioni tecniche*

1. Le disposizioni di cui all'allegato 1 si applicano agli impianti di produzione di idrogeno mediante elettrolisi (cosiddetti elettrolizzatori) e ai relativi sistemi di stoccaggio di idrogeno gassoso:
  - a) di nuova realizzazione;
  - b) esistenti alla data di entrata in vigore del presente decreto, in caso di modifiche rilevanti ai fini della sicurezza antincendio che comportano variazione delle preesistenti condizioni di sicurezza antincendio, limitatamente alle parti interessate dall'intervento.
2. Non sono richiesti adeguamenti per le attività che, alla data di entrata in vigore del presente decreto:
  - a) siano in possesso di atti abilitativi riguardanti anche la sussistenza dei requisiti di sicurezza antincendio, rilasciati dalle competenti autorità, così come previsto dall'art. 38 del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 agosto 2013, n. 98;
  - b) siano in regola con gli adempimenti di cui agli articoli 3, 4 e 7 del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.



D.M. 07/07/2023

## **Allegato 1**

### *Titolo I - Disposizioni generali: **2. Classificazione degli impianti***

Per pressioni di esercizio maggiori di 1000 barg<sup>1</sup> o nel caso di adozione di sistemi di stoccaggio diversi da quelli riportati nel presente decreto, il progettista, a seguito della valutazione del rischio di incendio, dovrà implementare apposite misure di sicurezza antincendio determinate anche mediante le metodologie previste con approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio di cui al decreto del Ministro dell'interno 9 maggio 2007.

<sup>1</sup>barg: Rappresenta la differenza fra la pressione in box in uno spazio e la pressione atmosferica in box.



D.M. 07/07/2023

## **Allegato 1**

### *Titolo I - Disposizioni generali: **4. Elementi pericolosi***

Sono considerati elementi pericolosi dell'impianto, ai fini della determinazione delle distanze di sicurezza e di protezione, quelli indicati al punto 3, dalla lettera a), limitatamente al modulo di elettrolisi, alla lettera g) del medesimo punto.

- Omissis -

Le attività di progettazione, controllo, verifica e manutenzione sono definite e programmate anche in funzione delle indicazioni di cui al presente punto.

# H<sub>2</sub>

D.M. 07/07/2023

## **Allegato 1**

*Titolo IV - Distanze di sicurezza: **19.1. Distanze di sicurezza***

Nella progettazione, sono rispettate le seguenti distanze di sicurezza: A) Elementi pericolosi dell'impianto.

- Segue tabella -

PRESSIONE IDROGENO (barg)	DISTANZE DI SICUREZZA (m)		
	ESTERNA	PROTEZIONE	INTERNA
$700 < P \leq 1000$	30	15	15
$500 < P \leq 700$	25	15	15
$300 < P \leq 500$	20	15	15
$100 < P \leq 300$	17	12	12
$50 < P \leq 100$	12	8	8
$30 < P \leq 50$	8	6	6
$10 < P \leq 30$	7	5	5
$P \leq 10$	5	3	3

# H<sub>2</sub>

D.M. 07/07/2023

## **Allegato 1**

*Titolo IV - Distanze di sicurezza: **19.2. Metodologie alternative per la determinazione delle distanze di sicurezza***

Distanze di sicurezza differenti rispetto a quelle del presente titolo possono essere eventualmente individuate, applicando le metodologie dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio previste dal decreto del Ministro dell'interno 9 maggio 2007. Qualora gli elementi pericolosi superino i valori di pressione indicati nella tabella di cui al punto 19.1, le distanze di sicurezza sono determinate attraverso l'applicazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio di cui al decreto ministeriale 9 maggio 2007.

# PROGETTO TULIPS AEROPORTO DI TORINO CASELLE DISTACCAMENTO AEROPORTUALE VVF



PROGETTO antincendio:  
Ing. Giuseppe G. Amaro



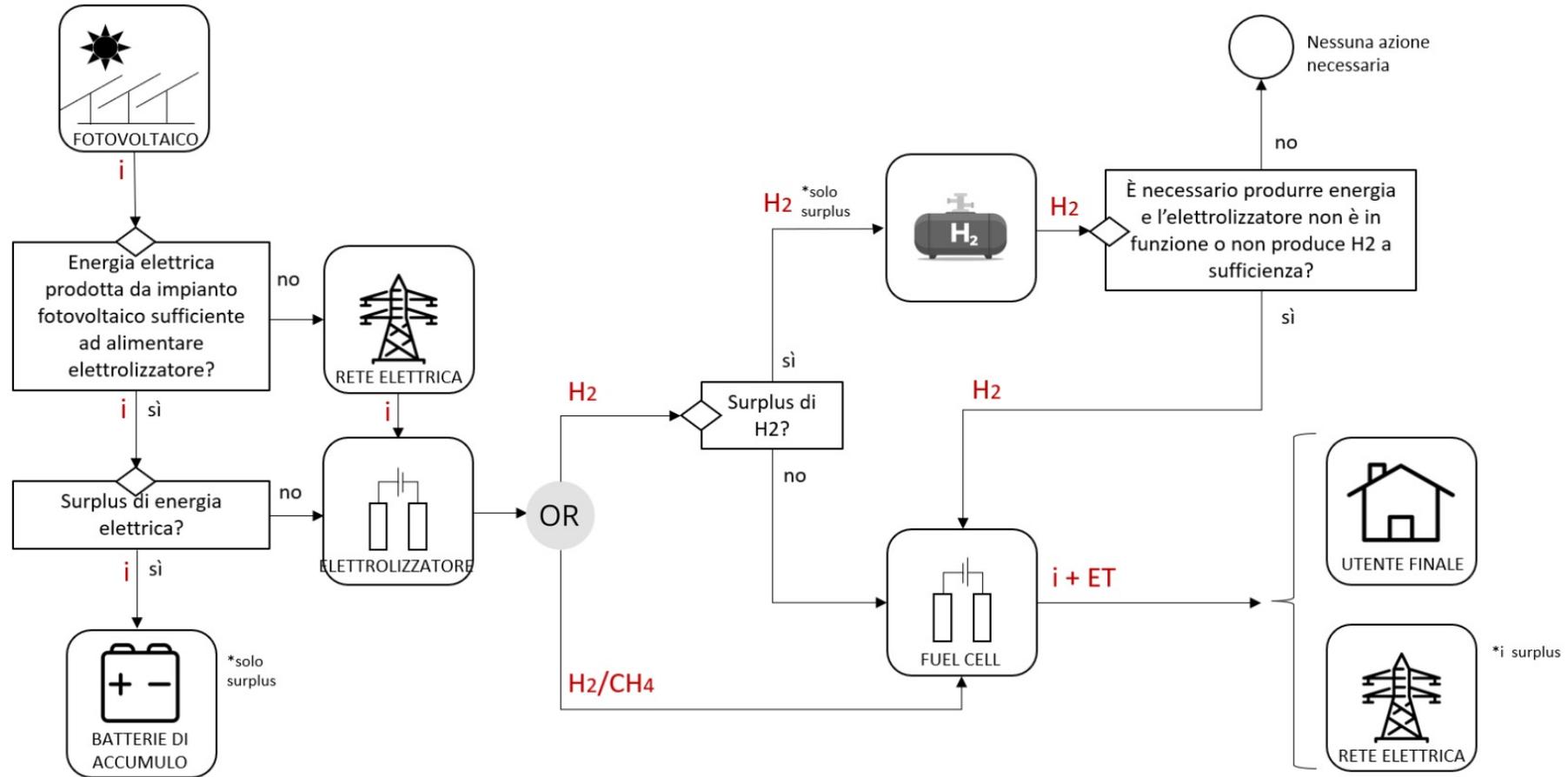
**Politecnico  
di Torino**

L'architettura dell'impianto ipotizzato prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Un nuovo impianto fotovoltaico abbinato ad un sistema di accumulo a batteria ed a servizio dell'impianto di produzione di idrogeno (escluso dalle valutazioni della presente trattazione);
- Un nuovo impianto per la produzione di idrogeno verde, composto da un elettrolizzatore, da un serbatoio di accumulo da 700 litri e da una stazione di Blend, in grado di gestire blend CH<sub>4</sub> / H<sub>2</sub> dal 100% al 0% di CH<sub>4</sub>.
- L'installazione di n°2 fuel cell per la produzione di energia elettrica ed energia termica.

# PROGETTO TULIPS

## SCHEMA FUNZIONALE IMPIANTO



# PROGETTO TULIPS

## AEROPORTO DI TORINO CASELLE

### DISTACCAMENTO AEROPORTUALE VVF

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCEDIO

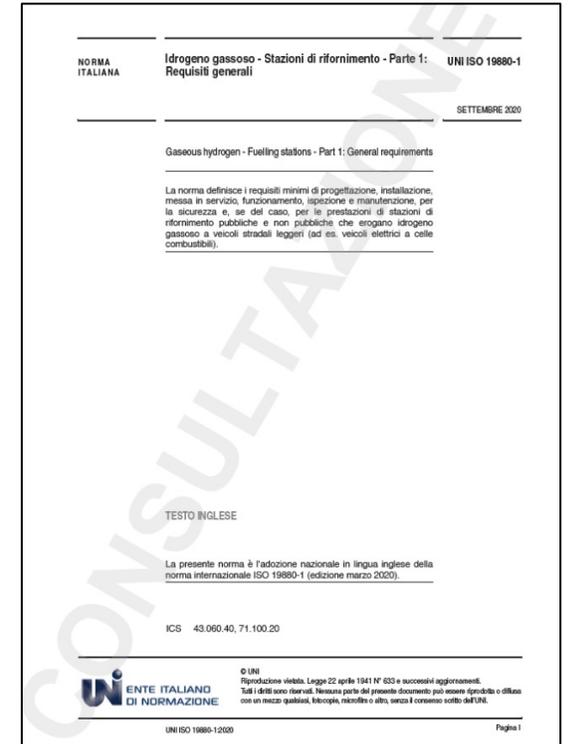
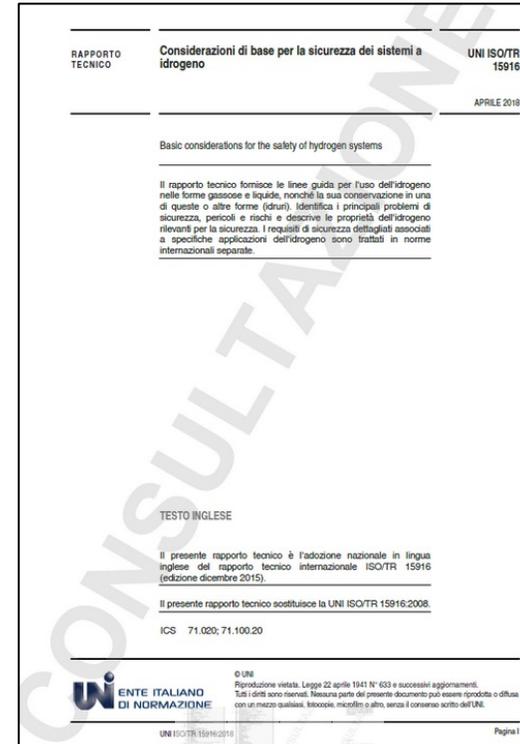
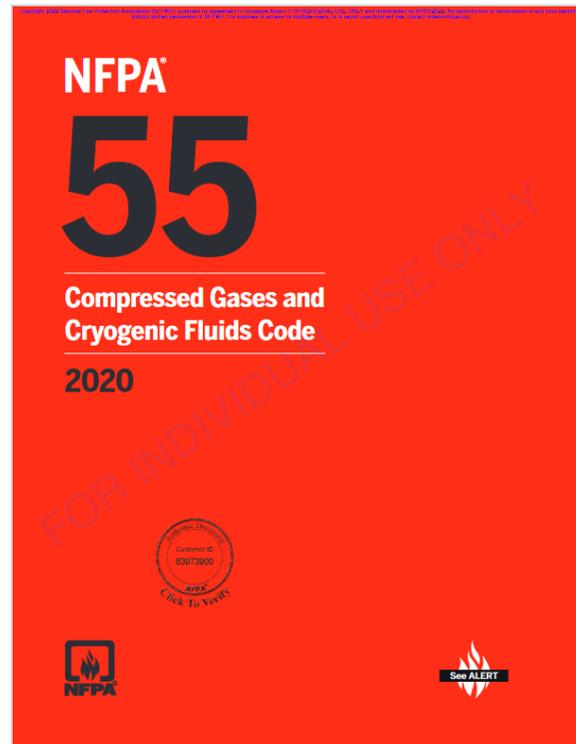
L'intero impianto non si configura come attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del DPR 151/11 infatti:

- il deposito di idrogeno ha capacità geometrica inferiore a 0,75 m<sup>3</sup> non configurando l'attività 4B;
- non si impiegano gas infiammabili con potenzialità superiore a 25 Nm<sup>3</sup>/h non configurando l'attività 1C;
- l'impianto di cogenerazione (fuel cell) ha potenzialità inferiore a 25KW non configurando l'attività 49A.

La valutazione del rischio incendio pertanto si svilupperà secondo i criteri generali indicati nel **DM 03/09/2021** *"Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punti 1 e 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 " al fine di definire i criteri di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio dei luoghi oggetto della presente.*

# 1. Misure e soluzioni per garantire la sicurezza dell'installazione per tipologia di impianto (I) - linee guida di installazione

## Normative e standard nazionali e internazionali (NFPA 2, NFPA 55, ISO)

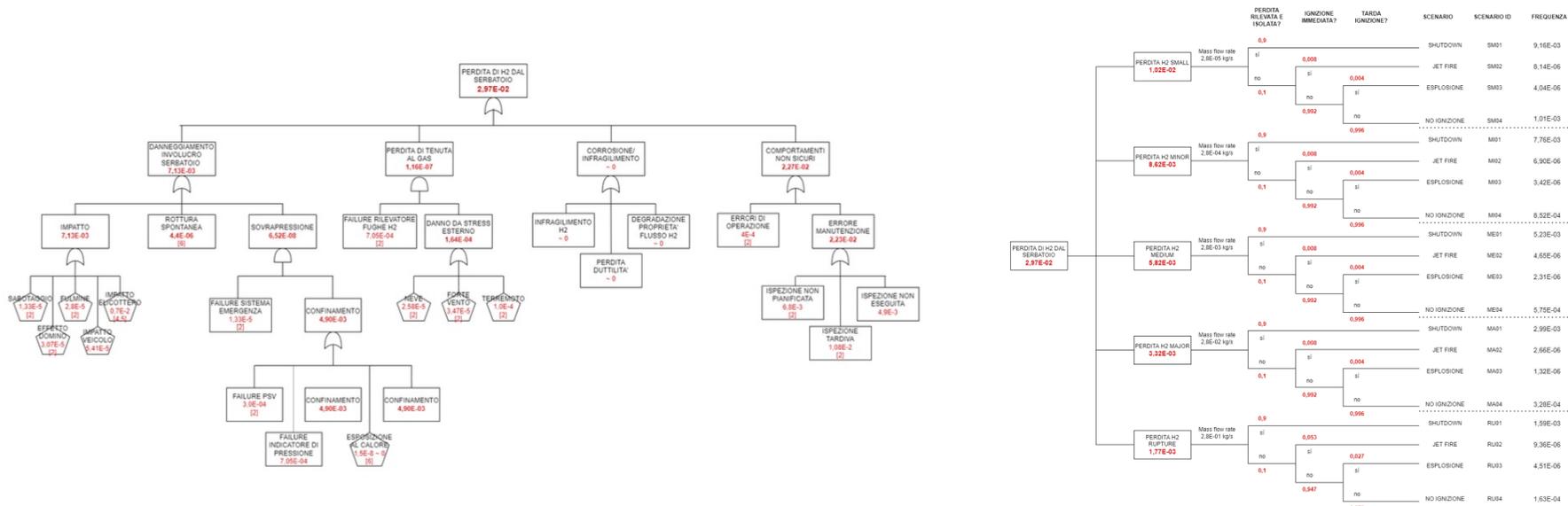


# PROGETTO TULIPS AEROPORTO DI TORINO CASELLE DISTACCAMENTO AEROPORTUALE VVF

## VALUTAZIONI A SUPPORTO ANALISI DEL RISCHIO DI TIPO QUANTITATIVO (bow-tie)

In tutti i casi, gli scenari di jet fire ed esplosione presentano delle frequenze di accadimento dell'ordine di E-06 eventi all'anno.

Pertanto, considerando la limitata durata di attività dell'impianto (2 anni) e le frequenze di accadimento ottenute per gli scenari di jet fire ed esplosione (eventi dell'ordine di uno ogni milione di anni), unitamente alle prescrizioni della NFPA 2, che non prevedono l'analisi prestazionale per un sistema avente le caratteristiche di quello analizzato in questa relazione, si ritiene di non procedere con studio prestazionale dei suddetti fenomeni.

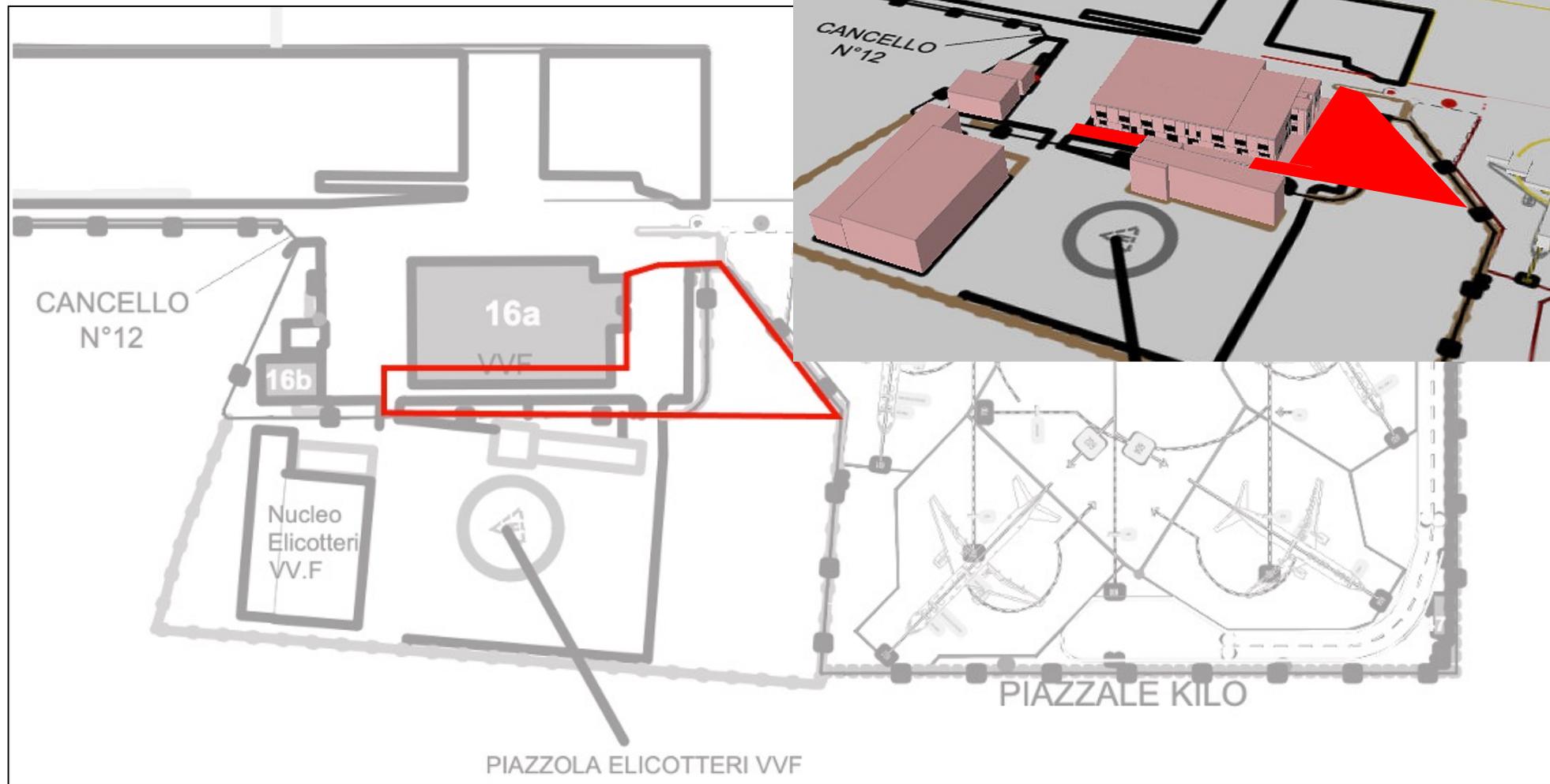


**PROGETTO TULIPS  
AEROPORTO DI TORINO CASELLE  
DISTACCAMENTO AEROPORTUALE VVF**

VALUTAZIONI ATEX

## Esempio applicazione normativa NFPA 2

*Deposito di Idrogeno presso aeroporto di Caselle a Torino - TULIPS*



# Esempio applicazione normativa NFPA 2

Deposito di Idrogeno presso aeroporto di Caselle a Torino (750 l e 15 bar)

## BULK OUTDOOR -15 bar

### Distanze minime e diametro piping massimo (50.8 mm)

- Gruppo di esposizione 1: 4.8 m
- Gruppo di esposizione 2: 4.8 m
- Gruppo di esposizione 3: 3.9 m

In caso di presenza di barriere tagliafuoco, le distanze possono essere dimezzate per i gruppi di esposizione 1 e 2, e non applicate per le esposizioni del gruppo 3.



## GRUPPI DI ESPOSIZIONE

### Gruppo 1

Confini di proprietà. Prese d'aria (HVAC, compressori, etc.), aperture (apribili) in edifici e strutture, fonti di ignizione come saldature e fiamme libere

### Gruppo 2

Persone esposte (oltre agli addetti), veicoli parcheggiati

### Gruppo 3

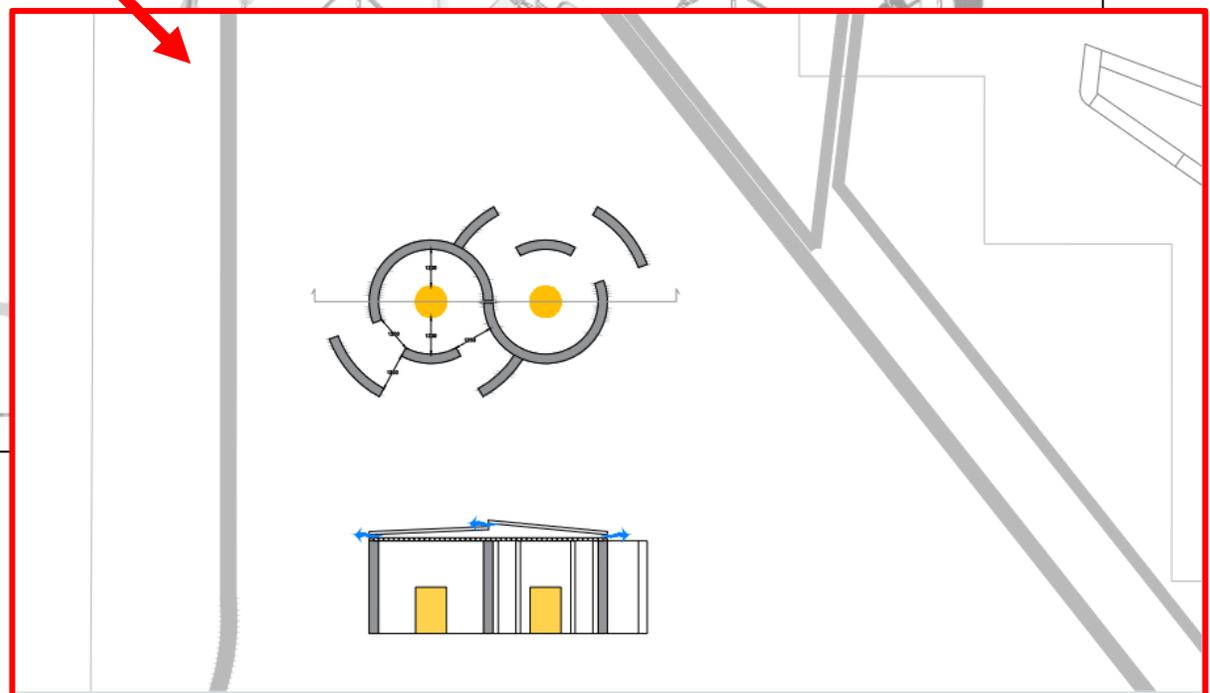
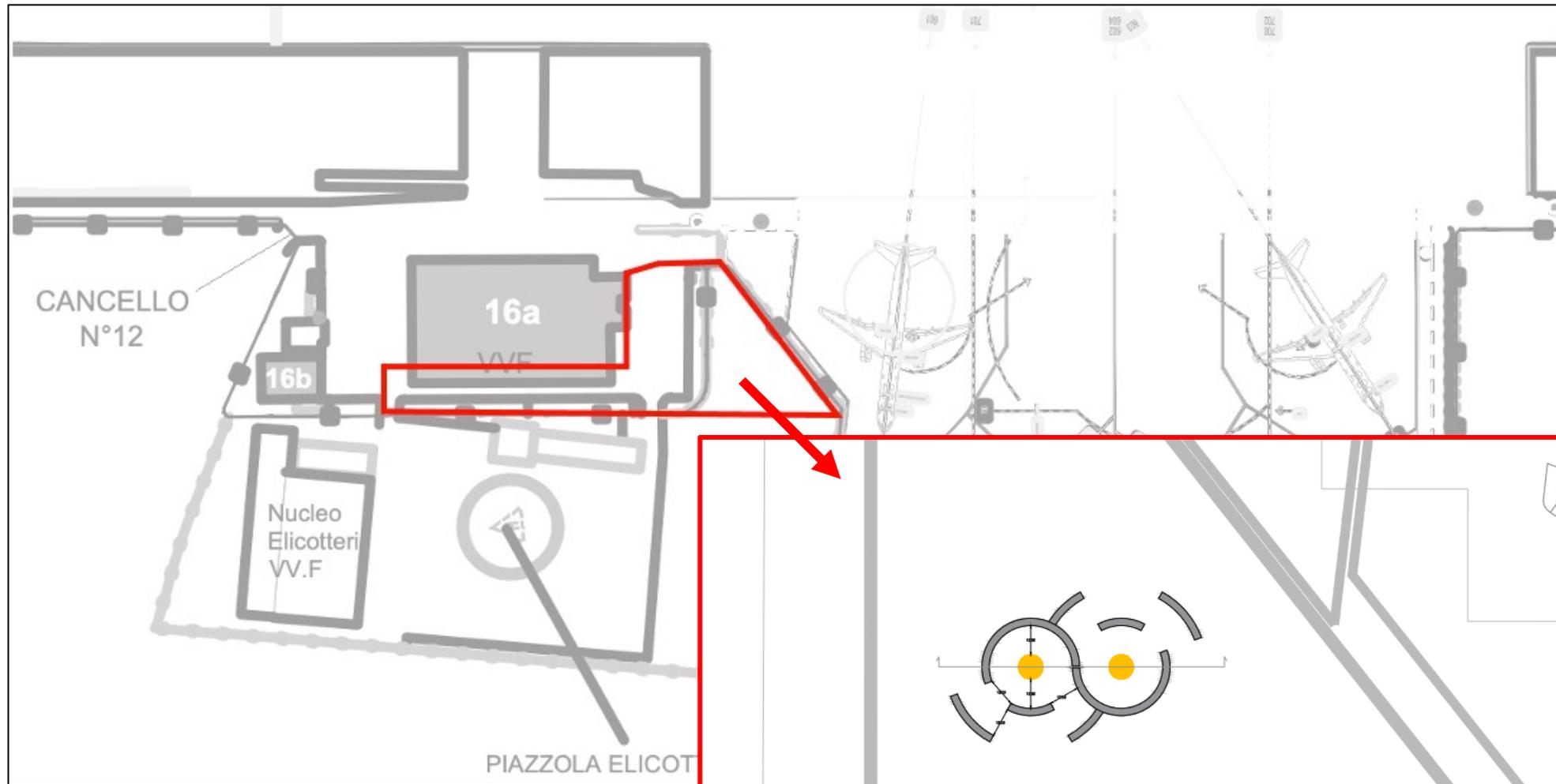
**Edifici** , **Depositi** o impianti di gas infiammabili (diversi dall'idrogeno) fuori terra o interrati, sistemi di stoccaggio di materiali pericolosi, compresi i depositi di ossigeno liquido e altri **ossidanti**, Legname pesante, carbone o altri solidi combustibili a **lenta combustione**, **Aperture** non apribili in edifici e strutture, Ingresso a fognature sotterranee, **Servizi di pubblica utilità** come le linee di distribuzione di energia elettrica, Tubazioni contenenti altri materiali pericolosi, Stazioni di misurazione e regolazione di gas infiammabili

# Comparazione Normative

Deposito di Idrogeno presso aeroporto di Caselle a Torino (750 l e 15 bar)

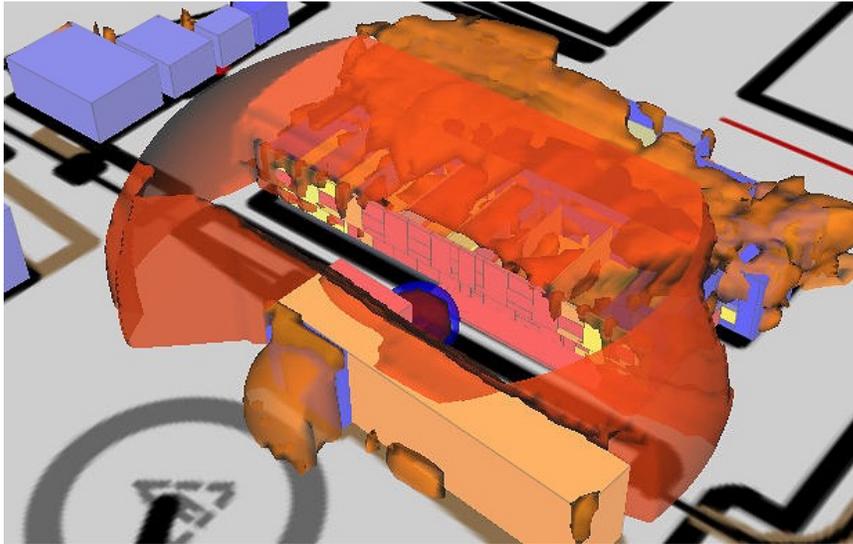
Distanza/Elemento	Distanze in metri. TULIPS				NFPA 2 GH2 system [m]
	DM 23/10/2018		DM 03/02/2016		
	Bombole	Elettrolizzatore	Bombole	Elettrolizzatore	
<b>(1) Distanza di protezione (recinzione di confine)</b>	15				3.048
<b>(2) Distanze di sicurezza esterne</b>	30		15*		
<b>(3) Distanze di sicurezza interne</b>	15	=	=	15	
<b>Distanze di sicurezza da Fuel cell CENTRALE TERMICA #</b>	15		7+50%=10,5		
<b>Distanze di sicurezza serbatoi carburanti (att. Soggetta in C)</b>	15		7+50%=10,5		3.048
<b>Distanze di sicurezza da pista</b>	60** ≤ dist. ENAC		60** ≤ dist. ENAC		
<b>Distanze di sicurezza altri Fabbricati interni (box)</b>	15		7		7.6
<b>Distanze di sicurezza da Caserme Nucleo Eli</b>	60		10+50%=15		
<b>Prese d'aria</b>					6

# Edificio servito - distacc. VVF  
 \* cautelativo distanza non prevista dato che box con grado sicurezza 1  
 \*\* cautelativo da verificare con ENAC



## Studio esplorativo sull'applicazione approccio prestazionale: TNT equivalente

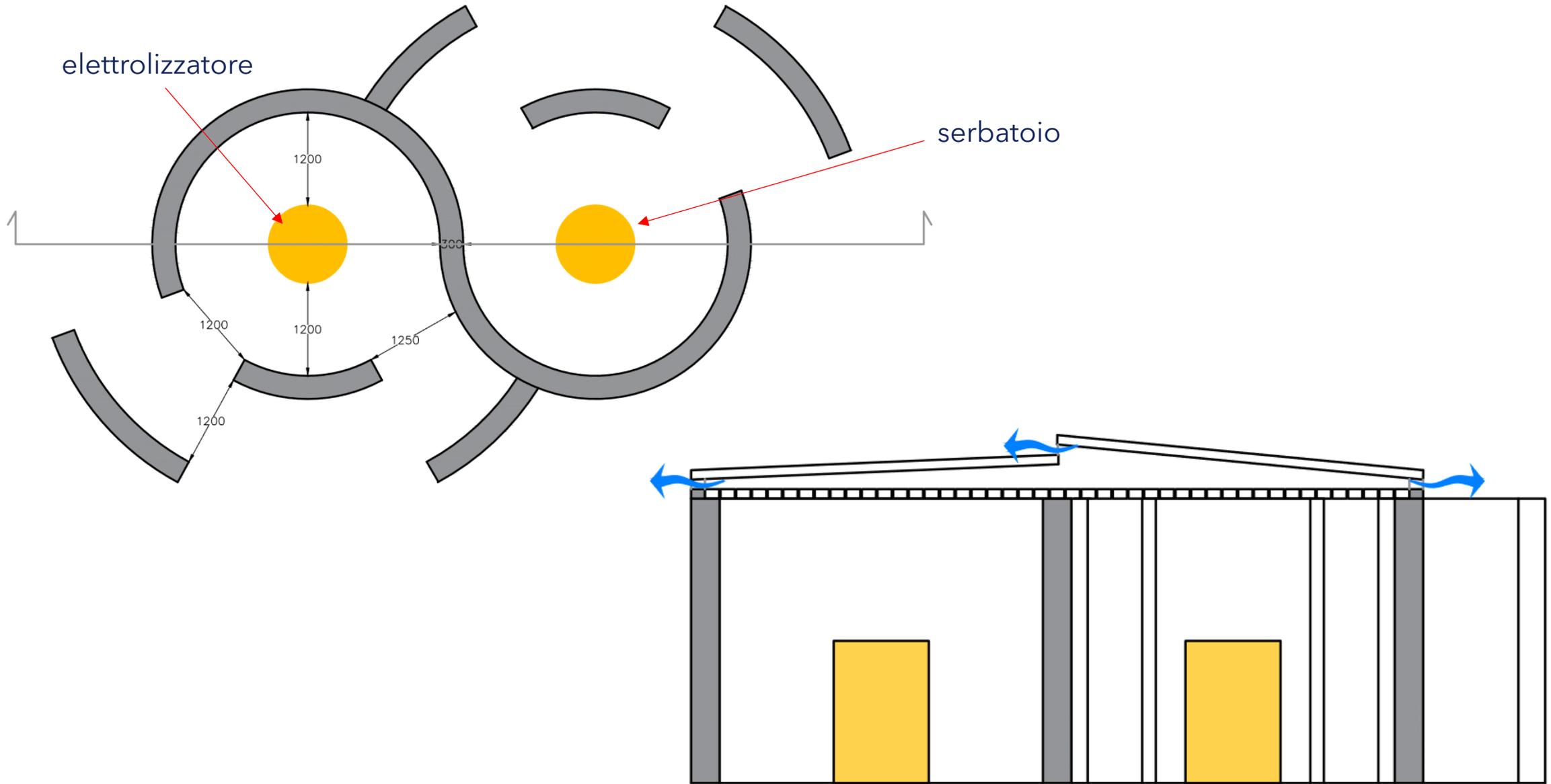
- Oggetto: esplosione da fuga di Idrogeno
- Software di modellazione: BREEZE ExDAM
- Obiettivo: determinazione posizione del deposito e caratterizzazione strutturale del fabbricato ospitante



**IPOTESI CON PRESSIONE DI STOCCAGGIO MAGGIORE:** Il serbatoio che deve stoccare l'idrogeno ha una capacità di 750 litri e una pressione di stoccaggio di 350 bar cui corrisponde un quantitativo totale di circa 6kg di idrogeno.

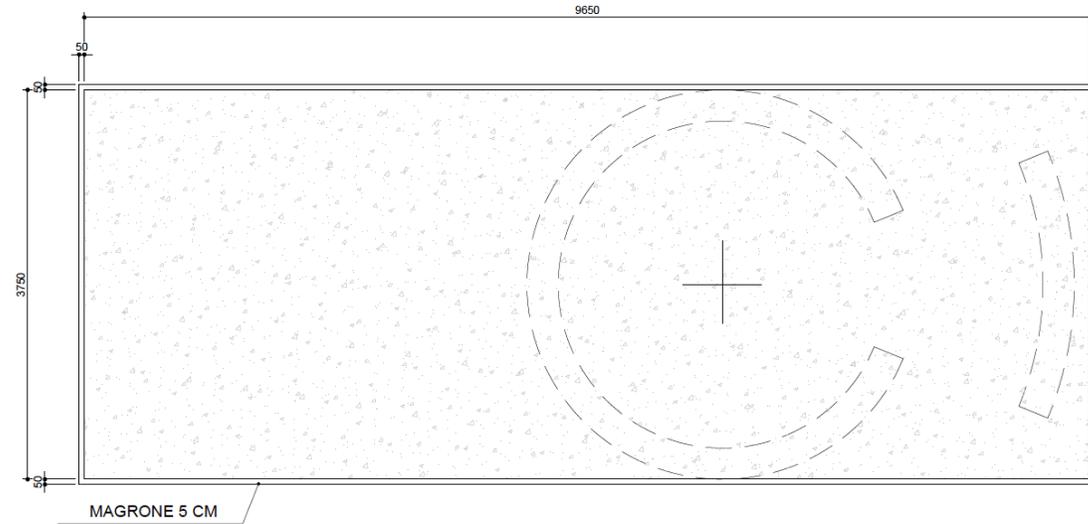
### CONCLUSIONI

- La migliore collocazione nello spazio per il serbatoio, è la 2. Le simulazioni hanno mostrato che la disposizione dei muri di contenimento (spessore 90 cm) adottata minimizza i danni sui fabbricati adiacenti.
- CRITICITA': Simulando l'esplosione dell'intero quantitativo di idrogeno stoccato si ottengono dei risultati che limitano eccessivamente la progettazione



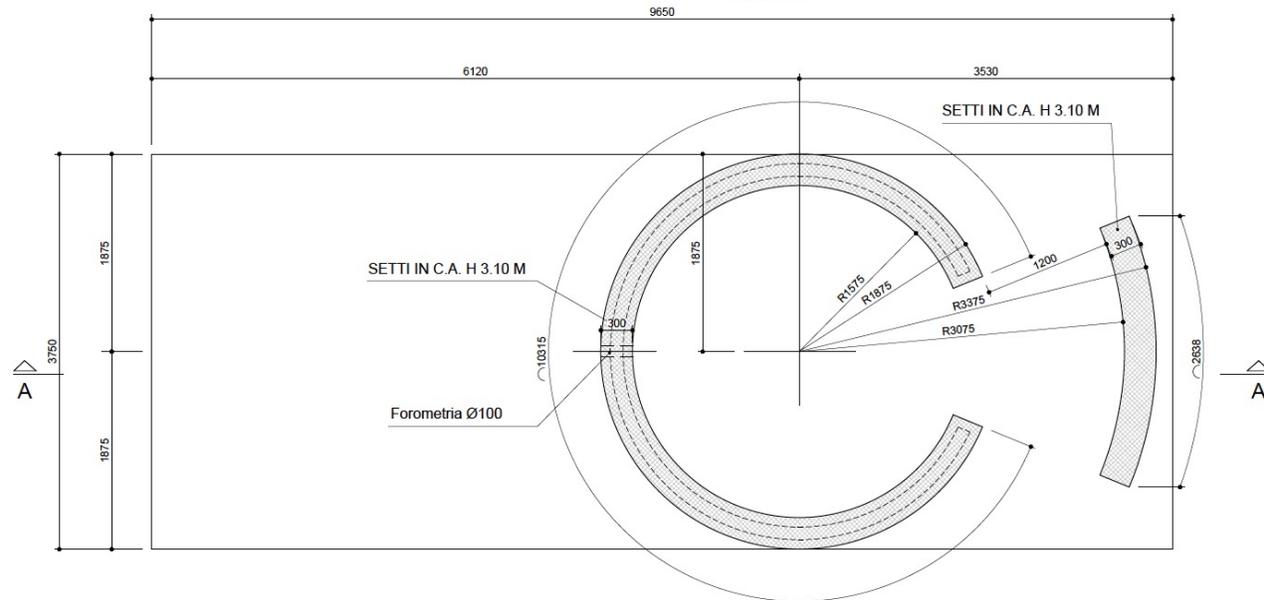
**BASAMENTO PLATEA FONDAZIONE**

SCALA 1:25

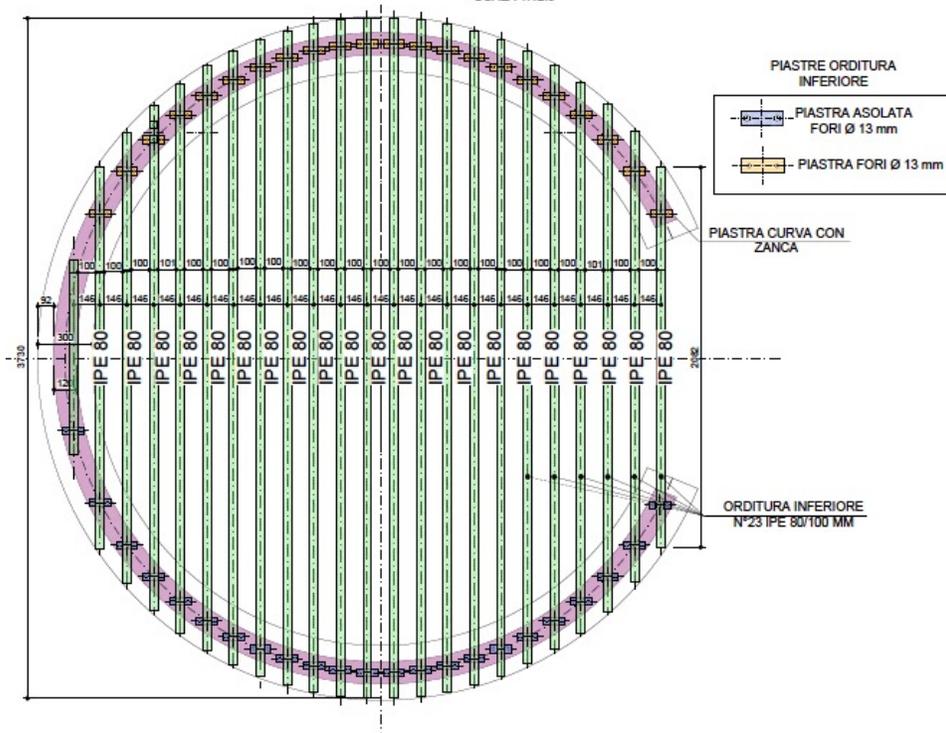


**PIANTA SETTI BASAMENTO**

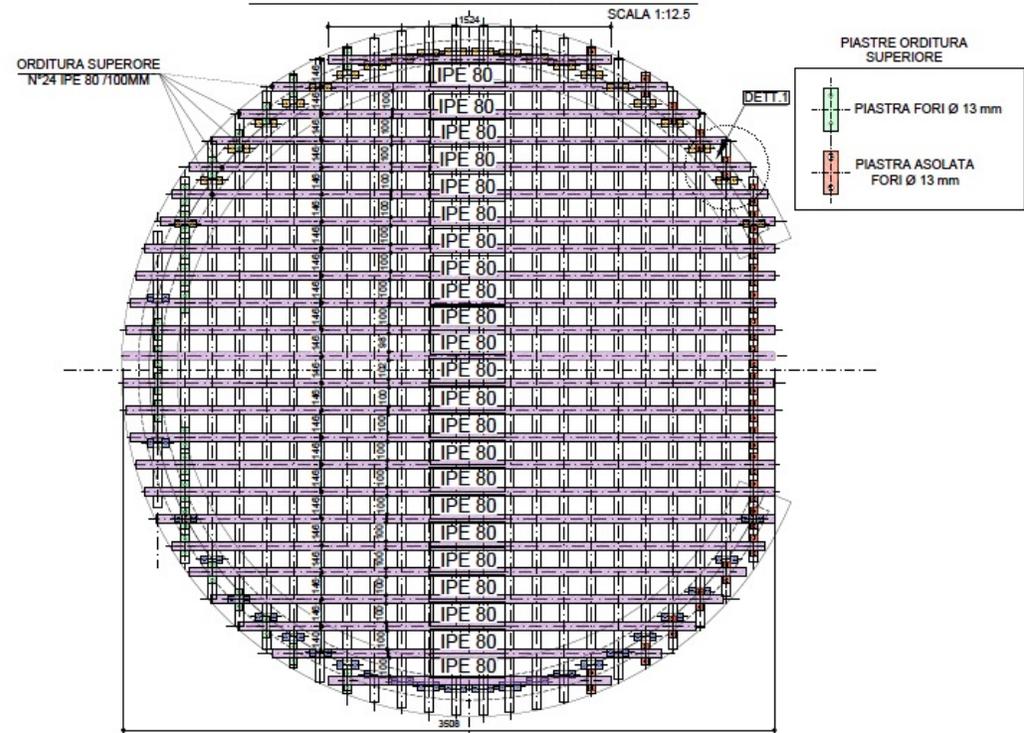
SCALA 1:25

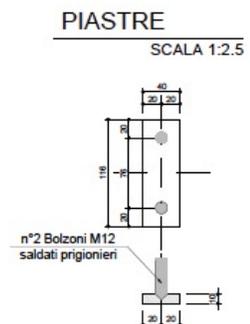
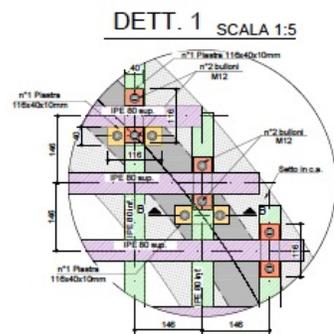
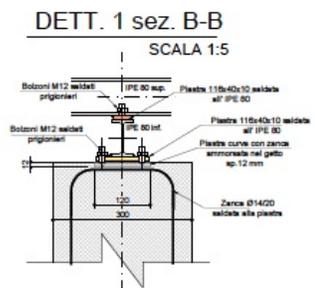
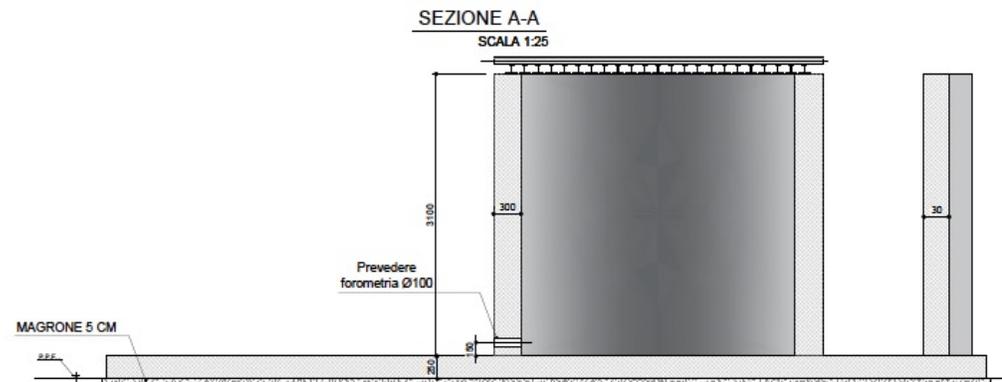


GRIGLIA ANTISCHEGGE PRIMA ORDITURA (inferiore)  
SCALA 1:12,5



GRIGLIA ANTISCHEGGE SECONDA ORDITURA  
SCALA 1:12,5





**GRAZIE  
PER  
L'ATTENZIONE**

Nelson Righetti  
[n.righetti@gae-engineering.com](mailto:n.righetti@gae-engineering.com)

