

# L'idrogeno come vettore energetico, analisi degli aspetti di gestione e di sicurezza per un uso sicuro ed affidabile attraverso la figura del tecnico della prevenzione

*Alberto Ducco\*, Gabriele Baldissoni\*\*, Morena Vitale\*\**

\* Università degli studi di Torino

\*\* Politecnico di Torino

## . Riassunto

L'idrogeno è considerato come potenziale forza motrice della transizione energetica sostenibile, questo soprattutto grazie alla sua capacità di immagazzinare e trasportare energia senza emissioni di CO<sub>2</sub>. Tuttavia, il suo utilizzo è ancora poco diffuso a causa delle sfide legate alla sicurezza e alla sua gestione, in quanto per essere garantite queste due condizioni richiedono competenze specifiche e conoscenza in materia. A tale scopo il seguente articolo sottolinea l'importanza del ruolo del tecnico della prevenzione nella gestione e nell'uso sicuro dell'idrogeno, andando ad evidenziare le criticità e le possibili accortezze da intraprendere per garantire un utilizzo affidabile.

Lo studio alla base di questo lavoro è partito dall'analisi dei principali aspetti normativi all'interno dei quali ricade un impianto che

sfrutta l'idrogeno per produrre energia. A seguito dell'analisi della normativa, si è intrapresa una ricerca sul campo attraverso l'attività di tirocinio presso un'azienda che opera nel settore del automotive che dispone di un reparto di ricerca sviluppo impegnato, giust'appunto, nella messa a punto di un motore che utilizza l'idrogeno come vettore energetico. In tale ambiente si è potuto analizzare i principali rischi connessi sia all'utilizzo della nuova tecnologia, sia la sua interferenza col resto dell'impianto produttivo, sottolineando così le misure di prevenzione adottate, con un focus sul ruolo del tecnico della prevenzione nella loro valutazione e applicazione.

L'analisi ha evidenziato come una gestione efficace dell'idrogeno e delle risorse disponibili, dipenda da protocolli di sicurezza rigorosi, gli stessi comprendono la formazione specifica realizzata per gli operatori e

dall'implementazione di tecnologie avanzate di monitoraggio, segnalazione e intervento. Queste caratteristiche vengono così analizzate fin dalle prime fasi della progettazione per garantirne un'efficace applicazione per il caso specifico.

I risultati confermano come la sicurezza sia un elemento chiave per lo sviluppo e la diffusione di questa tecnologia. L'integrazione di normative aggiornate, la realizzazione di pratiche operative specifiche e formazione specifica possono ridurre sensibilmente i rischi semplificandone di conseguenza la gestione. Il tecnico della prevenzione si conferma, quindi, come una figura strategica per garantire la sostenibilità e la sicurezza di una tecnologia innovativa come quella che sfrutta l'idrogeno come nuovo vettore energetico.

## **.Summary**

Hydrogen is considered a potential driving force in the transition to sustainable energy, primarily due to its ability to store and transport energy without CO<sub>2</sub> emissions. However, its use remains limited due to challenges related to safety and management, as ensuring these two conditions requires specific expertise and knowledge in the field. This article highlights the crucial role of the prevention technician in the safe management and use of hydrogen, emphasizing the critical issues and precautions necessary to ensure its reliable application.

The study forming the basis of this thesis began with an analysis of the main regulatory aspects governing facilities that utilize hydrogen for energy production. Following this regulatory analysis, field research was conducted through an internship at an

automotive company with a research and development department specifically engaged in refining an engine that uses hydrogen as an energy carrier. In this setting, it was possible to analyze the main risks associated with both the use of this new technology and its interaction with the rest of the production facility. This allowed for an in-depth examination of the prevention measures adopted, with a particular focus on the prevention technician's role in their assessment and implementation.

The analysis revealed that effective hydrogen management and resource utilization depend on strict safety protocols, which include specific training for operators and the implementation of advanced monitoring, signaling, and intervention technologies. These measures are considered from the early stages of design to ensure their effective application in specific contexts.

The results confirm that safety is a key factor in the development and widespread adoption of this technology. The integration of updated regulations, the implementation of specific operational practices, and specialized training can significantly reduce risks, thereby simplifying management. The prevention technician thus emerges as a strategic figure in ensuring the sustainability and safety of an innovative technology like hydrogen as a new energy carrier.

## TAKE AT HOME MESSAGE

- \\ **Vettore energetico:** l'idrogeno viene utilizzato a livello industriale da diversi decenni; tuttavia, negli ultimi anni la ricerca si sta concentrando su un suo nuovo campo di applicazione, in particolare intende sfruttare le sue proprietà chimico-fisiche per poter convertire il suo utilizzo nel campo energetico impiegandolo come vettore energetico.
- \\ **Prevenzione e sicurezza:** l'impiego di nuove tecnologie e il loro sviluppo non può prescindere da una valutazione del loro impatto in termini di sicurezza e prevenzione, sia per la salute dei lavoratori, sia per preservare al meglio l'impianto stesso.
- \\ **Strumenti:** gli strumenti disponibili oggi ci permettono di studiare e osservare il comportamento di impianti, elementi e tecnologie fin dalle prime fasi di progettazione. La pianificazione e un utilizzo sistematico di idonei strumenti permettono una maggiore flessibilità e sicurezza nella realizzazione di nuovi impianti, elementi cardine per uno sviluppo concreto delle nuove tecnologie.

## .Introduzione e obiettivo dello studio

Come figura del tecnico della prevenzione è fondamentale rimanere aggiornati ed interessarsi a quelle che sono le nuove tecnologie o nuove prospettive del mondo industriale, in modo tale da poter agire in modo proattivo e saper gestire eventuali situazioni critiche, al fine di risultare competente e preparato in ogni occasione. Da sempre si ritiene necessario che nel mondo del lavoro attuale, la figura del tecnico della prevenzione debba essere una sorta di enciclopedia in grado di fornire risposte e soluzioni anche nei casi più disparati, deve conoscere macchinari, processi di lavoro, materie prime in ingresso e il loro stato chimico-fisico, tutto al fine di salvaguardare

la salute di coloro che in queste situazioni vi lavorano. A tal proposito il presente articolo si pone come obiettivo quello di far conoscere una nuova tecnologia nonché una nuova applicazione che prevede l'utilizzo dell'idrogeno come combustibile. Si andrà dunque a trattare l'utilizzo di tale elemento chimico all'interno dell'industria dei trasporti soprattutto per quanto riguarda l'impiego all'interno di una realtà industriale ed in particolare come esso viene gestito e stoccato per poter essere utilizzato in sicurezza. Premessa fondamentale riguarda il fatto che l'idrogeno è già utilizzato quotidianamente da decenni nel mondo industriale<sup>1</sup>, il quale spazia dall'industria pesante al normale utilizzo all'interno di un laboratorio didattico come quello di cui l'università dispone. L'idrogeno in natura si trova allo stato gas, per le sue

proprietà chimico-fisiche è molto più leggero dell'ossigeno e delle principali sostanze che compongono l'atmosfera respirabile, risultando ben quattordici volte più leggero dell'aria stessa, permettendo allo stesso tempo di avere un'elevata diffusività nell'atmosfera<sup>2</sup>. Rimane comunque un gas infiammabile capace di causare un principio di esplosione e/o incendio, il range di infiammabilità per l'idrogeno varia da una concentrazione del 4% fino al 75% V/V<sup>3</sup>, di conseguenza per gestire al meglio tale intervallo è possibile individuare, ed è necessario, un valore limite di sicurezza a circa il 2% di concentrazione. Nonostante le difficili condizioni operative che si presentano quando si deve manipolare e gestire l'idrogeno, in letteratura si stanno estendendo gli studi sull'uso di questo elemento come vettore energetico, come evidenziato da Calandra et al.<sup>4</sup>

L'idrogeno può essere prodotto in modo "green" attraverso la radiazione ultravioletta<sup>5</sup>, e dunque l'energia solare<sup>6</sup>, così come la produzione elettrica<sup>7</sup> si presta molto allo sfruttamento delle risorse rinnovabili. Va sottolineato, però, che nel nostro presente il tema è di difficile applicazione e si sta facendo molto per agevolare e rendere efficace la transizione energetica, anche se siamo ancora molto distanti. Tenendo conto di quanto detto sino a qui, l'avvento dell'idrogeno come combustibile, può garantire una valida alternativa all'alimentazione elettrica nel breve termine, e giocare un ruolo fondamentale nel mercato del futuro. È ormai noto ai più che tale elemento è destinato ad essere parte integrante del futuro, numerose aziende hanno avviato progetti in merito, nazionali ed europei, sottolineando così un concreto interesse verso il progresso e lo sviluppo di nuove tecnologie. Ad oggi

su suolo nazionale si contano solamente due stazioni di rifornimento per veicoli ad idrogeno, la prima collocata a Bolzano, la seconda a Venezia Mestre. In quest'ultima è stato siglato il progetto "PORTS8"<sup>8</sup> il quale sottoscrive la volontà di realizzare un centro di produzione di idrogeno ed una stazione di rifornimento portuale ad idrogeno, un'ulteriore conferma che sottolinea come numerosi settori produttivi si stiano muovendo verso lo sviluppo, passando dalla gestione e alla manipolazione di idrogeno al fine di garantire una transizione ecologica efficace abbattendo così le emissioni di sostanze che favoriscono l'effetto serra e l'inquinamento urbano. Come per ogni nuova tecnologia bisogna comunque tenere presente anche gli aspetti negativi che la contraddistinguono. Innanzitutto, come già accennato, l'idrogeno presenta un ampio range di infiammabilità, a rendere ancora più complessa la sua gestione sono le sue caratteristiche, in quanto l'idrogeno è inodore, incolore e quindi tutte condizioni che rendono delicata la fase di individuazione per scongiurare un'eventuale situazione di pericolo a seguito di un'ingente perdita di gas. Un'altra caratteristica riguarda la sua capacità di far "invecchiare" in modo più rapido i consueti materiali che vengono utilizzati per il suo stoccaggio così come le tubazioni che lo trasportano; questo particolare fenomeno viene definito infragilimento.

Il fenomeno è connesso alla grandezza delle molecole di idrogeno, le quali sono le più piccole presenti in natura, e di conseguenza sono in grado di insinuarsi all'interno di microcricche provocando una loro espansione<sup>9</sup>. Come già detto precedentemente, la figura del tecnico della prevenzione, deve poter aggiornarsi con spiccata continuità in modo tale da garantire così affidabilità e sostegno

a tutte quelle aziende che nella fattispecie risultano essere virtuose nel campo della ricerca e sviluppo, basandosi su questo principale nozione l'elaborato mira in special modo ad individuare le condizioni di rischio connesse alle tecnologie che utilizzano l'idrogeno, liquido o gas, come combustibile andando a definire condizioni operative sicure al fine di salvaguardare la salute di coloro che manipolano in primis l'elemento chimico, garantendo in modo implicito la sicurezza degli avventori del servizio e della tecnologia nel futuro.

## .Materiali e metodi

L'analisi degli aspetti di gestione e sicurezza dell'idrogeno come vettore energetico è stata condotta attraverso un'esperienza sul campo, presso un'azienda che opera nel settore dell'automotive che dispone di un serbatoio contenente idrogeno. Nell'azienda l'idrogeno è stoccato in un serbatoio che opera ad una pressione di 450 bar e a una temperatura di -40°C, l'attrezzatura in pressione è in grado di immagazzinare fino a 35 kg di idrogeno per un volume di 1m<sup>3</sup>.

Questa esperienza ha permesso di osservare da vicino le strategie di gestione di un deposito di idrogeno e le misure di sicurezza implementate per garantire un utilizzo sicuro e affidabile in ogni fase di manipolazione ed utilizzo.

L'idrogeno viene trasferito ai motori in fase di studio e sviluppo mediante una tubazione flessibile con diametro di 10mm.

Durante il processo di rifornimento, l'idrogeno viene pompato ad una pressione variabile tra i 450 e i 500 bar e mantenuto alla temperatura costante di -40°C. La gestione e l'accesso a tale operazione è riservata esclusivamente a personale altamente qualificato, il quale ha ricevuto una formazione specifica durante la quale vengono spiegate in modo dettagliato le procedure operative e le misure di sicurezza che devono essere adottate.

La formazione specifica in funzione di questo preciso processo è fondamentale per sensibilizzare e informare i lavoratori sui rischi presenti quando ci si trova a gestire un elemento chimico come l'idrogeno. È perciò utile alla trattazione definire quali siano i principali fenomeni pericolosi associati alla gestione dell'idrogeno:

\\ **Jet-fire:** un getto di fuoco ad alta velocità, causato dall'ignizione di una miscela combustibile-comburente in condizioni di rilascio continuo<sup>10</sup>.

\\ **Esplosione:** un fenomeno che si verifica in presenza di una miscela di idrogeno e comburente all'interno del campo di esplosività<sup>11</sup>.

\\ **Flash-fire:** una nube di gas infiammabile, che, se non immediatamente innescata, si diffonde nell'atmosfera e può incendiarsi improvvisamente<sup>12</sup>.

\\ **Ustioni criogeniche:** danni ai tessuti epidermici dovuti al contatto con idrogeno liquido o gassoso a temperature estremamente basse.

Queste condizioni sono accomunate principalmente dallo stesso fenomeno. In particolare, le condizioni pocanzi citate possono verificarsi quando, a seguito di una perdita non rilevata, e risolta in breve tempo, si ha rilascio continuo di idrogeno dall'impianto.

Per una valutazione precisa, a partire dalla fase di progettazione i fenomeni precedentemente citati, è stato utilizzato un software di modellazione della dispersione. Questo particolare programma consente di simulare eventi accidentali e di analizzare la loro propagazione analizzando gli effetti associati alla dispersione del gas che porta ad incendi ed esplosioni.

L'analisi che è stata condotta per il caso in esame consta nell'analizzare una perdita incontrollata di idrogeno a partire da un foro di diametro 1mm nella tubazione che collega il serbatoio di stoccaggio al veicolo in rifornimento. Questa specifica dimensione è stata scelta per valutare le potenziali conseguenze dovute ad una perdita da un foro di dimensioni ridotte, con lo scopo di comprendere maggiormente il grado di pericolosità dell'elemento chimico.

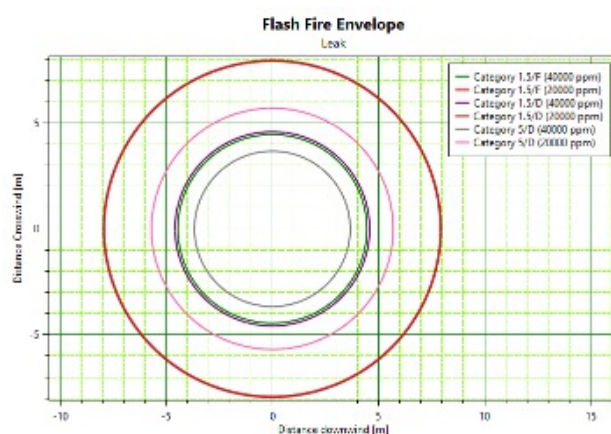
Le simulazioni fatte hanno permesso di analizzare la dispersione del gas, il rischio di innesco e l'estensione di eventuali flash-fire e jet-fire. Inoltre, è stato preso anche in considerazione il worst-case scenario, ovvero la rottura catastrofica dell'impianto, con l'obiettivo di definire le misure di mitigazione e le strategie emergenziali più efficaci. L'utilizzo di strumenti di simulazione avanzati e specifici, come il PHAST, è risultato fondamentale per la valutazione del rischio e per l'implementazione di soluzioni preventive. I dati ottenuti hanno fornito indicazioni utili per ottimizzare le strategie di sicurezza aziendali, garantendo così maggiore flessibilità nella gestione concentrandosi sull'affidabilità dell'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico in questo specifico settore.

## Risultati

L'utilizzo di software informatici, in questa particolare applicazione permette di determinare i rischi derivanti dai processi, ma soprattutto permette di studiare in modo più approfondito sistemi di sicurezza e mitigazione idonee all'impianto di cui si dispone. Il termine ultimo dell'applicazione, pertanto, è la prevenzione di incidenti e garantire strutture, sistemi di sicurezza e rivelazione idonei ai rischi presenti per salvaguardare la salute dei lavoratori presenti.

In particolare, nel grafico riportato in Fig. 1 estrapolato dal software PHAST si può apprezzare la rappresentazione di una perdita di idrogeno da un foro di circa 1mm in diametro con potenziale formazione del fenomeno del flash-fire. Il grafico aiuta a determinare le distanze di sicurezza attorno ad un'eventuale fuga di idrogeno, questo tipo di analisi e studio permette di valutare le migliori misure di mitigazione, tra cui: barriere di contenimento, percorsi di evacuazione e/o sistemi di rilevamento per intervenire in modo rapido sui sistemi di intercettazione dell'impianto.

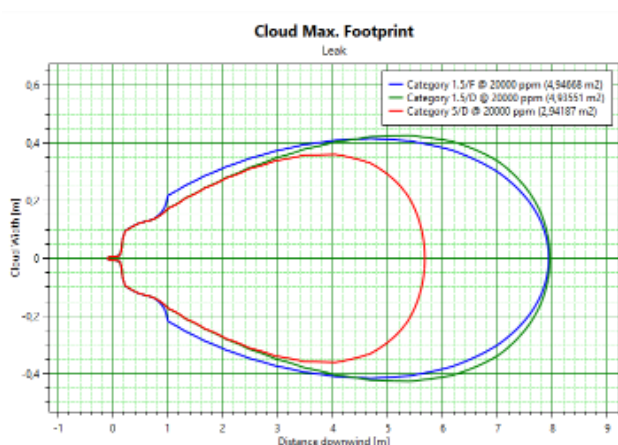
**Figura 1. Simulazione di perdita accidentale di idrogeno da un foro di 1mm e formazione del fenomeno del flash-fire**





In questo secondo esempio (Fig. 2) di simulazione si può apprezzare l'impronta massima di una nube di idrogeno formata a partire da una perdita da un foro di 1 mm nell'impianto in analisi.

**Figura 2. : Simulazione di perdita accidentale di idrogeno da un foro di 1mm e formazione della nube di gas**



Dal grafico raffigurato in Fig. 2 si sottolinea l'importanza di un opportuno sistema di rilevazione e ventilazione nei potenziali punti di accumulo al fine di garantire una dispersione rapida ed efficace limitando l'accumulo di un'atmosfera esplosiva costituita dal gas. Altrettanto importante è il monitoraggio continuo dell'impianto per verificare eventuali cambiamenti repentini di pressione, volume e temperatura che potrebbero indicare un malfunzionamento dell'impianto, o come in questo caso, una perdita di gas.

Ai fini della sicurezza lo studio preliminare e continuo attorno all'impianto ha notevole rilevanza, soprattutto quando si trattano elementi chimici pericolosi e facilmente infiammabili come l'idrogeno. Le simulazioni e gli studi preliminare permettono, dunque, di gestire l'idrogeno in modo sicuro ed efficace

analizzando a priori rischi, pericoli e possibili incidenti, ma anche lo studio dei migliori sistemi di sicurezza idonei alla realtà in analisi. Tra queste risultano sicuramente fondamentali: rilevatori di gas nei maggiori punti di accumulo, così come sistemi di evacuazione del gas; creare barriere per limitare la diffusione o ambienti con classe di resistenza ad incendio ed esplosioni elevate.

## • Discussione

Il ruolo del tecnico della prevenzione è sicuramente, ed è stato, messo a dura prova, sia in fase progettuale che di esercizio, in quanto potrebbe trovarsi a gestire condizioni operative e lavorative di difficile comprensione oltre che di notevole importanza. La comunicazione all'interno di un'azienda che si adopera per l'utilizzo dell'idrogeno a scopo energetico deve essere capillare, le risorse che devono essere impiegate sono notevoli, e non si parla solo di quelle economiche utili alla realizzazione di un impianto affidabile e sicuro. Sotto questo aspetto viene comunque in aiuto la normativa nazionale, in quanto molto stringente. Tale aspetto è decisamente comprensibile pensando alle conseguenze di un possibile errore in questo campo, di conseguenza è giustificato l'utilizzo di un sistema più rigido e severo per mantenere uno standard di sicurezza più elevato. Le principali disposizioni normative coinvolte sono:

- ▶ Direttiva PED, Direttiva 2014/68/UE<sup>13</sup>;
- ▶ Regolamento CE n. 1272/2008<sup>14</sup>;
- ▶ Decreto Legislativo 26 giugno 2015, n°105 [legge Seveso III]<sup>15</sup>.

## Conclusioni

Lo studio condotto ha evidenziato come gli aspetti di utilizzo l'idrogeno presentino determinati rischi e condizioni operative delicate, tuttavia, tenendo conto degli aspetti di sicurezza l'idrogeno rappresenta una valida alternativa per il futuro e nella transizione energetica. L'esperienza condotta sul campo ha permesso di comprendere le criticità legate alla manipolazione dell'idrogeno impiegato come vettore energetico, sottolineando l'importanza dei protocolli rigorosi da seguire e lo studio dei rischi presenti, fin dalle prime fasi di progettazione. A tale scopo è stato determinante per lo studio delle condizioni operative e dei possibili guasti l'impiego di un software di simulazione come PHAST, il quale ha permesso di valutare con precisione i potenziali rischi legati alla dispersione dell'idrogeno e ad eventuali incidenti accidentali associati alle condizioni operative. I risultati analizzati e condivisi nel presente articolo, dimostrano come la sicurezza sia un elemento imprescindibile per lo sviluppo e la diffusione delle nuove tecnologie connesse all'impiego di idrogeno. La formazione specifica, l'integrazione di normative aggiornate e l'impiego di dispositivi di sicurezza affidabili risultano fondamentali per minimizzare i rischi e migliorare la gestione degli impianti.

Elemento imprescindibile in termini di sicurezza e prevenzione, è sicuramente la figura del tecnico della prevenzione, il quale si conferma una risorsa strategica all'interno di una realtà industriale anche per quanto riguarda lo sviluppo di nuovi processi aziendali, o la riconversione di essi. La collaborazione tra le diverse figure professionali in azienda, e una loro efficiente comunicazione, rappresentano fattori determinanti per un utilizzo sicuro ed

efficace di questa nuova implementazione tecnologica.

Infine, sebbene l'idrogeno possa costituire una valida, e preziosa, alternativa ai combustibili fossili, la sua piena integrazione nel sistema energetico attuale richiede ulteriori sviluppi normativi, tecnologici e logistici. Il cammino verso un futuro sostenibile passa attraverso un approccio multidisciplinare e una continua attenzione agli aspetti di sicurezza e prevenzione, elementi imprescindibili nel mondo industriale che permettono di operare con maggior concretezza e affidabilità.



## Riferimenti bibliografici

1. Häussinger, P., Lohmüller, R. and Watson, A.M. (2011). Hydrogen, 6. Uses. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, (Ed.). [https://doi.org/10.1002/14356007.o13\\_o07](https://doi.org/10.1002/14356007.o13_o07)
2. Lauermann, G., Häussinger, P., Lohmüller, R. and Watson, A.M. (2013). Hydrogen, 1. Properties and Occurrence. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, (Ed.). [https://doi.org/10.1002/14356007.a13\\_297.pub3](https://doi.org/10.1002/14356007.a13_297.pub3)
3. Abbott, D. 2009 - Keeping the Energy Debate Clean: How Do We Supply the World's Energy Needs? - School of Electrical & Electronics Engineering the university of Adelaide, Adelaide;
4. Calandra D., Wang T., Cane M., Alfiero S., Management of hydrogen mobility challenges: A systematic literature review, Journal of Cleaner Production, Volume 410, 2023, 137305, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137305>
5. Reilly K., Fang B., Taghipour F., Wilkinson D. P., Enhanced photocatalytic hydrogen production in a UV-irradiated fluidized bed reactor, Journal of Catalysis, Volume 353, 2017, Pages 63-73, ISSN 0021-9517, <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2017.07.003>
6. T1 - Semiconductor-based Photocatalytic Hydrogen Generation, Chen Xiaobo, Shen Shaohua, Guo Liejin, Mao S. et al. 2010/11/10; T2 - Chemical Reviews; PB - American Chemical Society; <https://doi.org/10.1021/cr1001645>
7. A. Ursua, L. M. Gandia and P. Sanchis, "Hydrogen Production from Water Electrolysis: Current Status and Future Trends," in Proceedings of the IEEE, vol. 100, no. 2, pp. 410-426, Feb. 2012, doi: 10.1109/JPROC.2011.2156750
8. PORTS8, 2021- Un hub per l'idrogeno verde a Venezia: la collaborazione tra Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale, Sapio e Hydrogen Park - Port. venice.it, [https://www.port.venice.it/in-evidenza/un-hub-per-idrogeno-verde-venezia-la-collaborazione-tra-autorit-di-sistema-portuale-del-mare-ad.html?doing\\_wp\\_cron=1715678387.8754661083221435546875](https://www.port.venice.it/in-evidenza/un-hub-per-idrogeno-verde-venezia-la-collaborazione-tra-autorit-di-sistema-portuale-del-mare-ad.html?doing_wp_cron=1715678387.8754661083221435546875)
9. Woodtli J., Kieselbach R., Damage due to hydrogen embrittlement and stress corrosion cracking, Engineering Failure Analysis, Volume 7, Issue 6, 2000, Pages 427-450, ISSN 1350-6307, [https://doi.org/10.1016/S1350-6307\(99\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S1350-6307(99)00033-3)
10. Brennan S.L., Makarov D.V., Molkov V., LES of high pressure hydrogen jet fire, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 22, Issue 3, 2009, Pages 353-359, ISSN 0950-4230, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2008.12.007>
11. Hoi Dick Ng, John H.S. Lee, Comments on explosion problems for hydrogen safety, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 21, Issue 2, 2008, Pages 136-146, ISSN 0950-4230, <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2007.06.001>
12. Shelke A.V., Wen J.X., The burning characteristics and flame evolution of hydrocarbon and hydrogen flash fires, Proceedings of the Combustion Institute, Volume 38, Issue 3, 2021, Pages 4699-4708, ISSN 1540-7489, <https://doi.org/10.1016/j.proci.2020.05.013>

13. Parlamento europeo, 15 maggio 2014 – Concernente l’armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relativi alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32014L0068>
14. Parlamento europeo, 16 dicembre 2008 – Relativo alla classificazione, all’etichettatura e all’imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006 - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1272>
15. [15] MASE 2015 - La “Direttiva Seveso III”, Decreto Legislativo 26 giugno 2015, n° 105 - Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, <https://www.mase.gov.it/pagina/la-direttiva-seveso-iii-decreto-legislativo-26-giugno-2015-ndeg105>