



FEDERCHIMICA
ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali

Stazioni di rifornimento idrogeno

Alessio Cogliati – Linde Gas Italia

XVII Riunione Nazionale di Sicurezza – Stresa, 15 e 16 novembre 2023

Proprietà dell'idrogeno

- Aspetto: gas incolore, inodore, insapore
- Altamente infiammabile (4-75% in aria)
- Non irritante, non tossico, asfissiante
- Non-corrosivo
- Gas 14 volte più leggero dell'aria
- Liquido a -253°C

Potenziali pericoli

- Combustione
- Pressione
- Basse temperature (liquido criogenico)
- Infragilimento da idrogeno

Sicurezza

Come per gli altri gas infiammabili, la Sicurezza si basa sulle seguenti principali considerazioni:

- Eliminare il rischio e/o definire adeguate misure di mitigazione
- Verificare l'integrità degli impianti e dei sistemi di protezione
- Garantire adeguata ventilazione e/o prevenire accumulo
- Gestire correttamente gli scarichi
- Rivelare e isolare eventuali perdite
- Addestrare il personale (gestione, verifica e manutenzione, gestione emergenze)

Stoccaggio di idrogeno compresso

CONSIDERAZIONI GENERALI

- Stoccaggio all'aperto o in locali adeguatamente aerati / ventilati, liberi da rischi di incendio e lontani da sorgenti di calore e di ignizione
- Non stoccare in prossimità di altre sostanze infiammabili o ossidanti
- Messa a terra delle apparecchiature
- Apparecchiature idonee all'utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive
- I contenitori non devono essere stoccati in condizioni che possano favorire la corrosione

Stoccaggio di idrogeno compresso

CONSIDERAZIONI GENERALI

- Valvole di intercettazione automatizzate
- Installazioni con serraggio a tenuta permanente (ad es. tubi saldati)
- Rispetto distanze di sicurezza
- Controlli periodici dei contenitori e degli impianti per valutare le condizioni generali e verificare l'assenza di perdite
- Utilizzo di indumenti antistatici, utensili anti scintilla e rivelatori di gas/atmosfere esplosive

Riferimenti normativi

- D.M. 23 ottobre 2018
- D.P.R. 151/2011
- DM 30 novembre 1983
- D.M. 9 maggio 2007
- ISO 19880
- ISO 16110-1
- ISO 22734-1
- EN 1012-3
- ISO 19884
- ISO 11114-4
- PED
- ATEX
- Direttiva macchine

Stazione di rifornimento idrogeno

- Elementi principali



Impianto di produzione e riempimento carri



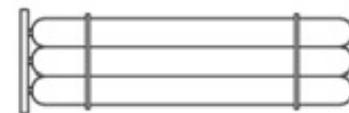
Carri bombolai



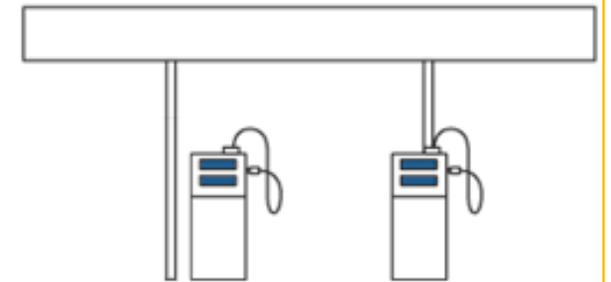
Elettrolizzatore



Compressore



Stoccaggio



Erogatori

Stazione di rifornimento idrogeno

- Esempio di stazione con integrazione di rifornimento idrogeno all'interno di una stazione di servizio esistente con carburanti tradizionali



Stazione di rifornimento idrogeno

- Baia per carro bombolaio
- Unità di compressione e controllo
- accumulo di media pressione
- accumulo alta pressione a servizio del compressore
- Erogatore 350barg
- Erogatore 700barg



Stazione di rifornimento idrogeno

- Approccio ingegneristico di valutazione degli scenari di rischio
- Progettazione impianti e layout tali da escludere il concatenamento degli eventi incidentali
- Distanze di sicurezza
- Elementi di sicurezza
- Formazione al personale
- Piano e Servizio di manutenzione



Stazione di rifornimento idrogeno

Elementi di prevenzione:

- rilevazione gas

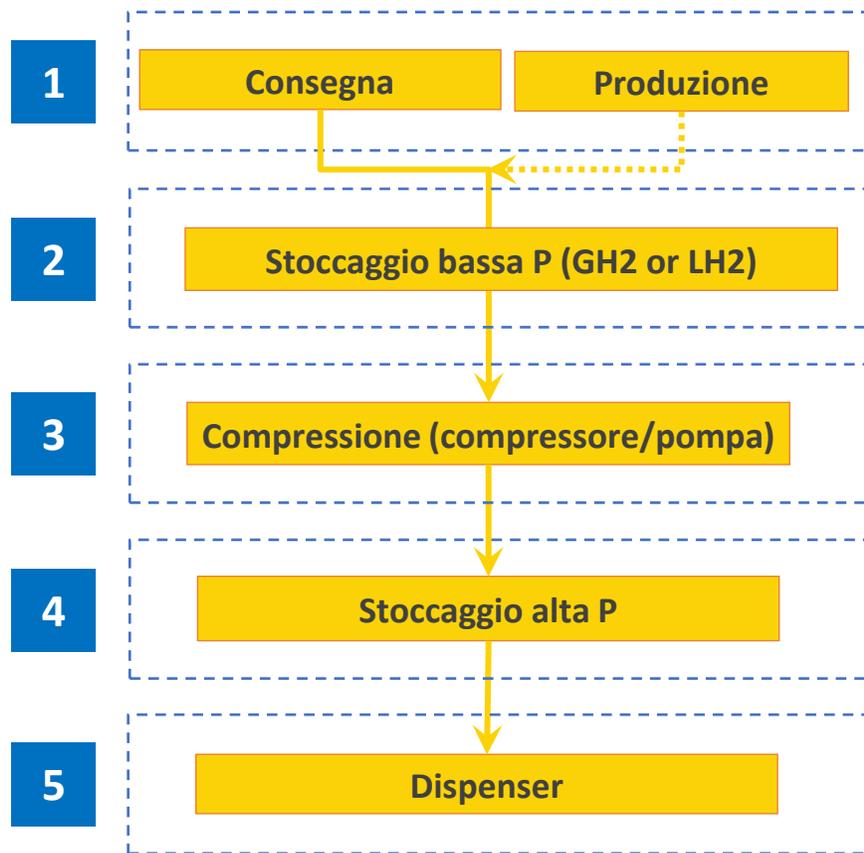
Elementi di protezione

- rilevazione fiamma e calore
- impianto a diluvio su stoccaggi e area di compressione
- raffreddamento con monitori per l'area di rifornimento



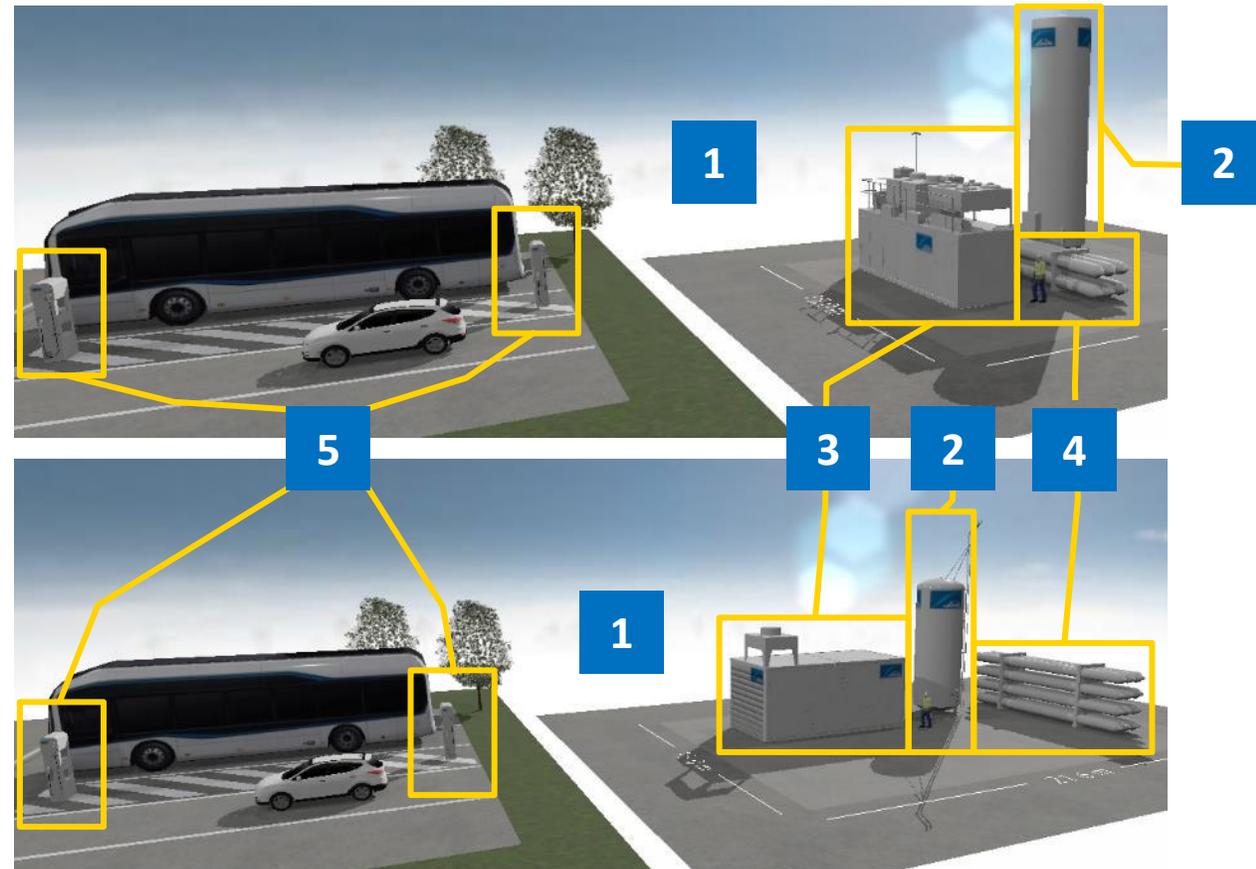
Stazioni di rifornimento idrogeno

- Elementi per rifornimento di un veicolo



GH2

LH2



Stazioni di rifornimento idrogeno

- La sfida: aree pubbliche



Rete di stazioni

- Accesso pubblico (vicinanza di strade/marcipiedi)
- Spazi limitati (es. accesso trailer)
- Diversi erogatori e utilizzatori con bassa formazione
- Condizioni di rifornimento variabili (il protocollo di rifornimento deve garantire il riempimento in sicurezza in tutte le condizioni ambientali/veicolo)



Base logistica

- Depositi autobus
- Centri logistici

Future sfide:

- **Intervalli per manutenzione**
Possibilità di avere parti di impianto in esercizio
Subappaltatori
Interventi in orari notturni (illuminazione, rumore...)

Stazione di rifornimento idrogeno

- La sfida: aree pubbliche



Stazione di rifornimento idrogeno

- La sfida: aree pubbliche

Fase di costruzione della stazione

Accesso pubblico vicino a strade, piste ciclabili, marciapiedi...

- Traffico
- Vie di transito
- Curiosi



Stazione di rifornimento idrogeno

- La sfida: aree pubbliche

Fase di costruzione della stazione

Accesso pubblico vicino a strade, piste ciclabili, marciapiedi...

- Traffico
- Vie di transito
- Curiosi

Considerazioni

- Prendere in considerazione la possibile presenza di estranei nelle valutazioni del rischio
- Definizione del piano di Sicurezza in stretta collaborazione con il Gestore dell'area
- Attenzione particolare a barriere, recinzioni, cartellonistica e segnali.



Stazione di rifornimento idrogeno

- La sfida: aree pubbliche

Consegna

Spazi limitati per accesso e scarico in area pubblica

- Manovre in spazi limitati ed in presenza di altri utenti
- Ingresso ed uscita limitate
- Operazioni di travaso in aree con accesso pubblico
- Possibile presenza di persone



Stazione di rifornimento idrogeno

- La sfida: aree pubbliche

Consegna

Spazi limitati per accesso e scarico in area pubblica

- Manovre in spazi limitati ed in presenza di altri utenti
- Ingresso ed uscita limitate
- Operazioni di travaso in aree con accesso pubblico (perdite)
- Possibile presenza di persone

Considerazioni

- Definizione di accessi, aree di manovra e stazionamento in fase di progettazione
- Sovradimensionamento dei sistemi di connessione
- Sistemi di emergenza sul mezzo di trasporto
- Connessione/interfaccia con sistema di emergenza stazione
- Addestramento e formazione del personale addetto al trasporto



Stazione di rifornimento idrogeno

- Condizioni di rifornimento variabili



3 Min

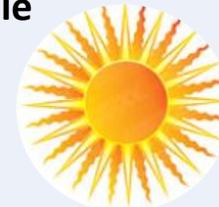


Il veicolo può essere influenzato da:

- Condizioni di temperatura in garage
- Intenso utilizzo (autostrada)
- Tentativi di riempimento ripetuti

Il serbatoio si riscalda durante il riempimento

Rifornimento **SICURO** in tutte le condizioni



Surriscaldamento



...empimento eccessivo

Protocollo di rifornimento:

Garantisce la sicurezza del rifornimento / rispetta tempistiche / garantisce disponibilità

Stazione di rifornimento idrogeno

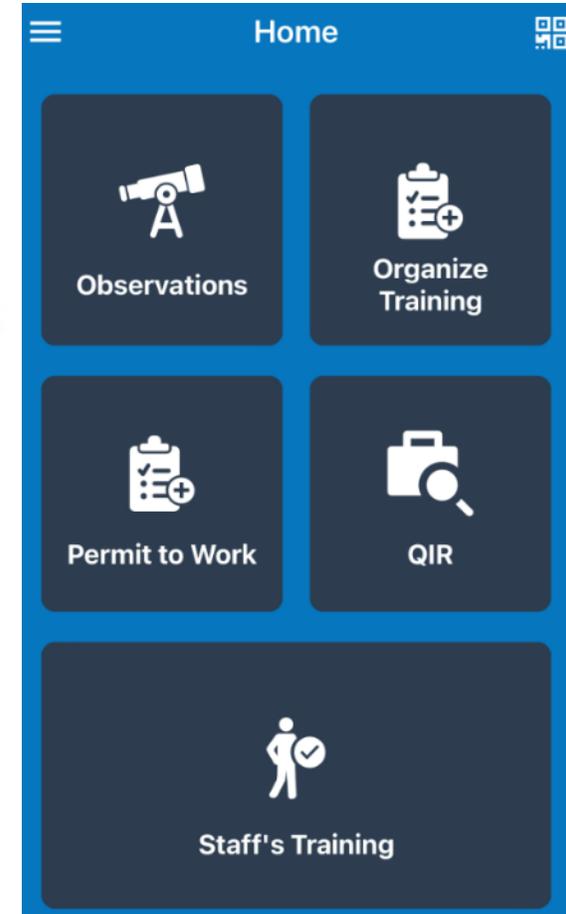
- Sfide durante l'esercizio e la manutenzione

Intervalli di manutenzione

- Minimizzare il fermo della stazione
- Possibilità di avere impianti/parti in esercizio
- Manutenzione in orari notturni
- Rumore:
Aree residenziali vicine alla stazione

Soluzioni Linde

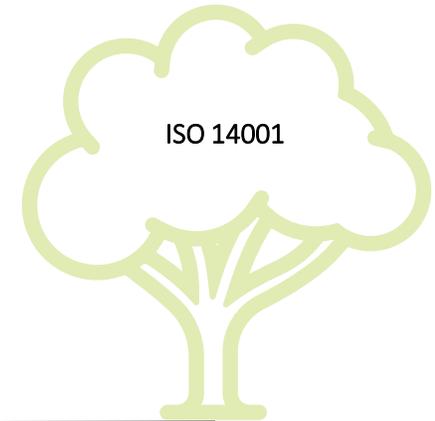
- Lock out / Tag Out (LOTO) / Piattaforma di Permesso di Lavoro digitale
- Preparazione in caso di mancanza di alimentazione – illuminazione di emergenza, attrezzi e cassette materiali con marcatori fotoluminescenti
- Valutazione del rumore in fase di progettazione (anche per fasi di manutenzione)



Sicurezza



I più alti standard di sicurezza



- Analisi dei Rischi prima della commercializzazione prodotto: HAZOP, FEMA, LOPA
- Analisi dei Rischi: Lavori in aree pubbliche / con accesso pubblico
- Analisi delle cause di radice: 5W / 8D / Fishbone / Causal Tree
- Sicurezza Machinari EN ISO 12100, EN 13849, EN 1127-1
- Sicurezza Funzionale: EN 61511
- Salute e Sicurezza sul lavoro: ISO 45001