



Senato della Repubblica
XVIII Legislatura 10a Commissione Industria, commercio, turismo

Risposta a seguito dell'audizione nell'ambito dell'esame dell'affare assegnato " il settore dell'automotive italiano e le implicazioni in termini di competitività conseguenti alla transizione alla propulsione elettrica" atto n 396

MOTIVAZIONE PER LO SVILUPPO DI UN PIANO NAZIONALE SULL'IDROGENO

Il tema della decarbonizzazione deve essere affrontato nella sua complessità e nel modo in cui entra e influenza numerosi settori economici, sociali, ambientali, nessuno dei quali deve essere trascurato per riuscire a ottenere i risultati di impatto senza sbilanciare equilibri costruiti da lunga data.

Siamo e saremo sempre più coinvolti in una profonda trasformazione del settore energetico, spinta da una serie di decisioni politiche e scelte strategiche di breve e lungo periodo degli Stati, che trovano la loro motivazione in due principali obiettivi di natura ambientale: **mitigare e ridurre il riscaldamento globale e migliorare la qualità dell'aria soprattutto nelle città, a beneficio di tutti i cittadini che ne fanno parte.** L'accordo di Parigi Cop21 sottoscritto dai paesi membri della Conferenza delle Parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), lega il tema dei cambiamenti climatici ad impegni formali e vincolanti per la riduzione dei gas serra per tutti i Paesi che ne fanno parte tra cui l'Europa che si è impegnata a ridurre le emissioni di CO2 del 40% entro il 2030 e del **100% entro il 2050.**

L'unica strategia realisticamente possibile per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi europei consiste nel progressivo **incremento dell'utilizzo delle fonti rinnovabili** e della loro integrazione nel sistema energetico europeo, mitigando i problemi di stabilità delle reti e di approvvigionamento energetico.

La necessità di costruire un sistema energetico resiliente capace di integrare sempre più le fonti energetiche variabili e garantire al contempo flessibilità e sicurezza di approvvigionamento, sta aumentando l'interesse nell'impiego di vettori energetici quali **elettricità e idrogeno** per il **Sector Coupling** e l'accumulo di lungo periodo e di grande scala dell'energia. In tale contesto, l'idrogeno si presenta come una soluzione chiave, complementare ad altre tecnologie, per favorire la progressiva decarbonizzazione della rete gas e della produzione di energia elettrica, massimizzando l'utilizzo di fonti rinnovabili. Prodotto da tali fonti, l'idrogeno può contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra nel settore dei trasporti, nell'industria e negli usi finali di energia per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Tali risultati devono essere raggiunti con adeguati schemi di incentivazione, secondo il principio di neutralità tecnologica.



Dal punto di vista dello sviluppo, **non ci sono dubbi sul fatto che la filiera industriale italiana sia pronta a raccogliere la sfida della decarbonizzazione, impegnandosi nella manifattura, raccordandosi secondo un modello di filiera, ed aumentando i livelli occupazionali per generare nuove soluzioni, prodotti e indotto.**

SVILUPPO DEL SETTORE IDROGENO

La Commissione Europea identifica **l'idrogeno come uno dei settori chiave e imprescindibili per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2050**, trovando conferma nell'ultimo rapporto dell'Agenzia Internazionale dell'Energia¹, con opportunità sulla larga scala.

L'interesse della Commissione per l'idrogeno è maturato a partire dal 2016, anno in cui sono state lanciate una serie di iniziative (vedi *Annex 3 del Position paper H2IT "Strategia italiana idrogeno e celle a combustibile"*) che hanno portato ad un crescente sostegno politico, industriale, finanziario.

Lo sviluppo del settore idrogeno è influenzato da una serie di **fattori positivi e vantaggiosi**:

- L'elevata densità energetica per unità di massa, la seconda più elevata dopo il nucleare;
- L'assenza di emissioni carboniche e inquinanti nella modalità di produzione tramite elettrolisi;
- La possibilità di stoccaggio di lunga durata in forma gassosa e liquida;
- La sicurezza dei sistemi di stoccaggio, garantita dalle nuove soluzioni tecnologiche che ne abilitano l'utilizzo in pressione fino a 1000 bar;
- Le modalità di trasporto che possono sfruttare le attuali infrastrutture di trasporto e distribuzione con costi di adeguamento sostenibili. A parità di energia trasportata, l'idrogeno presenta costi di un ordine di grandezza inferiore rispetto alle linee elettriche, come confermato da progetti realizzati su scala reale;
- I brevi tempi di ricarica dei veicoli a cella a combustibile rispetto ai lunghi tempi richiesti dei veicoli a batterie, garantendo nel contempo maggiore autonomie di percorrenza;
- Le diverse modalità di produzione, dal diffuso *steam methane reforming*, alle soluzioni quali gli elettrolizzatori, la conversione solare diretta, o le biomasse;
- La capacità di connettere diversi settori energetici ("*Sector coupling*") con conversioni efficienti, sia tramite elettrolisi che nella modalità inversa a celle a combustibile.

Il settore idrogeno è considerato sinergico e complementare allo sviluppo del settore batterie e della filiera dell'elettrico, fondamentali per la transizione energetica epocale a cui assisteremo nei prossimi decenni.

¹ The Future of Hydrogen – Sizing today's opportunities – giugno 2019 – IEA, <https://webstore.iea.org/the-future-of-hydrogen>



Sen.ce Maria Virginia Tiraboschi

La transizione verso i combustibili alternativi vede protagonisti l'elettricità, l'idrogeno, i biocarburanti il gnc, il gpl e tranne questi ultimi, tutti gli altri sono vettori energetici a zero emissioni.

*Se la politica dovesse scegliere in relazione alle misure indicate nella relazione presentata, quindi leva fiscale e strategia di medio-lungo periodo, è evidente che sia necessario avere a disposizione una scheda che metta in evidenza i **vantaggi e gli svantaggi**, i **costi e i potenziali ritorni sull'investimento**, di una scelta piuttosto che un'altra. **Elettrico a batteria o idrogeno; cosa interessa al mercato che deve tener conto del tessuto produttivo italiano e a me che sono il consumatore?***

Quali sono gli investimenti necessari per una transizione verso l'idrogeno e quali i costi sostenuti dall'utente finale (Quanto costa una macchina a idrogeno piuttosto che elettrica a batteria e quanto mi costa il mantenimento)?

*Le Risorse pubbliche devono essere destinate ai settori con maggior ritorno, **in termini di posti di lavoro, garantendo la transizione e vantaggi per l'utente finale.***

PREMESSA

La transizione del settore Automotive verso la mobilità elettrica a zero emissioni sarà caratterizzata dallo sviluppo di diverse soluzioni; più tecnologie contribuiranno al raggiungimento degli obiettivi di diminuzione delle emissioni climalteranti ed inquinanti, in maniera complementare e sinergica. In questo contesto l'idrogeno può dare un grosso contributo, soprattutto per gli ambiti applicativi dove l'elettrificazione con batteria è difficilmente implementabile (lunghe percorrenze).

Il trasporto pesante su strada, quello ferroviario e quello marittimo saranno caratterizzati da importanti evoluzioni tecnologiche per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione dove l'idrogeno giocherà un ruolo chiave. Nei prossimi paragrafi saranno affrontati i vantaggi del vettore energetico idrogeno e le opportunità che possono nascere dalla sua adozione in ambito trasporti.

VANTAGGI E SVANTAGGI

- **Il veicolo a celle a combustibile è a tutti gli effetti un veicolo elettrico alla pari di uno a batteria e come tale garantisce l'azzeramento delle emissioni allo scarico, sia di CO₂ sia di altri inquinanti altrettanto dannosi come SO₂, NO_x e polveri sottili.** La molecola di idrogeno è costituita da due atomi di idrogeno e dalla sua trasformazione elettrochimica in una cella a combustibile si ottengono elettricità (che alimenta il motore elettrico), calore e vapore acqueo. L'idrogeno non è presente in natura in forma pura, pertanto è necessario produrlo a partire da altre fonti. Può essere prodotto da fonti rinnovabili (idrogeno verde), come da energia elettrica rinnovabile attraverso il processo di elettrolisi dell'acqua o da biogas mediante il processo di Steam Methane Reforming (SMR) del biometano. **Se prodotto tramite elettrolisi dell'acqua con elettricità rinnovabile garantisce zero emissioni anche nella fase di produzione.** È possibile produrre idrogeno a basso contenuto di carbonio da metano mediante il processo di Steam Methane Reforming (SMR) con sistemi di cattura di carbonio (idrogeno blu).
- **Ai vantaggi in termini di emissioni se ne aggiungono altri legati alle caratteristiche specifiche del vettore energetico in questione:** l'idrogeno presenta un elevato contenuto energetico per unità di massa (120 MJ/kg), pari a circa 2 volte e mezzo il metano e a 3 volte il diesel, tuttavia, riferendosi al contenuto volumetrico, a causa della sua scarsa densità, presenta un ridotto contenuto energetico in termini di volume. Per questo motivo se si vuole utilizzare l'idrogeno come combustibile per applicazioni mobili di trasporto sono necessarie soluzioni di stoccaggio ad alte pressioni a bordo dei veicoli. Un'auto a celle a combustibile



(FCEV) è usualmente rifornita con idrogeno gassoso alla pressione di 700 bar, mentre per il trasporto pesante la pressione di rifornimento è 350 bar, sebbene anche in questo settore si vede un orientamento a sposare l'accumulo a 700 Bar. Il suo immagazzinamento non presenta particolari problemi di sicurezza, grazie anche alle nuove soluzioni tecnologiche che abilitano il suo utilizzo in pressione fino a 1000 bar, a nuove soluzioni di contenimento quali tank per l'accumulo che nei casi più estremi di rottura presentano una autocombustione controllata senza fenomeni di onda d'urto o di esplosione.

- **Si distingue per essere un vettore energetico flessibile che può fornire un servizio di trasporto paragonabile ai veicoli convenzionali a combustione interna, garantendo brevi tempi di ricarica ed elevata autonomia.** Se stoccato ad alte pressioni consente di raggiungere le stesse autonomie dei combustibili tradizionali, risultando quindi adatto a decarbonizzare quei settori della mobilità che si sviluppano sulla lunga distanza, laddove l'elettrificazione con batterie non è sostenibile, come il trasporto pesante di merci su gomma, il settore ferroviario e quello marittimo. Attualmente, per le autovetture, l'efficienza su strada è di circa 1 kg di idrogeno ogni 100 km percorsi, con autonomie da circa 500 km a 750 km e tempi di rifornimento inferiori ai 5 minuti. Per quanto riguarda il trasporto pesante di merci la soluzione a FC alimentata a idrogeno è vantaggiosa sia in termini di carico utile sia di consumi, mentre per il trasporto ferroviario risulta competitiva per i treni passeggeri sulle tratte non elettrificate e a bassa frequenza di servizio.
- **La competitività della filiera della mobilità a idrogeno si manifesterà in tempi ragionevoli, che potranno essere ancora più rapidi se sostenuti da un quadro regolatorio e finanziario nella fase iniziale di penetrazione nel mercato,** che si concluderà con il raggiungimento della maturità commerciale nei diversi settori applicativi e con una distribuzione dell'idrogeno in stazioni di grandi dimensioni.

OPPORTUNITA' IN TERMINI DI COMPETITIVITA' e POSTI DI LAVORO

Il passaggio a combustibili alternativi quali l'elettricità e l'idrogeno, può avere un impatto positivo sull'economia europea. La convergenza dei costi delle diverse tecnologie creerebbe le condizioni per un mercato competitivo e nuove opportunità di business per l'Europa e per l'Italia.

1. Un cambiamento di particolare importanza sta avvenendo nell'industria automobilistica europea. Attualmente il settore Automotive in Europa rappresenta circa 2,5 milioni di addetti diretti e circa 10,8 milioni di addetti indiretti. Mentre l'Europa è in ritardo nel settore della tecnologia delle batterie, si trova ad affrontare la seria minaccia di perdere gran parte della sua posizione competitiva nel settore automobilistico. **Nel settore dell'idrogeno e delle celle a combustibile, la filiera industriale europea vanta stakeholder leader a livello mondiale lungo tutta la catena del valore. Le aziende europee hanno fortemente investito in ricerca e sviluppo,** forniscono soluzioni tecnologiche all'avanguardia sia per quanto riguarda le celle a combustibile che gli elettrolizzatori. La prevista diffusione dell'idrogeno in Europa creerebbe un'industria stimata di 130 miliardi di EUR per il fuel e le attrezzature associate entro il 2030, raggiungendo gli 820 miliardi di EUR entro il 2050. Creerebbe un mercato locale per l'industria europea da utilizzare come trampolino di lancio per competere a livello globale nella nuova economia dell'idrogeno. **Complessivamente, l'industria europea dell'idrogeno potrebbe fornire lavoro a circa 1,0 milioni di lavoratori altamente qualificati entro il 2030, raggiungendo i 5,4 milioni entro il 2050.** [Hydrogen Roadmap Europe²]

² <https://www.fch.europa.eu/news/hydrogen-roadmap-europe-sustainable-pathway-european-energy-transition>



2. **Nel contesto Italiano ci sono aziende che possono coprire una fetta importante della filiera dell'idrogeno dalla produzione, trasporto e stoccaggio di tale combustibile fino alla produzione delle tecnologie e dei sistemi per utilizzarlo.** Le opportunità quindi derivano dallo sviluppo di un'intera filiera nella quale **le industrie italiane si collocano su tutta la catena del valore.** Tutto il comparto industriale sta esplorando quali opportunità offre il settore e si sta muovendo per **mettere in campo grandi progetti.** Sono presenti sul territorio nazionale diverse tipologie di imprese che avranno un ruolo chiave nello sviluppo del mercato; dalle piccole imprese, come le start up innovative fino ai grandi operatori del settore. **L'industria italiana è supportata da centri di ricerca che si posizionano tra i primi posti nella ricerca sulle tecnologie idrogeno con competenze in grado di supportare lo sviluppo sperimentale fino alla realizzazione del prodotto commerciale.** La forza del settore della ricerca è dimostrata dalla forte presenza italiana nei progetti Europei finanziati da FCH JU (Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking); in 13 anni di programma l'Italia è stata coinvolta in 140 progetti, con finanziamenti pari a 98 milioni di euro.
3. Gli investimenti nelle infrastrutture per il rifornimento avranno un impatto positivo sul PIL, perché stimolano l'industria nazionale e richiedono un alto input di lavoro nella catena di fornitura, legata alla produzione, trasporto e distribuzione dell'idrogeno stesso.
4. Ricordiamo che l'idrogeno rappresenta una soluzione chiave, complementare con altre tecnologie, per la **decarbonizzazione di diversi settori, non solo quello dei trasporti, ma anche dell'industria e del settore residenziale** e quindi costituisce un'opportunità economica in molteplici applicazioni. L'idrogeno è un vettore energetico flessibile in grado di collegare e interconnettere diversi settori, permette di ottimizzare l'utilizzo delle risorse rinnovabili attraverso il loro stoccaggio sotto forma di gas e offre l'opportunità ridurre le emissioni di settori industriali altrimenti difficilmente decarbonizzabili. Dal suo utilizzo quindi nascono un ventaglio di possibilità di cui l'uso nel settore trasporti è soltanto una di queste, ma che risulta abilitante per lo sviluppo del settore.
5. A supporto di quanto esposto, si rammentano le numerose iniziative europee (Clean Hydrogen Alliance, Clean Hydrogen for Europe, piani strategici nazionali sull'idrogeno in diversi Stati, come la Germania) e internazionali (Hydrogen Council). Viste le competenze presenti nel comparto industriale e della ricerca italiani, questa rappresenta un'occasione strategica chiave per consentire alla filiera italiana di avere un ruolo da protagonisti oggi in Italia e all'estero e non rischiare di dover poi un domani importare la tecnologia.

PROSPETTIVA DEL CONSUMATORE

I consumatori selezionano i loro veicoli sulla base di un'ampia gamma di fattori, di cui il costo del capitale è solo un elemento. Nel calcolo dell'impatto complessivo sugli automobilisti legato al miglioramento nell'efficienza dei veicoli, è utile analizzare il "Costo Totale di Proprietà" (Total Cost of Ownership, TCO), che include anche i costi del carburante e della manutenzione.

- Oggi i componenti di un veicolo a idrogeno, come la cella a combustibile, il serbatoio e la batteria, rappresentano circa la metà del TCO del veicolo, mentre il combustibile rappresenta circa il 25% dei costi. Nonostante i costi dei veicoli FCEV siano ad oggi elevati, con un prezzo di mercato che si aggira intorno ai 60000 euro, **il costo totale è previsto convergere entro il 2030 con quello delle altre tecnologie di alimentazione, grazie ad economie di scala.**
- Il costo dell'idrogeno alla pompa è dato dalla somma dei costi di produzione, trasporto e distribuzione; se prodotto mediante elettrolisi attualmente presenta costi dalle due alle cinque volte superiori rispetto alla produzione mediante SMR. **Produrre idrogeno verde da fonti rinnovabili è destinato in prospettiva a diventare la forma più economica di produzione,** con un target di costo finale sotto i 3 €/kg al 2030 e una proiezione di ulteriore riduzione a valori inferiori a 1 €/kg in funzione di una serie di fattori determinanti come il costo dell'energia (in €/MWh), del fattore di utilizzo dell'elettrolizzatore (dal 10 al 50%), al CAPEX



degli elettrolizzatori (tra 250 e 750 \$/kW)³. È importante sottolineare che il costo della produzione di idrogeno rinnovabile diminuirà drasticamente nel prossimo decennio **grazie al calo dei costi della produzione di elettricità da rinnovabili e alla produzione su larga scala di elettrolizzatori** (si rammenta l'iniziativa europea "2x40GW"). Entro il 2030 si prevede quindi una diminuzione del TCO del 50% grazie a un calo del costo dei componenti del 30% e dell'idrogeno alla pompa del 15% sul TCO [Path to Hydrogen Competitiveness⁴]. Nella tabella riportata di seguito si può vedere l'andamento nel tempo dei costi (TCO) delle autovetture a FCEV e delle autovetture diesel. I dati utilizzati per il calcolo dei costi sono quelli riportati nella pubblicazione: Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells. IEA, giugno 2015.

Costo in euro	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Autovettura diesel	19,288	20,086	20,883	21,119	21,355	21,590	21,826
Autovettura FCEV	51,400	36,794	22,188	22,134	22,080	22,025	21,971

COSTI DELL'INFRASTRUTTURA

L'Italia con il Decreto Legislativo 16 dicembre 2016 n. 257 si è impegnata a realizzare l'infrastruttura per i combustibili alternativi, di cui fa parte anche l'idrogeno, pertanto come gli altri carburanti alternativi necessita di politiche a supporto che facilitino l'adozione di veicoli a celle a combustibile e di piani attuativi per lo sviluppo dell'infrastruttura di rifornimento in linea con quanto si sta facendo con lo sviluppo delle infrastrutture di ricarica elettrica, rafforzando e ampliando la prospettiva di sviluppo del Piano Strategico Nazionale sulla Mobilità ad Idrogeno previsto dal Decreto.

Garantire una densità minima di stazioni di rifornimento di idrogeno e la soddisfazione della domanda sono due prerequisiti fondamentali per raggiungere l'interesse dei consumatori e garantire un ampio mercato per i veicoli e mezzi a celle a combustibile. Tali infrastrutture si possono considerare esclusivamente per idrogeno o far parte di una stazione multi-fuel, in particolare sulle mobilità stradali. I vantaggi dell'idrogeno nell'alimentazione dei mezzi si manifestano anche in termini di infrastruttura di rifornimento. Il costo effettivo di costruzione di una stazione varia considerevolmente da un paese all'altro, principalmente a causa delle norme e dei requisiti di sicurezza esistenti. Esistono tuttavia forti economie di scala.

CONFRONTO IDROGENO - BATTERIE IN RELAZIONE ALL'INFRASTRUTTURA DI RIFORNIMENTO / RICARICA

Considerazioni Generali

L'idrogeno è un vettore energetico dotato di caratteristiche complementari e sinergiche con il mondo della mobilità elettrica a batteria. Nel confronto tra le specifiche infrastrutture per il trasporto, solitamente il ruolo della mobilità elettrica a batteria viene identificato predominante nel contesto delle brevi percorrenze, mentre il ruolo dell'idrogeno riceve una analoga valutazione per le lunghe percorrenze, con una zona di grigio nel mezzo raggiunta da chi realizza il migliore business case e raggiunge i migliori TCO – Total costs of ownerships.

Nella realtà la situazione è più articolata e, più che essere pilotata dal mezzo di trasporto specifico (e.g. auto, bus, treno, camion) potrebbe essere determinata anche da situazioni che si venissero a

³ https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness_Full-Study-1.pdf

⁴ <https://hydrogencouncil.com/en/path-to-hydrogen-competitiveness-a-cost-perspective/>



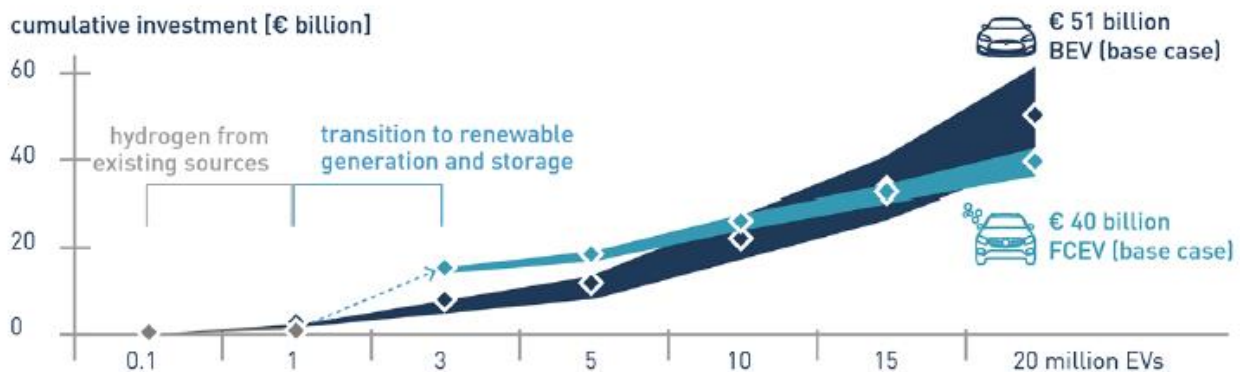
verificare sulle infrastrutture per il trasporto piuttosto che da motivazioni a monte della filiera del valore, quindi sul corretto uso delle fonti rinnovabili e nel contesto del sector coupling.

Di fatto i settori della mobilità elettrica a batteria (BEV) e della mobilità elettrica a pila a combustibile (FCEV) costruiranno una opportunità sinergica l'una all'altra, legate a due infrastrutture per la mobilità sostenibile complementari. Su questo si fa notare che la Commissione Europea nel 2014 ha emesso una direttiva specifica, la cosiddetta DAFI, relativa propriamente allo sviluppo di infrastrutture del trasporto per i cosiddetti combustibili alternativi, inserendo l'idrogeno come facoltativo. La stessa Direttiva è in revisione presso la Commissione Europea con, tra le altre, la nuova posizione di rendere obbligatorio un piano nazionale di infrastrutture per il trasporto legate all'idrogeno.

Considerazioni sui costi complessivi dell'infrastruttura

L'infrastruttura idrogeno non presenta un termine di costo superiore all'analogia per le ricariche delle auto elettriche a batteria. Uno studio recente di un Istituto Tedesco⁵ identifica un costo per l'infrastruttura di rifornimento idrogeno inferiore all'analogia infrastruttura per la ricarica delle auto elettriche a batteria.

Qui di seguito si identifica l'ipotesi dei costi complessivi per lo sviluppo di una infrastruttura per auto a idrogeno a 40 B€ per una flotta di 20 milioni di veicoli elettrici, contro un'ipotesi di costo di 51 B€ per l'analogia infrastruttura sul lato delle auto elettriche a batteria. Una considerazione importante va fatta sul trend delle due curve: mentre la curva delle auto elettriche a batterie progredisce con trend esponenziale (maggiore il carico elettrico sulla rete, maggiori gli investimenti necessari sulla stessa), il trend relativo all'infrastruttura idrogeno, a parte un gradino iniziale, è più lineare e beneficia maggiormente di economie di scala.

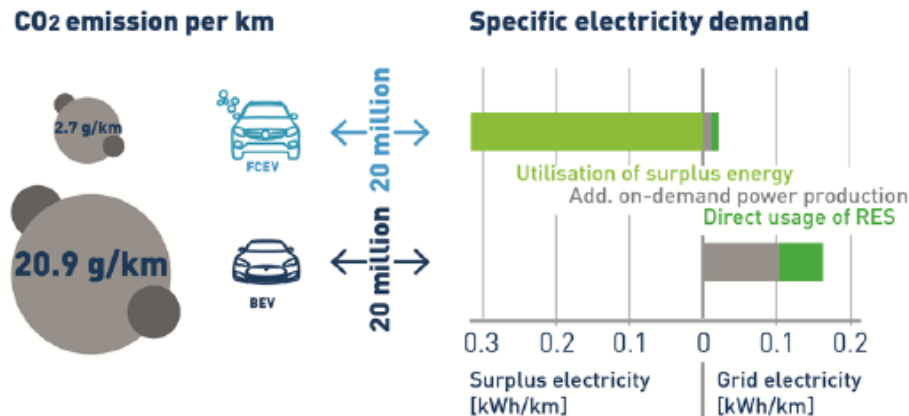


Considerazioni complessive sulle emissioni carboniche

Il settore della mobilità a idrogeno investe soprattutto il mondo elettrico della sovrapproduzione da rinnovabili, che sarà sempre più importante nel prossimo futuro. Lo studio citato sopra riporta le seguenti figure. Un breve commento sulle stesse: nel momento in cui il settore della mobilità a idrogeno può catturare il surplus di produzione elettrica da rinnovabili, il contenuto specifico di emissioni carboniche per km di percorrenza del veicolo risulta essere decisamente inferiore, pari a 2,7 g/km rispetto all'auto elettrica a batterie che si posiziona su un valore emissivo di 20,9 g/km nel contesto dell'uso di energia da rete elettrica per la ricarica.

Queste sono considerazioni comunque limitate, che vanno inserite in una analisi di maggior dettaglio.

⁵ **Comparative Analysis of Infrastructures: Hydrogen Fueling and Electric Charging of Vehicles**, Martin Robinius, Jochen Linßen, Thomas Grube, Markus Reuß, Peter Stenzel, Konstantinos Syranidis, Patrick Kuckertz and Detlef Stolten, (Schriften des Forschungszentrums Jülich, 2019) <https://www.ap2h2.pt/download.php?id=82>



Vantaggi specifici dell'infrastruttura di rifornimento idrogeno rispetto l'infrastruttura di ricarica elettrica

A livello Europeo e internazionale sono stati compiuti diversi studi di confronto dei vantaggi / svantaggi di uno sviluppo di una infrastruttura rispetto l'altra, delle due mobilità elettriche. È chiaro che i vantaggi maggiori stanno probabilmente nel mezzo delle specifiche considerazioni.

Si vuole qui portare all'attenzione quanto riportato in un recente studio della piattaforma Europea dell'Idrogeno e delle Pile a Combustibili, l'FCH JU – Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, una partnership pubblico privata partecipata dalla Commissione Europea, da un grouping industriale, Hydrogen Europe, e da un grouping di ricerca Hydrogen Europe Research.

Si evidenziano tre vantaggi chiave:

1. La velocità di rifornimento di un FCEV è confrontabile con la velocità di rifornimento di un combustibile tradizionale e 15 volte più rapida di un fast charger per auto elettriche a batteria. Si percorrono 1375 km per 15 minuti di rifornimento di auto a idrogeno, contro i 90 km per 15 minuti di ricarica veloce di un'auto elettrica a batteria;
2. La richiesta di spazio per una stazione di ricarica di auto elettriche a batteria è notevolmente superiore alla analoga richiesta per le auto a idrogeno. 1 stazione di rifornimento idrogeno con 4 dispenser equivale in capacità di rifornimento a 60 colonnine di ricarica rapida per auto a batteria. Quest'ultima infrastruttura richiede una linea di potenza di 8 MW, mentre l'idrogeno può essere prodotto da fonti rinnovabili e in maniera flessibile con molta meno potenza dedicata alla linea elettrica (circa 1 MW), senza bisogno di compensare i picchi;
3. Il costo di investimento per singola ricarica, sebbene più costoso nel confronto Idrogeno – Petrolio, risulta più vantaggioso rispetto alla ricarica di veicoli elettrici di circa il 50%, con un costo per ricarica equivalente a circa 3,6 €/rifornimento, contro i 7,6 €/ricarica per i veicoli elettrici a batteria.

Nella figura seguente sono indicati i costi dell'infrastruttura sul numero di rifornimenti (50 % in meno di un Fast Charger), la velocità di rifornimento e lo spazio richiesto a confronto⁶.

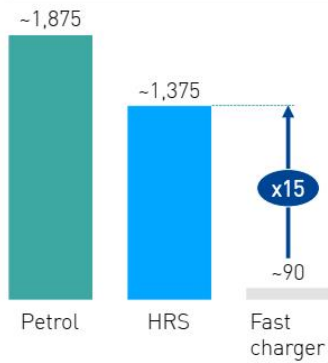
In ogni caso non si limita a questo l'analisi di confronto, che presenta molte e altre sfaccettature. Maggiori dettagli sono compresi nel report indicato, oltre ad ulteriori analisi sono presenti nella recente pubblicazione dell'Hydrogen Council, "Path to hydrogen competitiveness, A cost perspective" (2020)⁷.

⁶ Hydrogen Roadmap Europe, 2019. https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf

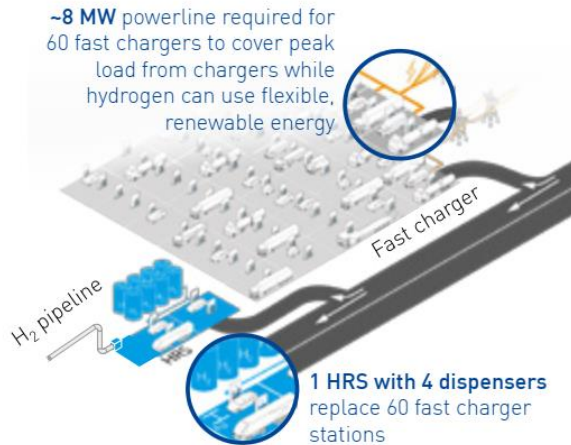
⁷ <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness-Full-Study-1.pdf>



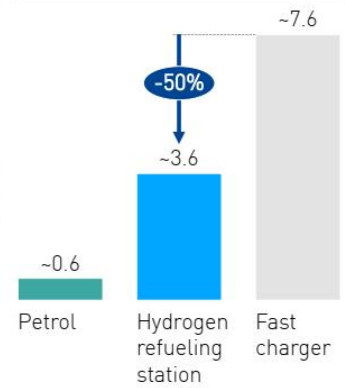
Refueling speed
Km/15 minutes of refueling



Space requirements



Investment costs per refueling
EUR/refueling





Sen. Gianpietro Maffoni

Il contesto attuale ci pone di fronte a scelte di finanza, per nuove opportunità di lavoro e che abbiano come obiettivo ridurre l'impatto delle emissioni inquinanti. Siamo a conoscenza delle attività di H2IT ed è il momento di portare l'argomento su tavoli più importanti in vista anche di fondi europei come il recovery fund. Quali sono i potenziali progetti in vista delle olimpiadi 2026 che si possono mettere in campo nelle regioni? Che benefici può portare una riconversione ferroviaria o del trasporto pubblico urbano ed extraurbano? Ci sono già progetti potenziali in tal senso?

Le attuali soluzioni di trasporto a impatto ambientale zero sono la risposta per valorizzare un territorio alpino e montano inserito nella lista dei patrimoni dell'umanità dell'UNESCO, coniugando il rispetto per l'ambiente ad un servizio duraturo e replicabile. Una mobilità permanente completamente green risulterebbe non solo di positivo impatto per i giochi Olimpici, bensì anche quale tangibile testimonianza dell'Italia di essere parte attiva nel processo di decarbonizzazione.

La tecnologia ad oggi disponibile permette di **evitare in maniera definitiva ulteriori investimenti che prevedano soluzioni diesel**. Considerato che la vita media di un rotabile corrisponde a circa 25-30 anni, investire oggi in soluzioni diesel oppure ibride che prevedono comunque il diesel comporterebbe il mantenere soluzioni NON green fino al 2050.

Le soluzioni ad oggi disponibili sono:

Sistema ferroviario:

- **Treni green**, disponibili inoltre nella soluzione bimodale (**alimentazione elettrica e ad idrogeno**) al fine di garantire la maggior flessibilità del rotabile. Tali soluzioni che garantiscono le stesse prestazioni dei rotabili diesel, permettono di utilizzare le attuali infrastrutture (sia si tratti di linee elettrificate che non elettrificate) senza ulteriori interventi garantendo un trasporto a zero emissioni.

Sistema gomma:

- **Soluzioni di bus a zero emissioni** implementabili in tutte le sedi delle Olimpiadi.

In merito al sistema ferroviario sono stati eseguiti studi sulle seguenti linee:

- **Brescia-Iseo Edolo**: attualmente servita da treni diesel essendo totalmente non elettrificata. Implementabile soluzione ad idrogeno
- **Valsugana**: linea parzialmente elettrificata ed attualmente servita da treni diesel. La soluzione bimodale (elettrico + idrogeno) ben si presterebbe considerate le difficoltà nell'elettrificare l'intera linea. La soluzione proposta permetterebbe con un unico treno di viaggiare su linea elettrificata tramite pantografo e proseguire nella tratta non elettrificata con alimentazione ad idrogeno.
- **Venezia Aeroporto – Calalzo** ad oggi servita sulla tratta Venezia Aeroporto-Belluno con treni elettrici e Belluno-Calalzo con treni diesel. L'attuale soluzione obbliga al cambio treno a Belluno. La soluzione di treno bimodale (elettrico + idrogeno), come nel caso della Valsugana, permetterebbe il collegamento diretto utilizzando un unico treno che da Venezia Aeroporto a Belluno viaggerebbe con alimentazione elettrica e proseguirebbe senza interruzione da Belluno a Calalzo alimentato ad idrogeno. Tale soluzione permetterebbe inoltre ai turisti di utilizzare treni innovativi completamente green fin dall'arrivo in aeroporto

Le soluzioni studiate ovviamente potrebbero essere applicate a tutte le sedi delle Olimpiadi Milano Cortina 2026 e replicate quali modelli virtuosi in altri contesti.



Sen. Gianni Pietro Giroto (M5S)

Premesso che come gruppo politico siamo tec. neutrali e personalmente l'idrogeno mi piace molto, vorrei la risp. a queste domande sia attuale che in prospettiva futura.

- 1- La % di perdita nella conversione di EE, da fonti rinnovabili, elettrolisi o altre tecnologie, non conversione idrocarburi, ma se ci date anche quelli bene (biometano). So che la perdita di conversione è 30% e 20% con membrane scambio protonico.*
- 2- Costi, attualmente so che alla pompa il costo km è 8 volte superiore di quello dell'EE, tra i costi che vanno a infierire sul risultato finale, lo stoccaggio a 700 bar ha una perdita del 13%, se liquefatto 40% se pipeline abbiamo 10%-40%.*
- 3- Efficienza della cella, nell'autoveicolo, al momento è al 60% corretto? quali prospettive future di miglioramento?*
- 4- Costo di adattamento delle valvole nei metanodotti, bisogno di valvole più performanti, sufficiente cambiarle o ci vogliono altri interventi? Quale la % di H2 miscelabile, mi risulta max 10%.*
- 5- Lista più comprensiva possibile sulla filiera italiana, comprese start up e con proiezioni.*

PREMESSA

Il confronto dei valori di performance tra idrogeno e batterie va effettuato a seguito di un'analisi completa delle filiere che portano alla mobilità elettrica a batteria e alla mobilità elettrica a celle a combustibile. Senza questa analisi si rischia di escludere dal confronto considerazioni che sono prioritarie nella soluzione di problemi che ci troveremo ad affrontare lungo il percorso che ci porta da oggi al 2050. Un primo elemento di fondamentale importanza da includere nell'analisi riguarda l'impegno politico assunto dall'Italia nel contesto comunitario europeo per una profonda decarbonizzazione della società, con obiettivi al 2050 di raggiungimento di un target di 100% di riduzione delle emissioni carboniche.

È constatazione dai vari ambiti tecnico, politico, economico che questo obiettivo non è semplicemente raggiungibile tramite l'uso delle sole reti elettriche e trova ostacoli di natura tecnica ed economica lungo la via della progressiva integrazione delle fonti rinnovabili, in maggior parte variabili e intermittenti come il solare fotovoltaico e l'eolico.

Le problematiche tecniche e gli asset economici vanno quindi valutati in una prospettiva più ampia, che va oltre i limiti di questa risposta, ma che trova in H2IT un interlocutore che si presta a fornire ulteriori dati, analisi e valutazione nel contesto specifico.

La Commissione Europea, a valle di molti studi, analisi e approfondimenti fatti con le varie associazioni rappresentanti le varie forme di soluzioni tecnologiche (includendo in questi anche le associazioni relative alle reti elettriche e alla tecnologia delle batterie), ha dichiarato che la profonda decarbonizzazione non può essere raggiunta senza l'introduzione dell'idrogeno nel sistema energetico. Analogo messaggio è stato dato lo scorso 16 e 17 ottobre 2019 agli Stati Generali dell'Energia, dove congiuntamente TERNA e SNAM hanno presentato degli scenari futuri di sviluppo del sistema energetico nazionale combinando in un'unica strategia lo sviluppo degli asset di reti elettriche e di reti gas con l'opzione di introduzione di gas a bassa/nulla emissione carbonica quali biometano e idrogeno.

Una seconda valutazione di contesto economico e industriale va fatta nella direzione del posizionamento dell'industria Europea. Il Vice-Presidente della Commissione Europea, Frans Timmermans, intervenendo allo Stakeholder Forum del Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking lo scorso 21 novembre 2019 a Bruxelles, ha dichiarato che l'Europa ha perso da tempo il treno delle Batterie e che mantiene un vantaggio marginale competitivo nel settore delle tecnologie dell'Idrogeno. Su questo commento, la Commissione Europea punta a investimenti importanti nel settore idrogeno, accompagnati da analoghi da parte di molti paesi membri, per mantenere questo



vantaggio competitivo e sviluppare una solida industria Europea con obiettivi occupazionali, di fatturato e di indotto. Questa misura viene vista anche come un'ancora di salvezza per l'industria automobilistica Europea, nel momento in cui lo sviluppo del mercato dell'auto elettrica a batteria stesso rischia di portare questo settore industriale in cui l'Europa ha primeggiato per decenni sotto il controllo di altri paesi quali Cina e USA che controllano in questo momento la produzione industriale delle Batterie.

1. PRODUZIONE IDROGENO, COSTI E EFFICENZE (Q1 e Q2)

Sul fronte della produzione idrogeno vi sono 3 tecnologie in fase di sviluppo che vedono vari operatori in Europa, quelle degli elettrolizzatori Alcalini (AEL), PEM (PEMEL) e a Ossidi Solidi (SOEL). Vi sono altre due tecnologie in fase di sviluppo che promettono di migliorare le prestazioni e ridurre i costi in proiezione futura, quelle degli elettrolizzatori a membrana anionica (AEMEL) e quelli ceramici a conduzione protonica (PCCEL).

Già ad oggi i costi in CAPEX degli elettrolizzatori sono scesi sotto i 1000 €/kW. Le proiezioni su una scala di mercato di medie dimensioni prevedono il costo scendere sotto i 500 €/kW (su questo costo si basa il topic del bando draft di H2020 – Green New Deal, che prevede una azione per la realizzazione di un elettrolizzatore da 100 MW, e prevede per gli AEL un costo target di 480 €/kW). Per lo sviluppo di un mercato sulla scala dei GW, si prevede un costo CAPEX degli elettrolizzatori nel range di 250 €/kW. In presenza di una connessione alle rinnovabili e con un elevato fattore di utilizzo (load factor) dell'elettrolizzatore oltre a costi dell'energia pari a 40\$/MWh, si prevede un costo dell'idrogeno pari a 2,4 \$/kg⁸, target raggiungibile al 2030 in Europa.

Dal punto di vista delle efficienze, le tecnologie PEMEL e AEL permettono ad oggi di raggiungere efficienze di sistema pari a circa 65 e 70% rispettivamente, con una proiezione al 2030 di efficienze tra l'80 e 82%. Gli elettrolizzatori SOEL, che possono beneficiare di una efficienza più elevata per l'uso di calori industriali e l'impiego in ambiente industriale, dato per gratuito il calore di scarto, prevedo un consumo di elettricità pari a 40 kWh/kg di idrogeno prodotto. In questo confronto si usa il potere calorifico superiore (PCS), per l'idrogeno pari a 39 kWh/kg. In questo caso l'efficienza di produzione idrogeno sul consumo elettrico è pari a oltre il 97%, con un target al 2030 superiore al 100% (si ricorda che viene considerato gratuito il calore nel caso fornito da uno scarto, per la produzione di vapore).

Sulla produzione idrogeno altri target prestazionali importanti sono relativi all'aumento della densità di corrente, alla diminuzione del rate di degrado delle celle, alla riduzione/eliminazione dei materiali critici. Tutto questo avrà un'incidenza sul costo dell'idrogeno.

2. TRASMISSIONE e LOGISTICA (Q2)

Il trasporto di idrogeno può avvenire prevalentemente in due modalità: attraverso le reti gas (trasporto e distribuzione) o attraverso mezzi (trailers, navi). Nelle reti gas l'idrogeno viene trasportato in una forma compressa. Solitamente gli elettrolizzatori conferiscono idrogeno a una pressione tra 10 e 30 Bar. A valle della rete, per l'uso nel trasporto, l'idrogeno deve essere compresso a una pressione di 500 o 900 Bar, per poi essere decompresso all'interno del serbatoio di un veicolo a 350 o 700 Bar rispettivamente, la prima generalmente per i trasporti pesanti, la seconda per i trasporti leggeri.

Le perdite lungo le reti gas per il metano, sui 33.000 km di rete, sommando tutte le perdite fuggitive, le perdite pneumatiche, il fuel gas per la compressione, il fuel gas per il preriscaldamento rispetto al totale

⁸ <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness-Full-Study-1.pdf>



trasportato annuo è pari al 0,2%. Si stima che la perdita analoga per il trasporto di idrogeno sia nello stesso ordine di grandezza e inferiore a un valore dell'1%.

In generale, a parità di valore di compressione, la spesa energetica per l'idrogeno è circa il doppio della analoga spesa energetica per il metano, a parità di contenuto energetico della quantità di gas compressa.

Nella seconda modalità di trasporto, su trailer o nave, vi sono due modalità principali: l'idrogeno viene compresso (solitamente a 500 Bar in un trailer), oppure viene trasformato in un vettore idrogeno (organico) come l'ammoniaca, composti organici come il cicloesano, l'acido formico, facendolo reagire con una molecola a cui l'idrogeno si lega nel luogo di produzione e separando l'idrogeno dalla molecola legante nel luogo dell'utilizzo. Nel primo caso, l'efficienza di compressione sulla filiera dai 30 Bar all'uscita dell'elettrolizzatore ai 900 Bar alla stazione di rifornimento risulta circa analoga a quella del trasporto su rete, nel secondo caso si ha una perdita media di circa il 30% tra le reazioni di carico e di scarico dell'idrogeno. Questi vettori sono noti come LOHC – Liquid Organic Hydrogen Carriers e presentano, a discapito di una perdita di efficienza maggiore, alcuni vantaggi tra cui la maggior densità di energia, quindi costi di trasporto inferiori per singolo viaggio (viene caricata una quantità di idrogeno fino al doppio del traile a 500 Bar di pressione), oltre a minori problematiche di sicurezza legate al trasporto di un liquido non compresso e non infiammabile.

EFFICIENZA DELLE PILE A COMBUSTIBILE (Q3)

All'interno del veicolo elettrico a fuel cell la tecnologia predominante in uso è quella delle PEM, per robustezza della tecnologia, versatilità di uso, dinamica e rapidità della risposta. Questa tecnologia presenta dei valori di efficienza di conversione pari al 60%⁹. Si può ipotizzare un miglioramento della tecnologia a valori tra il 65 e il 70% entro il 2030. In realtà vi sono altri indicatori che permetteranno di rendere competitiva la tecnologia delle Fuel Cell per applicazioni automotive, tra cui:

- la densità di energia: al pari del settore batterie, si prevede che la densità di corrente e quindi di potenza per le fuel cells migliori tra lo stato dell'arte attuale e il 2030, circa raddoppiando. Questo migliorerà la performance del veicolo in relazione al peso e al costo della fuel cell;
- la durata degli stack: le fuel cell arriveranno ad aumentare la loro durata in termini di ore di funzionamento. Attualmente le fuel cell presentano tempi di vita tra le 5.000 e le 15.000 ore a seconda dei veicoli in cui sono utilizzate. Si prevede di raddoppiare la durata entro il 2030 arrivando a valori tra 10.000 e 30.000 ore. Se consideriamo una velocità media di 50 km/h, si parla di una durata tra 100.000 e 300.000 km. Vi sono in alcuni casi anche proiezioni più ottimistiche con lo sviluppo di stack per alte durate. Alcuni sviluppi attendono un tempo vita degli stack tra 50.000 e addirittura 80.000 ore (questo per le forme di trasporto pesante). In questo caso si parla di una percorrenza tra 2,5 e 4 milioni di km, portando abbondantemente a fine vita il veicolo senza necessità di costi per la sostituzione.

COSTO DI ADATTAMENTO DELLE VALVOLE DEI METANODOTTI (Q4)

Con riferimento alla domanda in merito ai costi di adattamento delle valvole in relazione alla compatibilità con l'idrogeno si evidenzia che SNAM, al fine di confermare la sostanziale idoneità dell'infrastruttura esistente ha, tra le altre cose, testato due tipologie di valvole di quelle comunemente presenti sull'infrastruttura di trasporto per verificarne la tenuta in presenza di idrogeno. Tali prove,

⁹ Valori riportati nei KPIs sia dell'FCH JU (EU) che del DOE (US)



eseguite secondo quanto previsto dalla norma ASME B31.12 “Hydrogen piping and pipeline”, hanno dato in entrambi i casi esito positivo.

Per quanto concerne la massima percentuale di blending all’interno dell’infrastruttura di trasporto si evidenzia che il piping utilizzato nella rete Snam è simile ed a volte coincidente per alcuni materiali con quello utilizzato per gli idrogenodotti ai sensi della ASME B31.12 “Hydrogen piping and pipeline”. I limiti sul blending sono principalmente legati alla tolleranza verso tale miscela delle apparecchiature/processi degli utilizzatori finali allacciati alla rete di trasporto.

FILIERA ITALIANA DELL’IDROGENO (Q5)

L’Italia può posizionarsi strategicamente in tutti i settori di riferimento della filiera idrogeno: produzione, logistica e trasporto, usi finali nel trasporto, industria e residenziale.

Sono presenti grandi operatori e aziende nel contesto nazionale, con ruolo importante nell’apertura del mercato. Le PMI, come le start up innovative, possono svolgere inoltre un importante ruolo di *business development* e di attrazione di capitali. L’industria italiana è supportata da centri di ricerca di rilevanza internazionale con competenze in grado di coprire tutti gli aspetti dalla ricerca all’innovazione e di supportare lo sviluppo sperimentale fino alla realizzazione del prodotto commerciale.

Le aziende e centri di ricerca che attualmente lavorano nel settore sviluppando soluzioni innovative specifiche per il settore dell’idrogeno sino ad ora si sono espresse e hanno portato avanti le attività con investimenti privati oppure utilizzando fondi europei. Queste aziende sono solo una parte di quelle che potenzialmente verrebbero coinvolte se l’idrogeno venisse utilizzato in tutti i settori. Lo sviluppo di un’economia dell’idrogeno investe una molteplicità di settori, energetici e non energetici, che permetterebbe di creare valore e posti di lavoro in tutti i settori; Industriale, Residenziale, dei Trasporti e dei Servizi. La produzione di componenti per la produzione, il trasporto, la distribuzione e lo stoccaggio dell’idrogeno, ad esempio, contribuiranno alla creazione di valore e di know how interno al nostro Paese. Inoltre, tutto il mondo degli usi finali si evolverà per utilizzare questo vettore energetico creando nuove opportunità di competitività per le aziende italiane e rafforzando anche i rapporti internazionali.

Grandi aziende italiane stanno investendo per aprire il mercato e possono garantire una leadership italiana nel mercato europeo e internazionale. Le start-up e le PMI nel campo dell’energia e nella fattispecie della produzione di “green hydrogen”, sono capaci di attrarre importanti investimenti dall’estero direzionati sul settore idrogeno. Grazie alle forti competenze di innovazione, queste aziende sono in grado non solo di collezione capitali e quindi creare valore, ma anche di esercitare una certa attrazione sui “cervelli” all’estero che tornano in Italia per dare il proprio contributo a questo cambiamento tecnologico e sociale.

- **Produzione:** la filiera italiana è costituita da grandi operatori che nel breve termine, tramite SMR, possono produrre idrogeno rinnovabile da biometano oppure idrogeno a basso contenuto di carbonio da metano (SMR con sistemi di cattura di carbonio appropriati) e da aziende leader su tecnologie di elettrolisi a bassa e ad alta temperatura, in crescita. Il sistema industriale presenta aziende leader a livello internazionale nella produzione di componenti avanzati della tecnologia, come elettrodi, componenti avanzati per il *Balance of Plant*. Inoltre, vi è la presenza in Italia di aziende EU ed extra-EU con impianti di produzione di elettrolizzatori a bassa temperatura su varie tecnologie.



- **Logistica e trasporto (inclusi asset di stoccaggio):** la produzione di idrogeno da SMR di biometano o di metano con sistemi di cattura del carbonio, attraverso la logistica con carri bombolai può sostenere la filiera dell'idrogeno rinnovabile nelle prime fasi di sviluppo. La rete gas è l'elemento strategico per abilitare una produzione capillare dell'idrogeno per immagazzinare l'eccesso di energia da fonti rinnovabili non programmabili. L'abilitazione della produzione capillare attiverrebbe lo sviluppo di un mercato nazionale con la presenza di tutte le applicazioni. Le reti gas possono fungere da enorme bacino di veicolazione dell'idrogeno prodotto, grazie a **tecnologie Power to Gas (P2G)** e di **Sector coupling**.

Si combina la strategia di sviluppo del mercato dell'idrogeno con gli accumuli, dove le aziende italiane produttrici di bombole per il trasporto in trailer e lo stoccaggio di grandi volumi di idrogeno compresso sono leader a livello internazionale.

- **Usi finali**, si dividono nelle seguenti categorie:

- **Trasporto:** sviluppo delle stazioni di rifornimento e della loro componentistica con aziende sia del settore reti gas che di quello dei gasisti. Per la parte mobilità i settori a maggior potenziale sono le filiere del trasporto marittimo, ferroviario, *material handling*, dei bus e dei mezzi pesanti. Il sistema produttivo nazionale ad oggi non presenta attività, ma è pronto a recuperare nella produzione dei componenti avanzati per il settore automobilistico, dai serbatoi di idrogeno ad alta pressione, ai sistemi di potenza.
- **Industria:** l'Italia ha settori produttivi sviluppati che vedono l'idrogeno come alternativa vantaggiosa a bassa emissione. L'uso dell'idrogeno come materia prima può variare da sintesi di prodotti chimici (e.g. ammoniaca, metanolo), a processi di idrogenazione per idrocarburi a maggior valore aggiunto, alla riduzione diretta di minerali ferrosi per la produzione dell'acciaio (e.g. tecnologia DRI). Inoltre, l'impiego quale combustibile per processi ad alta temperatura (e.g. forni di trattamento per acciaio e vetro).
- **Residenziale:** la conversione delle energie rinnovabili in idrogeno può contribuire alla gestione del picco termico invernale non risolvibile dalle reti elettriche stesse, con un impatto di emissioni carboniche analogo all'uso delle pompe di calore. In questo settore l'Italia esprime una filiera industriale molto ramificata.

LISTA DI OPERATORI NELLA FILIERA (NON ESAUSTIVA)

Università/Politecnico	PoliMi
	PoliTo
	Sapienza
	UniCAL
	UniGE
	UniMORE
	UniNA
	UniPd
	UniPE
	UniSa
	UniTO
Centri di ricerca	ATENA
	CNR itae
	ENEA
	EnviPark (Torino)
	FBK
	Hydrogen Park (Venezia)
Consulenza strategica soluzioni innovative H2	Cinque International srl
Gestori di HRS	IIT (Bolzano)
	H2IT



Associazioni	ANEV
	ANIGAS
	ANIMA
	Assolombarda
	CIB
	FAST
	Federchimica: AssoGasTecnici
	NGV Italy
Operatori rete gas	SNAM
Utility	A2A
	Edison
	ENI
	ENEL X
	ENERECO
	HERA
	IREN
	TERNA
Produttori celle elettrolitiche/ Integratori di sistema	Arco fuel cell
	CTS H2
	Elettronica Todescato
	Enapter
	Engie-EPS
	Genport
	Idrogeno, biogas e cogenerazione
	Mc Phy
	NextEnergy
	Pure Energy
	SolidPower
	SPI Consulting
Boiler e bruciatori	ICI Caldaie
	Baxi
	Giacomini
Produttori gas tecnici e logistica di distribuzione	Sapio
	Linde
	Air liquide
	SOL
	SIAD
Marittimo	Fincantieri
	H2Boat
	Società Portuale di Genova, Livorno, Napoli, Trieste, Venezia
Ferroviario	ALSTOM
	RFI/Trenitalia
	Trentino Trasporti
Automobili, bus e trasporto pesante	CNH Industrial
	Dolomitech
	Honda Italia
	Hyundai Italia
	Rampini
	Scania
	Toyota Italia
	Toyota Material Handling
Microelettronica (consumatori di Idrogeno)	ST Microelectronics
	MEMC (Novara e Merano)
Componenti settore idrogeno	Elektra srl
	Graf
	Graphite Tech srl
	IdroMeccanica srl
	Landi Renzo



	LG manufacturing graphite
	Masmec
	Nuvera
	SIAD Macchine Impianti
	Tecnigrafite srl
	Ufi Filters
Engineering, Procurement and Commissioning	Ansaldo Energia
	BHGE
	ErreDueGas
	Falck Renewables
	FinMeccanica
	Gruppo Leonardo
	Hysytech
	Maire Technimont
	Rina Consulting
	Thyssenkrup
	Techint
	Tecnodelta Impianti
	Tenova
Certificazione e Testing	KIWA
	RINA
Stoccaggio di Idrogeno	Faber
	GKN (Bolzano)
	Hydrogen Park (Venezia)
	MBN/Nanomaterialia-MATRES
Usi industriali	AST Gruppo Thyssen
	Hydrochem Italia (chimici)
	Ilva (acciaio)
	Tenaris
	Yara Italia S.p.A.(Ammoniaca)