

H₂

H₂

H₂

Cinque
INTERNATIONAL

Mobilità a idrogeno in Europa e nel mondo

POLICY BRIEF 2015/01

Roberto Francia

SOMMARIO

IN BREVE	2
1. CONTESTO	4
1.1 - Crisi del settore automobilistico e impatto dei trasporti stradali su ambiente e salute	4
1.2 – Politiche europee per qualità dell'aria e combustibili alternativi	5
1.3 – L'idrogeno figura tra i combustibili alternativi più importanti negli anni a venire.....	6
2. LE VETTURE A IDROGENO	9
2.1 – Tipologie di vetture a idrogeno.....	9
2.2 – I vantaggi dei veicoli a idrogeno e pile a combustibile.....	9
2.3 – Omologazione delle vetture e infrastrutture di rifornimento	13
3. TRASPORTO A IDROGENO IN EUROPA	14
3.1 – Il sostegno a livello europeo	14
3.2 – Il sostegno al livello dei singoli Paesi membri dell'Unione europea	16
3.2.1 – Germania.....	16
3.2.2 – Regno Unito.....	17
3.2.3 – Francia	17
3.2.4 – Italia.....	18
3.2.5 – Altri Paesi europei (UE ed extra-UE).....	20
4. TRASPORTO A IDROGENO NEL RESTO DEL MONDO	21
4.1 – Estremo Oriente: Corea del Sud, Giappone, Cina.....	21
4.2 – Stati Uniti	22
5. I PRODUTTORI DI AUTO A IDROGENO	23
5.1 – I programmi di sviluppo delle principali case automobilistiche	23
5.2 – Produttori indipendenti di vetture a idrogeno	24
6. BUS, MULETTI E ALTRE MODALITÀ DI TRASPORTO	26
6.1 – Bus a idrogeno	26
6.2 – Muletti a idrogeno	26
6.3 – Altre modalità di trasporto a idrogeno	27
CONCLUSIONI	28

IN BREVE

Le politiche pubbliche adottate in Europa per contribuire alla decarbonizzazione dei diversi settori economici e alla tutela della qualità dell'aria nelle aree urbane stanno gradualmente riducendo lo scarto tra i costi delle propulsioni tradizionali, composte da un motore a combustione interna collegato a un albero di trasmissione, e quelle più rispettose dell'ambiente. Tra queste figura la tecnologia dell'idrogeno e delle pile a combustibile per i trasporti, ormai matura. L'idrogeno, che rientra tra i combustibili alternativi sostenuti dalla recente direttiva 2014/94/UE, appare destinato ad assumere un ruolo sempre più rilevante nei prossimi anni.

Le vetture a idrogeno e pile a combustibile (o "celle" a combustibile, dall'inglese "fuel cells") sono vetture elettriche a tutti gli effetti, ma producono al proprio interno l'elettricità necessaria alla trazione, attraverso una reazione elettrochimica. Rispetto alle vetture elettriche a batteria presentano i vantaggi di un'autonomia elevata e di tempi di rifornimento di pochi minuti, ma avranno un costo complessivo superiore agli altri sistemi di propulsione fino alla metà del prossimo decennio. Tuttavia, gli investimenti infrastrutturali necessari a garantire un numero minimo di punti di rifornimento a idrogeno risultano essere di gran lunga inferiori a quelli necessari a garantire un numero minimo di punti di ricarica per le vetture elettriche a batteria.

Nell'Unione europea, la tecnologia dell'idrogeno e delle pile a combustibile rientra tra le otto priorità strategiche del SET-Plan. Esistono vari strumenti per il finanziamento delle infrastrutture necessarie allo sviluppo della mobilità a idrogeno, a cominciare dai fondi disponibili nel contesto delle reti TEN-T e del programma di ricerca, sviluppo e dimostrazione Horizon 2020. Inoltre, alcuni singoli Paesi membri hanno stanziato importanti risorse e figurano tra i pionieri dello sviluppo della mobilità a idrogeno. La Germania, in particolare, è il Paese che ha più investito a livello globale e prevede la circolazione sul proprio territorio di 1.800.000 vetture a idrogeno entro il 2030. L'Italia è l'unico tra i quattro grandi Paesi UE a non essersi ancora dotato di un piano di sviluppo per la mobilità a idrogeno, nonostante l'esistenza di rilevanti iniziative sul proprio territorio.

Al di fuori dell'Europa, i programmi più importanti vengono sviluppati in Corea del Sud e in Giappone. L'impegno del Paese del Sol Levante, in particolare, è paragonabile a quello della Germania, con circa mille punti di rifornimento a idrogeno previsti già nel 2025. In più, Tokyo ha avviato un sistema di incentivi che riesce a compensare almeno in parte lo scarto di prezzo tra le vetture a idrogeno e gli altri tipi di vetture disponibili in commercio. Negli Stati Uniti, lo Stato più avanzato in materia è senza dubbio la California, dove dovrebbero essere disponibili 100 punti di rifornimento a idrogeno aperti al pubblico entro il 2024.

Hyundai e Toyota hanno recentemente avviato la produzione in serie di propri modelli a idrogeno e pile a combustibile: la prima solo per flotte in leasing, la seconda anche per la vendita a singoli clienti. Tra le altre case automobilistiche che hanno investito su questa tecnologia e prevedono di introdurre propri modelli sul

mercato nei prossimi anni figurano i gruppi Honda, Daimler, General Motors, BMW e Volkswagen.

La mobilità a idrogeno e pile a combustibile, tuttavia, non si limita alle sole vetture leggere per trasporto passeggeri, ma è già una realtà per i bus urbani e per i muletti utilizzati dalle catene di distribuzione. Sono inoltre in cantiere progetti per avviare la mobilità a idrogeno su rotaia, che hanno il vantaggio di far risparmiare alle aziende di trasporto i costi legati all'installazione e alla manutenzione delle linee elettriche lungo le strade ferrate. La mobilità a idrogeno appare poi possibile anche su acqua.

Le opportunità in termini industriali e commerciali legate allo sviluppo della mobilità a idrogeno sono molto significative, essendo il giro d'affari di questo settore stimato in circa 60 miliardi di euro al 2030. Tuttavia, solo gli Stati che sapranno dotarsi degli strumenti di pianificazione necessari allo sviluppo della mobilità a idrogeno nel breve-medio periodo potranno permettere alle proprie imprese di beneficiarne pienamente.

1. CONTESTO

1.1 - Crisi del settore automobilistico e impatto dei trasporti stradali su ambiente e salute

In diversi Paesi europei, **i dati relativi al mercato dell'auto negli ultimi anni testimoniano di una forte crisi del settore**¹, mentre la **congestione del traffico** contribuisce significativamente ad abbassare il livello della qualità della vita nelle aree urbane. Inoltre, il ricorso massiccio ai combustibili fossili nei trasporti (96% a livello europeo) pesa in maniera significativa sulla bilancia commerciale di tutti i Paesi privi di grandi giacimenti di petrolio. Nel 2013, la Commissione europea ha valutato in **circa 1 miliardo di euro al giorno** il valore delle importazioni di greggio destinato ai trasporti nei 28 Paesi dell'Unione², dato che mette a nudo la **forte dipendenza energetica** della grande maggioranza dei Paesi europei dagli approvvigionamenti di combustibili fossili provenienti da Paesi terzi.

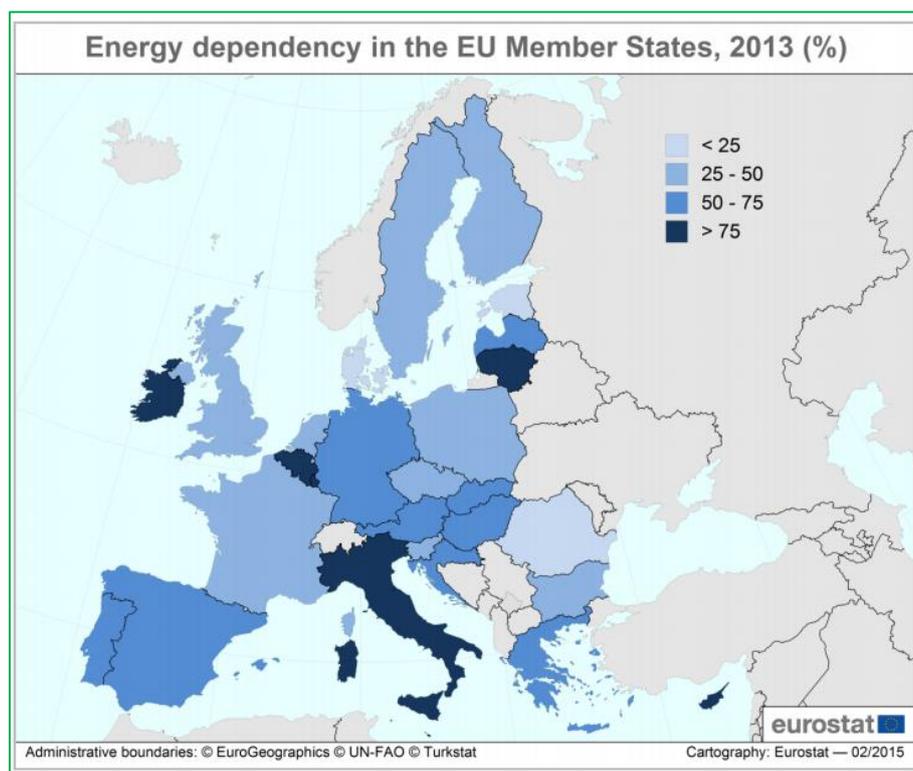


Fig. 1 – Livello di dipendenza energetica dall'estero dei Paesi membri UE. Fonte: [Eurostat News Release 25/2015](#), 9 febbraio 2015.

A questo va aggiunto che gli scarichi dei veicoli con motore a combustione interna rilasciano nell'atmosfera **gas a effetto serra ed altre sostanze dannose per l'ambiente e nocive per l'uomo**. Secondo l'**Agenzia Europea per l'Ambiente**³, infatti, nel territorio dei 28 Paesi membri UE il settore dei trasporti contribuisce da

¹ Le vendite annuali di veicoli leggeri in Europa sono diminuite di quasi un quarto tra 2007 e 2013, secondo un rapporto Alix Partners citato dal Financial Times. Cf. H. Foy, [Europe's auto market gloom to last until 2019](#), Financial Times, 16 giugno 2013.

² Cfr. [Energia pulita per i trasporti: una strategia europea in materia di combustibili alternativi](#), COM(2013) 17 del 24/01/2013.

³ [Air quality in Europe - 2014 report](#), Copenhagen, European Environment Agency, 19 novembre 2014.

solo ad oltre il 20% delle emissioni di anidride carbonica (CO₂), al 39% delle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), al 25% delle emissioni di monossido di carbonio (CO) e al 15% del particolato fine (PM_{2,5}). **Oltre il 90% della popolazione europea che vive nelle aree urbane sarebbe così esposta a livelli di inquinamento superiori ai massimali fissati nel 2005** nelle **linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità** (WHO), con tutto quello che ne consegue in termini di **morti premature** (400 mila nel solo 2011) e **costi per i sistemi sanitari nazionali**. Per questo, un numero crescente di città ha adottato piani di mobilità che limitano l'accesso ai mezzi privati dei non residenti in aree sempre più vaste all'interno dei rispettivi perimetri urbani. Le misure più drastiche sono state prese dalla città di Londra, che impone una tassa giornaliera corrispondente a quasi 15 euro (**congestion charge**) a tutti i veicoli con emissioni superiori a 99g CO₂/Km che circolano nel centro cittadino durante le ore lavorative. Tra le altre misure promosse dalle autorità pubbliche per favorire il ricorso a mezzi puliti possono inoltre figurare l'esenzione parziale o totale dal pagamento del bollo auto, nonché l'esenzione parziale o totale dal pagamento dei parcheggi.

1.2 – Politiche europee per qualità dell'aria e combustibili alternativi

A livello europeo sono stati inoltre adottati **standard sempre più stringenti in relazione alle emissioni dei veicoli e ai terminali di scarico**. Gli standard Euro 5 ed Euro 6, entrati in vigore rispettivamente nel settembre 2009 e nel settembre 2014, disciplinano le emissioni di monossido di carbonio (CO), idrocarburi non metanici e idrocarburi totali, ossidi di azoto (NO_x) e particolato (PM)⁴. Inoltre, a partire dal 2015 entreranno pienamente in vigore in Europa anche limiti relativi alle emissioni di anidride carbonica (CO₂) delle vetture di nuova immatricolazione, la cui media non potrà superare 130 g/Km, livello che scenderà a **95 g/Km a partire dal 2021**⁵. Limiti simili sono in vigore anche per i veicoli commerciali leggeri, con obiettivi fissati al 2017 e al 2020⁶. Per facilitare il raggiungimento degli obiettivi, il sistema prevede alcuni meccanismi flessibili che saranno in vigore fino al 2023, compreso un bonus iniziale per i produttori che includano nelle proprie flotte dei modelli a bassissime emissioni (cioè al di sotto di 50 gCO₂/Km). **In caso di mancato rispetto dei limiti è prevista una sanzione**, che a partire dal 2019 sarà pari a 95 euro per gCO₂/Km eccedentario a vettura. Sul lungo periodo (2050), **l'Unione europea punta a ridurre le emissioni di CO₂ nei trasporti del 60% rispetto ai livelli del 1990**, corrispondente a una riduzione pari a quasi il 70% rispetto ai livelli attuali⁷. Allo stesso modo, il legislatore europeo si è preoccupato anche dell'**inquinamento acustico derivante dal traffico automobilistico**,

⁴ Cfr. **Regolamento (CE) 715/17 del 20/06/2007** e successivi.

⁵ Cfr. **Regolamento (CE) 443/2009 del 23/04/2009** e **Regolamento (UE) 333/2014 dell'11/03/2014**. Gli obiettivi fissati per il 2015 e per il 2021 rappresentano riduzioni pari rispettivamente al 18% e al 40% della media del 2007 (158,7 gCO₂/Km). Tali livelli non si riferiscono alle emissioni di CO₂ di singoli modelli, ma alla media dell'intero parco auto messo sul mercato da ciascuna casa automobilistica. In termini di consumi, l'obiettivo al 2015 corrisponde a un massimo di 5,6 litri di benzina o 4,9 litri di gasolio ogni 100 Km, laddove l'obiettivo al 2021 corrisponde a un massimo di 4,1 litri di benzina e 3,6 litri di gasolio ogni 100 Km.

⁶ Per tali veicoli, i limiti sono fissati a 175 gCO₂/Km entro il 2017 e a 147 gCO₂/Km entro il 2020. Cf. **Regolamento (UE) 510/2011 dell'11/05/2011**.

⁷ Cfr. **Libro Bianco – Tabella di Marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti – Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile**, COM(2011) 144 definitivo del 28 marzo 2011.

imponendo limiti crescenti alla rumorosità di tutte le nuove vetture, con scadenze fissate al 2016, al 2020 e al 2024⁸.

Ai sensi della **direttiva sulle fonti rinnovabili (2009/28/CE)**, entro il 2020 il 10% dei consumi nel settore dei trasporti dovrà essere assicurato da **fonti rinnovabili**. Allo stesso modo, ai sensi della **direttiva sulla qualità dei combustibili (2009/30/CE)**, sempre entro il 2020 i fornitori dovranno garantire una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra prodotte durante il **ciclo di vita dei combustibili per i trasporti stradali** del 6% rispetto alla media comunitaria del 2010. Vi è poi la **direttiva sui veicoli puliti (2009/33/CE)**, che impone alle pubbliche amministrazioni e agli operatori che assolvono obblighi di servizio pubblico di tenere in conto di elementi quali le emissioni di CO₂ e di altre sostanze inquinanti, nonché il consumo energetico, nell'organizzazione delle **gare di appalto** per le flotte pubbliche.

Infine, per promuovere l'uso di veicoli che usano combustibili alternativi quali elettricità, gas e idrogeno, **anche lo sviluppo delle relative infrastrutture di rifornimento sarà presto armonizzato a livello europeo**. Ai sensi della **direttiva sulle infrastrutture per i combustibili alternativi (2014/94/UE)**, infatti, entro il 18 novembre 2016 ogni Paese membro dovrà aver adottato e notificato alla Commissione europea un **quadro strategico nazionale**, che potrà assumere la forma di un documento unico o di più documenti elaborati separatamente, in cui illustrare i propri obiettivi e le relative azioni di supporto per garantire lo **sviluppo di un mercato dei combustibili alternativi** e la realizzazione delle relative infrastrutture di rifornimento⁹. D'altra parte, gli stessi **orientamenti sulle reti transeuropee per i trasporti** prevedono già che i porti interni e marittimi, gli aeroporti e le strade rientranti nei corridoi della **rete centrale TEN-T** debbano consentire la decarbonizzazione dei trasporti attraverso miglioramenti dell'efficienza energetica e la realizzazione delle infrastrutture di rifornimento dei combustibili alternativi¹⁰.

1.3 – L'idrogeno figura tra i combustibili alternativi più importanti negli anni a venire

Questo complesso quadro normativo mira da un lato a limitare quanto possibile gli effetti negativi dei combustibili fossili su clima, ambiente e salute, dall'altro a **creare le condizioni per far emergere tecnologie per il trasporto** che, oltre ad essere più pulite, possano anche diminuire la dipendenza dell'Europa dalle importazioni e ne aumentino quindi il grado di **sicurezza energetica**. In effetti, le tecnologie che sono necessarie a garantire il passaggio graduale a un sistema di trasporti più sostenibile potrebbero difficilmente conoscere una diffusione di massa se il loro successo dipendesse esclusivamente dalle leggi del mercato. Tuttavia, è

⁸ Il limite per le vetture di serie sarà ridotto da 74 db a 68 db in 12 anni e ai veicoli più potenti sarà consentito un margine da 1 a 9 decibel in più. Cfr. **Regolamento (UE) 540/2014 del 16 aprile 2014 relativo al livello sonoro dei veicoli a motore e i dispositivi silenziosi di sostituzione**.

⁹ Ai sensi della direttiva sono considerati combustibili alternativi l'elettricità, l'idrogeno, i biocarburanti, i combustibili sintetici e paraffinici, il gas naturale liquefatto (GNL) e compresso (GNC), compreso il biometano, nonché il gas da petrolio liquefatto (GPL). Gli Stati membri saranno liberi di decidere se includere o meno l'idrogeno nei relativi piani strategici nazionali. Le infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici e le infrastrutture di rifornimento dei veicoli a GNC accessibili al pubblico negli agglomerati urbani dovranno essere realizzate entro il 2020, mentre per l'idrogeno, per il GNC in ambito extraurbano e per gli altri gas la scadenza indicata è il 31 dicembre 2025 (2030 nel caso del GNL per i porti adibiti alla navigazione interna).

¹⁰ Cfr. **Regolamento (UE) 1315/2013 dell'11/12/2013**.

stato osservato che l'insieme degli obiettivi fissati per il lungo periodo non sono raggiungibili, se non ricorrendo in maniera massiccia a combustibili alternativi quali biocarburanti, metano da fonti rinnovabili, elettricità e idrogeno¹¹. Si tratta di soluzioni tecnologiche alternative, ciascuna delle quali può essere più o meno adatta a seconda del contesto di riferimento. Ad esempio, per il trasporto pesante su gomma di lunga distanza, così come per il trasporto aereo, è probabile che si utilizzerà gran parte del potenziale dei biocarburanti e si farà ancora ricorso ai combustibili fossili, che per un lungo periodo non potranno essere del tutto sostituiti. Di conseguenza, **lo sforzo della decarbonizzazione dovrà essere concentrato soprattutto nel settore dei veicoli leggeri**, che per avvicinarsi a un livello di emissioni vicino allo zero entro il 2050 dovranno essere in buona parte a idrogeno o elettrici già entro il 2035. Per questo i combustibili alternativi non vanno visti come in concorrenza tra di loro, ma vanno intesi come **strumenti diversi per il raggiungimento degli stessi obiettivi**.

Come dimostrato anche dall'evoluzione dei quadri di riferimento a livello nazionale che illustreremo più avanti in questo studio, è dunque realistico aspettarsi uno **sviluppo significativo delle infrastrutture per il rifornimento a idrogeno** in tutti quei Paesi europei che decideranno di promuovere questo tipo di mobilità nel corso dei prossimi anni. D'altra parte, uno **studio McKinsey del 2010**¹² dimostra come il costo complessivo legato al possesso (*total ownership cost*) delle vetture a idrogeno e pile a combustibile convergerà con quello delle altre propulsioni disponibili sul mercato nei segmenti di categoria superiore (C, D, J) verso il 2025, quando si potranno realizzare le economie di scala derivanti da una produzione di massa. È da sottolineare che tale confronto non tiene conto del costo delle **esternalità negative di tipo ambientale, climatico e sanitario** legate alle emissioni dei gas a effetto serra e delle sostanze che contribuiscono all'inquinamento atmosferico, specialmente in ambito urbano: se questi costi dovessero essere internalizzati, il quadro sarebbe ben diverso già oggi¹³. In effetti, un recente studio di due ricercatrici della Stanford University ha concluso che **ogni ulteriore tonnellata di anidride carbonica emessa nel 2015 può causare fino a 220 dollari di danni economici**, tra cui figurano la diminuzione della produzione agricola, danni alla salute umana e la riduzione della produttività dei lavoratori¹⁴. Inoltre, come ricorda uno studio Bruegel del 2012¹⁵, se da un lato l'idrogeno-combustibile non è generalmente sottoposto ad accise, dall'altro il costo dell'elettricità usata per produrlo tramite elettrolisi è aggravato da una serie di imposte, cui si aggiungono i costi derivanti dall'inclusione del settore elettrico nel perimetro del **sistema europeo di scambio delle quote di emissione (ETS)**. Altre forme di produzione dell'idrogeno rientrano ugualmente tra i settori coperti dall'ETS.

¹¹ Cfr. Weeda, de Wilde, Wurster, Bünger, Schaap, Wallmark e Mulder, **Towards a comprehensive hydrogen infrastructure for fuel cell electric cars in view of EU GHG reduction targets**, HIT, Bruxelles, 8 ottobre 2014.

¹² McKinsey & Company, **A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis. The role of Battery Electric Vehicle, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles**, 2010. Lo studio focalizza l'attenzione su uno scenario che assume una penetrazione delle vetture a idrogeno e pile a combustibile pari al 25% del mercato europeo entro il 2050.

¹³ Cfr. I. Parry, D. Heine, E. Lis e S. Li, **Getting Energy Prices Right : From Principle to Practice**, Washington, D.C., International Monetary Fund, luglio 2014.

¹⁴ F.C. Moore e D.B. Diaz, **Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy**, Nature Climate Change, 12 gennaio 2015.

¹⁵ G. Zachmann, M. Holtermann, J. Radeke, M. Tam, M. Huberty, D. Naumenko e A. Ndoye Faye, **The great transformation: decarbonising Europe's energy and transport systems**, Bruxelles, Bruegel, 2012.

Idrogeno e sicurezza

L'idrogeno è una sostanza inodore, incolore e altamente infiammabile, che può dar luogo a esplosioni in ambienti confinati non adeguatamente ventilati. Per questo gli impianti di stoccaggio con capacità superiore alle 5 tonnellate rientrano nell'ambito di applicazione della **direttiva Seveso III**. Tuttavia, l'idrogeno non è né più né meno pericoloso di altri gas utilizzati in ambito domestico, come il metano o il gas da petrolio liquefatto (GPL). Se da un lato la regione di esplosività per l'idrogeno è molto più ampia sia rispetto al metano che al GPL, dall'altro il metano e il GPL sono esplosivi a concentrazioni molto più basse (13-65% per l'idrogeno, contro 6,3-13,5% per il metano e 3,1-7% per il GPL). Inoltre, l'idrogeno presenta il duplice vantaggio di non essere assolutamente tossico e di essere quindici volte più leggero dell'aria, per cui in caso di perdite non ha alcuna conseguenza sulla salute e si disperde molto rapidamente nell'atmosfera. L'utilizzo di questo gas in una serie di applicazioni industriali ha già permesso di sviluppare norme e protocolli di sicurezza per una sua corretta gestione. Nel settore dei trasporti, gli sforzi di ricerca e sviluppo hanno permesso di progettare serbatoi in materiali compositi rinforzati, capaci di resistere ad altissime pressioni, che offrono un adeguato livello di sicurezza anche in caso di incidente.

Nel 2013, il mercato globale dell'idrogeno è stato superiore ai 250 miliardi di metri cubi, per un valore complessivo superiore ai 96 miliardi di dollari. Anche grazie alle nuove politiche in materia di trasporti adattate in varie regioni del mondo, il mercato dovrebbe ulteriormente crescere, fino a raggiungere 324,8 miliardi di metri cubi nel 2020, per un valore stimabile in circa 141,4 miliardi di dollari ai prezzi correnti¹⁶.

¹⁶ **Global Market Study on Hydrogen: Electrolysis of Water Segment to Witness Highest Growth by 2020**, Persistence Market Research, New York, 5 marzo 2015.

2. LE VETTURE A IDROGENO

2.1 – Tipologie di vetture a idrogeno

Nel parlare di **vetture a idrogeno** bisogna in primo luogo distinguere tra quelle spinte da un motore a combustione interna e quelle a propulsione elettrica. Le prime bruciano idrogeno o una miscela di idrogeno e altri combustibili, in genere benzina oppure gas naturale (idrometano). Le seconde utilizzano motori elettrici, che vengono alimentati dalla corrente elettrica risultante dalla reazione elettrochimica dell'idrogeno immagazzinato nel serbatoio della vettura con l'ossigeno presente nell'aria, all'interno delle **pila a combustibile** (*fuel cells*) di cui tali vetture sono dotate. Queste rilasciano nell'atmosfera esclusivamente vapore acqueo, come evidenziato in un celebre **spot pubblicitario della Daimler**. Al contrario, le vetture con motore a combustione interna alimentato da idrogeno e benzina o da idrometano, per quanto molto più pulite rispetto a qualsiasi altra vettura tradizionale, rilasciano comunque gas serra ed altri composti derivanti dal processo di combustione, quali CO₂, CO, idrocarburi incombusti e particolato. Infine, la direttrice di sviluppo delle vetture a combustione interna alimentate a idrogeno liquido sembra al momento abbandonata, per limiti tecnici oltre che per ragioni di sicurezza¹⁷. **Oggetto di questo rapporto sono dunque esclusivamente le vetture a idrogeno e pile a combustibile**, disponibili sul mercato a partire dal 2015, su cui sono concentrati gli sforzi delle maggiori case automobilistiche.

Le pile a combustibile

Le pile a combustibile (dette anche « celle a combustibile », nell'uso corrente derivante dall'inglese « fuel cells ») sono convertitori elettrochimici che producono calore ed elettricità per ossidazione di un carburante e riduzione di ossigeno. L'energia chimica del combustibile viene dunque trasformata in energia elettrica e calore in assenza di combustione: per questo il processo di conversione non rilascia polveri sottili. Inoltre, i rendimenti di conversione sono maggiori rispetto a qualsiasi motore termico, essendo superiori al 50%. Il combustibile può essere costituito non solo da idrogeno, ma anche da altri prodotti quali gas naturale, metanolo, etanolo, biogas, GPL, benzina o gasolio, sotto forma sia liquida che gassosa. Esistono diversi tipi di pile a combustibile, che variano prevalentemente a seconda dell'elettrolita utilizzato e delle temperature raggiunte nel processo. Le pile possono essere utilizzate sia nel settore dei trasporti che per applicazioni stazionarie, con capacità che possono andare dal watt al megawatt. Ad esempio, nel 2018 è prevista l'entrata in funzione di una **centrale elettrica con pile a combustibile da 360 MW**, che alimenterà impianti industriali della città di Pyeongtaek, in Corea del Sud.

2.2 – I vantaggi dei veicoli a idrogeno e pile a combustibile

I costi elevati di investimento e i livelli di efficienza ancora insoddisfacenti delle pile a combustibile hanno impedito in passato lo sviluppo e la messa sul mercato di vetture a idrogeno, condizionando negativamente anche la creazione di una rete capillare di infrastrutture di rifornimento. Di conseguenza, le poche vetture prodotte

¹⁷ Se l'idrogeno immagazzinato nei serbatoi è allo stato liquido, è necessario mantenerlo a una temperatura di -253°C, con le conseguenze che questo comporta in termini di costi e di efficienza globale del processo.

fino ad oggi a scopi essenzialmente dimostrativi risultano di gran lunga più costose rispetto a qualsiasi altra vettura prodotta su larga scala. Grazie ai grandi progressi in ricerca e sviluppo compiuti nell'ultimo decennio, tuttavia, **le pile a combustibile sono oggi molto più efficienti che in passato, contengono quantità di platino molto inferiori e possono durare diverse migliaia di ore.** Secondo un rapporto del Parlamento francese¹⁸, nel 2013 il loro ciclo di vita aveva infatti raggiunto un numero di ore corrispondenti a una percorrenza di circa 150 mila km. Sul fronte costi, uno studio del Dipartimento per l'Energia degli Stati Uniti¹⁹ afferma che, assumendo una produzione di 500 mila unità l'anno, il costo medio di una pila a combustibile per i trasporti nel 2013 sarebbe stato inferiore di oltre il 50% rispetto ai livelli del 2006, attestandosi su 55 dollari/kW, un livello non troppo lontano dai 30 dollari/kW, obiettivo fissato per avvicinare il prezzo della tecnologia dell'idrogeno e delle pile a combustibile a quello delle vetture a motore termico. Queste valutazioni sembrano essere suffragate dalle dichiarazioni del gruppo Toyota, che afferma di aver ridotto il costo di produzione del sistema di propulsione e dei serbatoi dei propri veicoli a idrogeno del 95% rispetto ai livelli del 2002. A questo proposito va sottolineato che la flotta di 119 Chevrolet Equinox (gruppo General Motors), messa su strada nel 2007 nell'ambito del progetto Driveway negli Stati Uniti, ha percorso fino ad oggi quasi 5 milioni di Km, con alcune unità che hanno raggiunto i 200 mila Km di percorrenza²⁰.



Fig. 2 – Evoluzione del costo delle pile a combustibile per i trasporti, assumendo una produzione di 500 mila unità l'anno. Fonte: U.S. Department of Energy, *2013 Fuel Cell Technologies Market Report*.

Da quanto illustrato non sorprende come lo studio McKinsey già citato giunga alla conclusione che, **anche in assenza di incentivi, già nel medio periodo le vetture a idrogeno e pile a combustibile potranno essere competitive anche rispetto alle vetture tradizionali con motore a combustione interna.** Di questo parere sembra essere anche la Commissione europea, la cui **proposta originale di direttiva sulle infrastrutture per i combustibili alternativi** trasmessa al

¹⁸ L. Kalinowski e J.-M. Pastor, *L'idrogeno: vettore de la transition énergétique?*, Parigi, 19 dicembre 2013.

¹⁹ U.S. Department of Energy, *2013 Fuel Cell Technologies Market Report*, Washington, D.C., novembre 2014.

²⁰ *GM Fuel Cell Fleet Tops 3 Million Miles. Chevrolet Equinox fuel cell vehicles driven in real world reach milestone*, 7 maggio 2014.

Parlamento europeo e al Consiglio nel gennaio 2013, chiedeva agli Stati membri già dotati di stazioni di rifornimento a idrogeno di garantire una copertura sufficiente del territorio nazionale entro il 2020²¹.

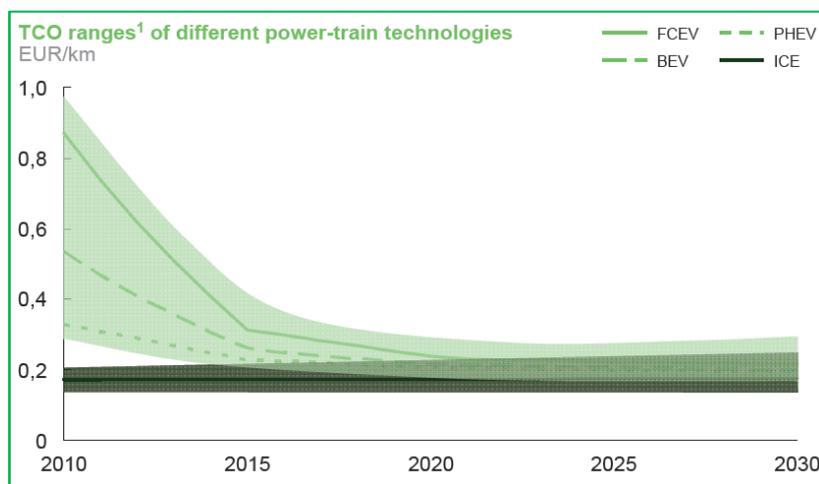


Fig. 3 – Proiezione al 2030 relativa al costo totale del possesso (TCO - total ownership cost) di vetture elettriche con pile a combustibile (FCEV), vetture elettriche a batteria (BEV), vetture elettriche ibride plug-in (PHEV), vetture con motore a combustione interna (ICE) nei segmenti C/D. Fonte: studio McKinsey cit.

Una vettura a idrogeno e pile a combustibile è a tutti gli effetti una vettura elettrica: ha un motore elettrico, è silenziosa, non emette gas a effetto serra, né emette altre sostanze pericolose o polveri sottili. L'idrogeno assume di fatto la funzione della benzina in una vettura ibrida: questo permette di risparmiare significativamente sul peso e sul volume delle batterie. Inoltre, l'idrogeno garantisce un'**autonomia di marcia** e un **tempo per il rifornimento** di gran lunga più interessanti, in quanto paragonabili a quelli delle vetture con motore a combustione interna di pari categoria. In aggiunta, le vetture a idrogeno e pile a combustibile assicurano prestazioni soddisfacenti anche a **temperature estreme**, diversamente dalle vetture a batteria. Oltre ai tempi di ricarica/rifornimento, a parità di costi la vettura a idrogeno presenta dunque importanti vantaggi nei confronti della vettura elettrica pura a batteria, poiché permette di percorrere tragitti extra-urbani anche molto lunghi e garantisce la stessa flessibilità di utilizzo delle vetture tradizionali, sia in ambito urbano che extraurbano. Infine, se da un lato le vetture elettriche a batteria possono presentare un'efficienza "dal pozzo alla ruota" superiore a qualsiasi altro sistema di propulsione, dall'altro la flessibilità dei sistemi di rifornimento delle vetture a idrogeno le rende molto più adatte per un mercato globale caratterizzato dalla **scarsità di infrastrutture di distribuzione elettrica intelligenti**, che sono indispensabili alla diffusione di massa delle vetture elettriche a batteria. In termini di investimenti infrastrutturali, inoltre, anche nei Paesi dotati di reti di distribuzione sufficientemente sviluppate, il **costo globale relativo allo sviluppo delle infrastrutture** per il rifornimento di idrogeno si dimostra inferiore a quello

²¹ All'art. 5.1, infatti, la proposta di direttiva prevedeva quanto segue: "Gli Stati membri sul territorio dei quali esistano già punti di rifornimento per l'idrogeno alla data di entrata in vigore della presente direttiva si assicurano che, entro il 31 dicembre 2020, sia disponibile un numero sufficiente di punti di rifornimento per l'idrogeno accessibili a tutti, a distanza non superiore a 300 km l'uno dall'altro, per consentire la circolazione dei veicoli alimentati a idrogeno sull'intero territorio nazionale".

delle infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici (a batteria o ibridi plug-in) a seguito della diffusione dei veicoli a idrogeno su larga scala²². Nel preparare la direttiva 2014/94/UE, la stessa Commissione europea ha illustrato come **gli investimenti necessari a garantire un numero minimo di infrastrutture per il rifornimento per i veicoli a idrogeno in Europa entro il 2020 sono stimabili in 123 milioni di euro**, a fronte dei quasi 8 miliardi di euro necessari per garantire un numero minimo di infrastrutture di ricarica per i veicoli elettrici²³.

Quale idrogeno per i trasporti?

L'idrogeno è generalmente considerato un vettore e non una fonte di energia, in quanto si trova raramente in natura e deve essere ricavato da altre molecole, quindi consumando energia. In effetti, in natura è presente nelle formazioni ofiolitiche o peridotiche (che in Europa si trovano soprattutto in Italia settentrionale, in Grecia, a Cipro, in Turchia e in Russia), ma i reali costi economici ed ambientali legati allo sfruttamento di tali giacimenti sono ancora oggi oggetto di studio. La maggior parte delle circa 60 milioni di tonnellate di idrogeno prodotte ogni anno a livello mondiale è così ottenuta attraverso un procedimento di trasformazione con vapore (*steam reforming*) di gas naturale, idrocarburi liquidi o carbone, che ha il vantaggio di essere molto efficiente ed economico, ma genera anche gas a effetto serra. Tuttavia, utilizzando idrogeno così prodotto si ottiene già una riduzione importante rispetto alle emissioni delle più moderne vetture diesel. Inoltre, con l'elettrolisi dell'acqua (scissione della molecola $2H_2O$ in $2H_2 + O_2$), l'idrogeno può essere prodotto anche utilizzando esclusivamente energia elettrica prodotta da impianti da fonti rinnovabili, garantendo in questo modo emissioni zero lungo tutto il processo. L'energia elettrica necessaria all'elettrolisi può essere anche prodotta da un impianto di generazione non allacciato in rete ed asservito a uno o più elettrolizzatori: questo permetterebbe, tra l'altro, di sfruttare tutto il potenziale delle fonti rinnovabili non programmabili anche in regioni prive di adeguate infrastrutture di trasmissione e distribuzione di elettricità.

Il costo dell'idrogeno utilizzato per i trasporti può variare anche significativamente, a seconda della tecnologia utilizzata per la sua produzione. Il modello dello studio McKinsey citato porta a concludere che **l'idrogeno potrà essere prodotto e venduto a prezzi concorrenziali già nel 2020** e che nel 2025 avrà un costo inferiore del 70% rispetto ai livelli del 2010²⁴. L'idrogeno distribuito oggi a Bolzano è prodotto tramite elettrolisi utilizzando energia elettrica proveniente da centrali idroelettriche ed è venduto a 13,98 €/Kg, valore che rende il costo di un pieno più o meno equivalente a quello di un pieno di gasolio. Con **meccanismi incentivanti** opportunamente studiati per promuovere la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili, sarebbe possibile già oggi assicurarne un prezzo di mercato concorrenziale, considerando anche i **possibili impieghi dell'idrogeno eccedentario nell'ambito di progetti power-to-gas (P2G)**²⁵. In Germania, dove l'obiettivo degli industriali è di sviluppare impianti P2G per una capacità fino a 1.000 MW entro il 2022, l'idrogeno prodotto per via elettrolitica è considerato biogas e come tale beneficia di una tariffa di acquisto incentivata.

²² Studio McKinsey cit.

²³ Commissione europea, [Commission Staff Working Document - Impact Assessment Accompanying the document Proposal for a directive on the deployment of alternative fuels infrastructure – SWD\(2013\) 5 final Part I](#), Bruxelles, 24 gennaio 2013.

²⁴ Va aggiunto che negli Stati Uniti, l'idrogeno per i trasporti è già oggi potenzialmente concorrenziale con la benzina, grazie al basso costo del gas di scisti, la cui produzione è destinata ad aumentare ulteriormente. Cf. M. Kratochwill e H. Yang, [Shale gas could drive economics of hydrogen fuel-cell vehicles](#), 1° agosto 2015.

²⁵ Con il termine **Power-to-Gas (P2G)** si definisce il processo di produzione di idrogeno per via elettrolitica, utilizzando soprattutto energia da fonti rinnovabili laddove questa sia abbondante e a basso costo. Tale soluzione è nata dall'esigenza di ridurre quanto possibile lo squilibrio tra domanda e offerta di energia in presenza di fonti rinnovabili non programmabili, attraverso la produzione di idrogeno usando l'energia elettrica eccedentaria rispetto alla domanda. L'idrogeno può essere immagazzinato per essere utilizzato nella generazione di elettricità nelle ore di picco dei consumi, oppure per essere valorizzato con altri tipi di applicazioni, ad esempio come combustibile nei trasporti o come gas da iniettare nella rete di distribuzione del gas naturale.

2.3 – Omologazione delle vetture e infrastrutture di rifornimento

Nei Paesi dell'Unione europea i veicoli a idrogeno non rientrano pienamente nell'ambito di applicazione della **direttiva sull'omologazione dei veicoli a motore (2007/46/CE)**, poiché le loro caratteristiche tecniche sono molto diverse da quelle dei veicoli tradizionali. Per questo, in via transitoria la loro omologazione è disciplinata dal **Regolamento CE 79/2009** e dal **Regolamento CE 406/2010**, che rendono quindi possibile una **procedura di autorizzazione unica**, valida in tutti gli Stati membri. Quanto alle infrastrutture di rifornimento a idrogeno, la nuova direttiva 2014/94/UE stabilisce **requisiti minimi** per la loro costruzione e impone **standard tecnici comuni**²⁶.

²⁶ Cfr. Allegato II direttiva 2014/94/UE.

3. TRASPORTO A IDROGENO IN EUROPA

3.1 – Il sostegno a livello europeo

Ad oggi circolano per le strade del mondo oltre 500 vetture a idrogeno, che si alimentano presso circa 200 stazioni di rifornimento, generalmente realizzate nell'ambito di progetti dimostrativi di vario tipo. Tra questi figura il **progetto europeo HyFIVE**: avviato nell'aprile 2014, prevede il dispiegamento di 110 vetture a idrogeno e l'apertura di sei nuove stazioni di rifornimento tra Regno Unito, Italia, Danimarca, Austria e Germania, per un investimento complessivo di 38 milioni di euro, co-finanziato dall'Unione europea con 18 milioni. Le case automobilistiche che vi partecipano con propri modelli sono BMW, Daimler, Honda, Hyundai e Toyota.

A livello europeo, la tecnologia dell'idrogeno e delle pile a combustibile è una delle otto promosse dalle iniziative strategiche sviluppate nell'ambito del **Piano Strategico per le Tecnologie Energetiche (SET Plan – Strategic Energy Technology Plan)**. In questo quadro, i fondi per ricerca, sviluppo e dimostrazione nel settore dell'idrogeno e delle pile a combustibile, sia per uso stazionario che per i trasporti, rientrano nel perimetro di **Horizon 2020**, il programma multiennale di finanziamento della ricerca (2014-2020), che ha sostituito il 7° Programma Quadro alla scadenza di quest'ultimo. Tuttavia, i **665 milioni di euro di fondi disponibili per il co-finanziamento di progetti su idrogeno e pile a combustibile** non sono gestiti direttamente né dai servizi della Commissione europea, né dall'**EASME** (Agenzia Esecutiva per le Piccole e Medie Imprese), ma dall'**Impresa Comune per le Pile a Combustibile e l'Idrogeno (FCH JU)**, un partenariato pubblico-privato istituito nel 2003²⁷. Questo permette di concentrare i fondi su quei settori e quelle applicazioni che l'industria e gli enti di ricerca ritengono prioritari, in quanto maggiormente suscettibili di sviluppo a livello industriale.

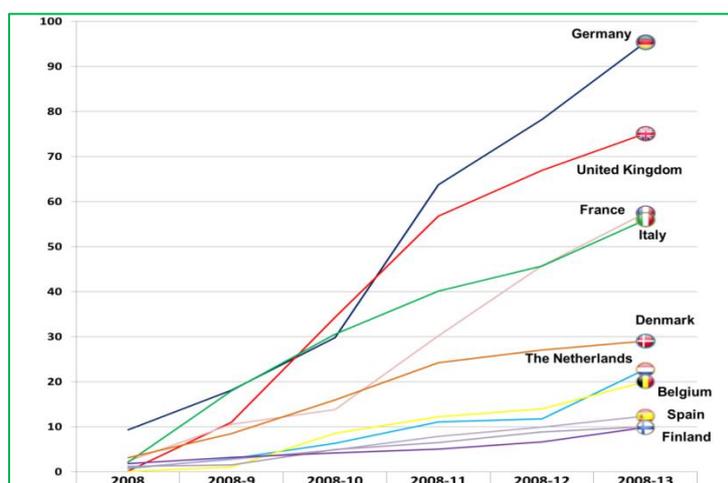


Fig. 4 – Contributi finanziari della FCH JU ai programmi di ricerca, sviluppo e dimostrazione degli Stati membri UE nel periodo 2008-2013 (in milioni di euro). Fonte: Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking.

²⁷ Ad oggi la FCH JU ha co-finanziato 155 diversi progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione del valore complessivo di 900 milioni di euro. Tra questi rientrano attività dimostrative che hanno portato all'apertura di oltre 20 stazioni di rifornimento a idrogeno, nonché la messa su strada di oltre 260 vetture ed oltre 74 bus.

Lo **strumento per collegare l'Europa (CEF)**²⁸, dotato di un **budget di oltre 26 miliardi di euro per il settore dei trasporti nel periodo 2014-2020**, rende ammissibile alle sovvenzioni la realizzazione nella rete centrale TEN-T di nuove tecnologie e innovazioni, comprese le infrastrutture per il rifornimento di combustibili puliti alternativi. Di questi, oltre 11 miliardi sono riservati ad investimenti negli **Stati membri destinatari del Fondo di Coesione**. Inoltre, la realizzazione dell'infrastruttura per i combustibili puliti alternativi nella rete globale TEN-T potrà beneficiare dell'assistenza finanziaria del CEF in forma di appalti e strumenti finanziari, quali obbligazioni per il finanziamento di progetti. Sono ugualmente disponibili specifici finanziamenti per le azioni che sfruttano le sinergie tra almeno due settori tra trasporti, energia e telecomunicazioni.

Il **Fondo europeo per gli investimenti strategici (EFIS)**, elemento centrale del **"Piano Juncker"** per il rilancio della crescita in Europa²⁹, combinerà inoltre fino a 21 miliardi di euro già disponibili tra i fondi di BEI, CEF e Horizon 2020 per stimolare fino a 252 miliardi di euro di investimenti privati nei settori riconosciuti come prioritari. Tra questi figurano trasporti, comprese le infrastrutture di rifornimento dei combustibili alternativi, fonti rinnovabili, banda larga, formazione, ricerca, sviluppo e PMI. Per essere finanziati, i relativi progetti dovranno essere avviati entro tre anni dal lancio del Fondo, che dovrebbe essere operativo entro l'estate 2015³⁰.

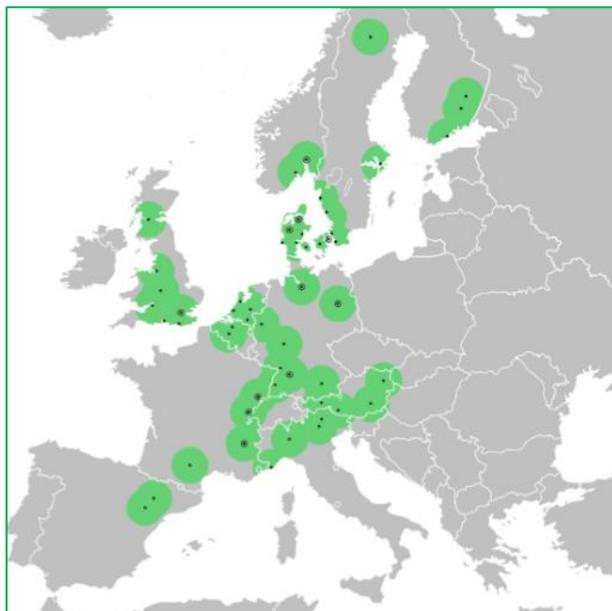


Fig. 5 – Stazioni di rifornimento a idrogeno operative o in via di realizzazione entro il 2015 (già finanziate) in Europa. Ogni punto indica una stazione di rifornimento, mentre i punti cerchiati indicano una serie di stazioni di rifornimento tra loro vicine. Le aree verdi indicano aree aventi un raggio di 106 km da ogni stazione di rifornimento, che viene considerato una distanza realistica per l'approvvigionamento di vetture aventi un'autonomia di almeno 500 km. Fonte: HIT, *Synchronised Implementation Plan*, dicembre 2014.

²⁸ Connecting Europe Facility (CEF), istituito dal [Regolamento \(UE\) 1316/2013 dell'11/12/2013](#) per co-finanziare progetti nei settori dei trasporti, dell'energia e della banda larga.

²⁹ Cfr. [Conclusioni del Consiglio europeo](#), Bruxelles, 18 dicembre 2014.

³⁰ Cfr. Sonja van Renssen, [Juncker's €300bn investment gamble – and what it might mean for energy](#), Energy Post, 27 novembre 2014.

3.2 – Il sostegno al livello dei singoli Paesi membri dell’Unione europea

3.2.1 – Germania

La Disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela ambientale riconosce la possibilità di concedere un **sostegno pubblico** per promuovere lo sviluppo delle infrastrutture necessarie alla erogazione di combustibili alternativi. Diversi Paesi europei hanno programmi di sviluppo della mobilità a idrogeno, che sono particolarmente ambiziosi nel caso della Germania. Dal dicembre 2002 la **Clean Energy Partnership** riunisce 19 partner industriali, **coordinati dal Ministero Federale per i Trasporti e l’Industria**, con lo scopo di testare e dimostrare l’uso dell’idrogeno come combustibile per il trasporto. A tal fine, governo federale, länder e industria hanno stanziato un **totale di 1,4 miliardi di euro per il periodo 2007-2016**, nell’ambito del **Programma Nazionale per l’Innovazione (NIP)**. Le stazioni di rifornimento di idrogeno in esercizio nel Paese saranno **50 entro la fine del 2015**, per un investimento totale stimato in circa 40 milioni di euro, a fronte di circa 5.000 vetture a idrogeno che dovrebbero essere in circolazione in quel momento. La localizzazione delle stazioni a idrogeno è stata determinata in funzione della domanda potenziale, concentrandosi dapprima nelle aree metropolitane, che andranno collegate tramite appositi corridoi dell’idrogeno. Inoltre, il **Piano d’Azione del progetto H₂ Mobility Initiative (H₂MI)**, cui aderiscono Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell e Total, prevede che il numero delle stazioni di rifornimento a idrogeno su scala nazionale dovrà raggiungere le **400 unità entro il 2023**, per un **investimento di circa 350 milioni di euro**. Infine, **nel 2030 i punti di rifornimento dovrebbero essere circa 1.000, a fronte di circa 1.800.000 vetture a idrogeno in circolazione**.

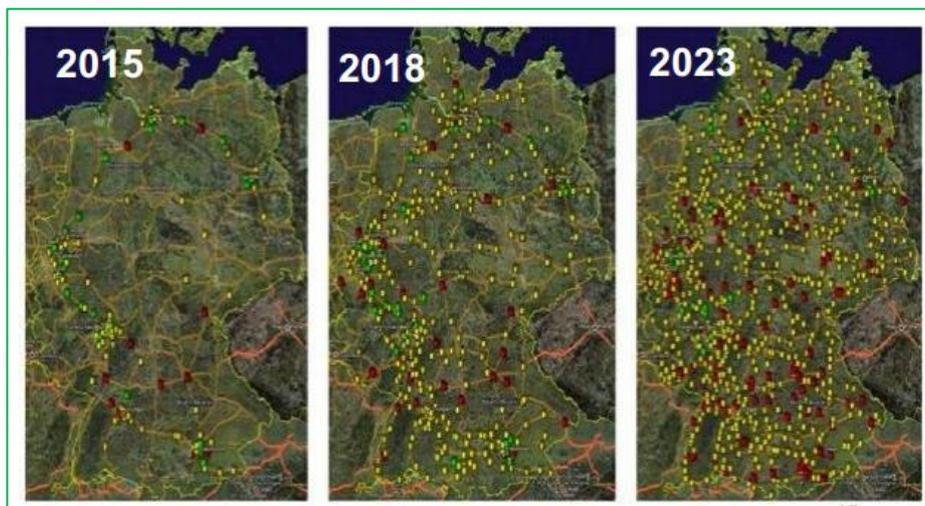


Fig. 6 – Sviluppo delle infrastrutture di rifornimento a idrogeno per i trasporti in Germania nel periodo 2015-2023. Fonte: Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking.

Vale la pena sottolineare che, come in altri Paesi, gli investimenti a favore della mobilità a idrogeno non escludono altri impegni in risorse pubbliche e private a favore di altre forme di mobilità alternativa, compresa quella elettrica a batteria: il

governo di Berlino ha infatti stanziato fondi consistenti con l'obiettivo di raggiungere 1 milione di immatricolazioni di veicoli elettrici a batteria entro il 2020, che tuttavia alla luce di dati recenti non appare realistico³¹.

3.2.2 - Regno Unito

Nel Regno Unito, con l'iniziativa **H₂Mobility**, governo e industria hanno pianificato l'apertura di **65 stazioni di rifornimento a idrogeno nei principali centri del Paese entro il 2020**, per un investimento stimato in 62 milioni di sterline (equivalente a circa 78 milioni di euro). Al fine di garantire una copertura adeguata del territorio nel momento in cui le vetture a idrogeno conosceranno una diffusione di massa (circa 1,6 milioni di veicoli), **le stazioni dovranno essere 1.150 entro il 2030**. L'investimento complessivo prima di raggiungere il punto di pareggio tra costi e ricavi delle infrastrutture di rifornimento sarà pari a 418 milioni di sterline (circa 535 milioni di euro). Di queste stazioni di rifornimento, 15 saranno operative entro la fine del 2015, anche grazie al contributo di 11 milioni di sterline (oltre 14 milioni di euro) stanziate dal governo nel settembre 2014. **Il 51% dell'idrogeno utilizzato nei trasporti dovrà essere prodotto da fonti rinnovabili attraverso l'elettrolisi dell'acqua**, garantendo in questo modo una riduzione delle emissioni del 60% nel 2020 e del 75% nel 2030 rispetto all'uso di un numero equivalente di vetture con sistema di propulsione tradizionale.

3.2.3 - Francia

Nel presentare il proprio **disegno di legge sulla transizione energetica**, il governo francese non aveva fatto menzione della mobilità a idrogeno. Per intervenire sui trasporti, settore che in Francia rappresenta il 27% delle emissioni totali di gas a effetto serra, è stata così data preferenza all'elettrico a batteria³², tecnologia sulla quale hanno concentrato i propri investimenti i gruppi automobilistici transalpini Renault e PSA³³. Tuttavia, in occasione del 17mo Consiglio dei Ministri franco-tedesco (31 marzo 2015), i Ministri dell'economia dei due Paesi hanno firmato una **dichiarazione comune sull'integrazione economica**, nella quale si annuncia la prossima costituzione di una "iniziativa comune sulla mobilità all'idrogeno", finalizzata al lancio di partenariati pubblico-privati per la diffusione delle vetture a idrogeno e delle relative infrastrutture di rifornimento.

La Francia è anche la patria di diverse aziende che stanno investendo nelle tecnologie dell'idrogeno e delle pile a combustibile e figurano tra i protagonisti di molti programmi per lo sviluppo della mobilità con combustibili alternativi. Nel 2011 un gruppo di esperti dell'ADEME (Agenzia per l'ambiente e la gestione dell'energia) ha sviluppato una **tabella di marcia strategica**, nella quale vengono

³¹ Germany to miss target for one million e-cars by 2020, Euractiv, 3 dicembre 2014.

³² Se, da un lato, le flotte di mezzi a disposizione delle pubbliche autorità dovranno essere composte per almeno il 50% da veicoli elettrici, ibridi plug-in o a basso livello di emissioni entro il 2020, dall'altro, è prevista l'installazione di 7 milioni di colonnine di ricarica per vetture elettriche o ibride plug-in su spazi pubblici entro il 2030.

³³ Renault è leader in Europa per i veicoli elettrici, con una quota di mercato pari al 31%. In tutto l'alleanza Renault-Nissan ha venduto fino ad oggi 200 mila veicoli elettrici in tutto il mondo, tre quarti dei quali prodotti dalla Nissan. Tuttavia, le vendite di vetture elettriche del gruppo sono state di gran lunga inferiori alle aspettative: nell'ottobre 2011, Carlos Ghosn prevedeva infatti che avrebbero raggiunto quota 1,5 milioni entro il 2016. Cf. Alessandro Vai, **Elettriche, Renault-Nissan a quota 200 mila. Ma l'auto a batteria non decolla**, Il Fatto Quotidiano, 6 dicembre 2014.

elaborati quattro diversi scenari al 2050 e vengono identificate specifiche priorità di ricerca e dimostrazione per lo sviluppo industriale delle tecnologie all'idrogeno, sia nei settori stazionari che nei trasporti. Sulla scia di questo studio, nel 2013 il **consorzio *Mobilité Hydrogène France***, composto da attori sia pubblici che privati (tra cui il Ministero per l'Ecologia, lo Sviluppo Sostenibile e l'Energia), ha cominciato a lavorare a un **Piano nazionale per il dispiegamento delle infrastrutture di rifornimento a idrogeno**, elaborato nel quadro del progetto **Hydrogen Infrastructure for Transport (HIT)** e concluso nel 2014. La strategia di sviluppo per la mobilità a idrogeno in Francia sarà incentrata sul **progressivo dispiegamento di flotte aziendali**, che potranno rifornirsi presso apposite stazioni aperte anche ai veicoli privati. A fronte delle due stazioni attualmente in esercizio nel Paese, è previsto che nel corso dei prossimi mesi saranno aperte tra le 20 e le 30 nuove stazioni, per raggiungere le **150 unità entro il 2020**.

3.2.4 - Italia

Nonostante due diversi tentativi avviati in passato (2004-2005 e 2009-2010), l'Italia è rimasta l'unico tra i quattro principali Paesi europei a non essersi ancora dotato di una piattaforma che permetta di replicare a livello nazionale l'esperienza dei partenariati pubblico-privato nel settore dell'idrogeno e delle pile a combustibile. Questo, anche in ragione del sostanziale disinteresse dimostrato dalla grande industria nazionale e dalla **priorità accordata al gas naturale e all'elettrico a batteria come combustibili alternativi per i trasporti**. L'Italia è infatti il primo mercato in Europa per i veicoli a metano, laddove le aziende italiane producono oltre il 60% della componentistica in questo settore a livello mondiale ed esportano i propri prodotti in tutto il mondo³⁴. Al fine di incentivare l'utilizzo del biometano nei trasporti, le regioni possono emanare procedimenti di autorizzazione semplificati per la realizzazione di nuovi impianti di distribuzione e per l'adeguamento degli esistenti³⁵. Inoltre, nel 2013 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha predisposto un **"Piano nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica" (PNIRE)**³⁶ al fine di garantire su tutto il territorio livelli minimi uniformi di accessibilità al servizio di ricarica, partendo dalle aree urbane. Nel breve periodo è previsto lo sviluppo di una rete di infrastrutture per la ricarica nelle aree urbane e metropolitane, che in seguito dovrebbe essere esteso alle aree extraurbane e autostradali. I punti di ricarica accessibili al pubblico dovranno essere 130 mila entro il 2020, con un rapporto tra punti di ricarica pubblici e privati che dovrà essere di 1 a 8. **Per l'attuazione del PNIRE, il Ministero ha previsto la costituzione di un fondo per il co-finanziamento degli investimenti infrastrutturali, avente una dotazione di oltre 47 milioni di euro.**

Nonostante lo scarso interesse dimostrato sino ad ora a livello centrale, l'**Associazione Italiana Idrogeno (H₂IT)** sta continuando a lavorare all'istituzione di una piattaforma nazionale che serva da **cabina di regia per coordinare le**

³⁴ In Italia circola il 77% delle auto a metano presenti in Europa e il 26% di quelle a GPL. Cf. il rapporto **Green economy e veicoli stradali: una via italiana**, Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 16 dicembre 2014.

³⁵ **Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28**.

³⁶ Approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 26 settembre 2014, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 280 del 2 dicembre 2014.

numerose iniziative di ricerca, sviluppo e dimostrazione in atto sul territorio nazionale e pianificare una strategia coerente di lungo periodo. A tal riguardo, in una sua **risoluzione** del febbraio 2014 la 10ma Commissione Permanente (Industria, Commercio, Turismo) del Senato ha sottolineato la necessità di procedere quanto prima al lancio di una piattaforma nazionale, anche al fine di rafforzare la posizione italiana nel concorrere ai finanziamenti europei disponibili nel quadro di Horizon 2020.

Incentivi a favore della mobilità sostenibile in Italia

In Italia, le “vetture a idrogeno” rientrano tra le tipologie che possono beneficiare degli **incentivi statali a favore della mobilità sostenibile**, gestiti da Invitalia per conto del Ministero per lo Sviluppo Economico. L'attuale sistema di incentivazione risale al Decreto Sviluppo 2012, che ha reso disponibili fino a 120 milioni di euro per il triennio 2013-2015. I contributi puntano a favorire l'acquisto di veicoli ad alimentazione alternativa (elettrici, ibridi, a metano, biometano, GPL, biocombustibili e idrogeno) con emissioni di CO₂ allo scarico fino a un massimo di 120 g/km. La metà delle risorse disponibili per il 2014 è stata destinata ai veicoli aziendali e a quelli ad uso pubblico, tra cui il car sharing e il noleggio, subordinatamente alla rottamazione di un veicolo. Fanno eccezione i fondi (50%) destinati ai veicoli con emissioni non superiori a 95 g/km, per i quali non è obbligatoria la rottamazione e che sono aperti a tutte le categorie di acquirenti, inclusi i privati cittadini. Tuttavia, la ridotta disponibilità di fondi per i privati ne ha comportato un rapido esaurimento sia nel 2013 che nel 2014.

Sei regioni italiane (Piemonte, Lombardia, Veneto, Toscana, Lazio, Abruzzo) e due province autonome (Trento e Bolzano) aderiscono a **HyER**, un'associazione con sede a Bruxelles che promuove la mobilità elettrica e con idrogeno e pile a combustibile nelle regioni europee, anche partecipando come partner a progetti dimostrativi. Infine, sul fronte mobilità varie imprese stanno lavorando al lancio **dell'Iniziativa Italiana per la Mobilità a Idrogeno (InIMI)**, che avrà il compito di elaborare un **Piano d'azione** per la realizzazione di un numero sufficiente di stazioni di rifornimento sul territorio nazionale all'orizzonte 2025.

Nonostante l'attuale assenza di un quadro di riferimento a livello nazionale, tuttavia, anche in Italia sono in fase di sviluppo progetti tesi a favorire la mobilità pulita a idrogeno. **Con il programma H₂Südtirol, l'Alto Adige ha fissato l'obiettivo di raggiungere l'autosufficienza energetica ed azzerare le emissioni nei trasporti entro il 2050.** Nei prossimi sei anni dovrebbero essere installate 24 stazioni di rifornimento a idrogeno su tutto il territorio della Provincia di Bolzano. A queste dovrebbero aggiungersi, a partire dal 2017, altri quattro distributori previsti per la tratta italiana del c.d. **“Corridoio Verde”**, che dovrebbe consentire di viaggiare da Modena a Stoccarda via Monaco con vetture a idrogeno.

Il primo impianto di produzione e distribuzione in Alto Adige è stato inaugurato nel giugno 2014 all'uscita Bolzano Sud della A22. L'idrogeno è prodotto per via elettrolitica utilizzando l'energia idroelettrica generata in zona, mentre per le altre stazioni è previsto l'uso di fonti rinnovabili non programmabili e infrastrutture di accumulo. Con una capacità pari a 1,5 milioni di metri cubi di idrogeno prodotto ogni anno, la stazione di Bolzano è in grado di rifornire una ventina di bus o quasi mille automobili. Ad oggi sono entrati in servizio cinque bus Daimler, in dotazione

dell'azienda di trasporti locale, e dieci SUV Hyundai ix35 FC, messi a disposizione dei privati in leasing. Il progetto è stato in gran parte finanziato con fondi FESR 2007-2014, mentre l'acquisto dei veicoli è stato co-finanziato con fondi FCH-JU nell'ambito dei progetti **CHIC (Clean Hydrogen in European Cities)** e **HyFIVE (Hydrogen for Innovative Vehicles)**, in cui sono coinvolte diverse città europee.

A parte Bolzano, bus a idrogeno con pile a combustibile sono stati acquistati dalle municipalizzate di **Milano** (3) e **Sanremo** (5), sempre nell'ambito del progetto europeo CHIC. A **Roma** saranno presto in circolazione altri 5 bus a idrogeno con pile a combustibile, nell'ambito del progetto europeo 3Emotion. In **Val di Fiemme** (TN), inoltre, sono in uso una coppia di minibus prodotti dall'azienda trentina **Dolomitech**, derivati dal Fiat Ducato. Infine, a seguito della positiva conclusione della fase sperimentale del **progetto Mhybus**, a **Ravenna** dovrebbe essere presto in servizio una flotta di 10 bus a idrometano della **BredaMenarinibus**.

3.2.5 - Altri Paesi europei (UE ed extra-UE)

Danimarca, Svezia e Norvegia aderiscono alla **Scandinavian Hydrogen Highway Partnership**, un partenariato pubblico-privato che mira a fare della Scandinavia una delle prime regioni in Europa per lo sviluppo della rete di stazioni di rifornimento a idrogeno. L'obiettivo è il completamento di **45 stazioni di rifornimento a idrogeno entro il 2015**, che dovrebbero alimentare fino a 100 bus a idrogeno, 500 vetture e 500 veicoli speciali. In questo contesto, la Danimarca ha adottato un proprio **Piano nazionale** per lo sviluppo delle infrastrutture di rifornimento di idrogeno nei trasporti, sviluppato nel quadro del progetto europeo **Hydrogen Infrastructure for Transport (HIT)**, finanziato con fondi TEN-T.

Nell'ambito dello stesso progetto sono stati inoltre sviluppati anche i **Piani nazionali di Svezia e Paesi Bassi**³⁷, che prevedono l'apertura di un numero di stazioni di rifornimento pari rispettivamente a 5 entro il 2016 e 30 entro il 2017. Inoltre, nell'ambito del progetto HIT-2-Corridors saranno presto sviluppati anche i Piani nazionali di **Finlandia, Polonia e Belgio**, oltre a un Piano per la **regione di Riga (Lettonia)**.

In **Svizzera**, infine, il consorzio H₂-Mobility Initiative ha annunciato l'obiettivo di avviare la commercializzazione di vetture a idrogeno nel Paese nel 2016, al fine di raggiungere un **numero di unità in circolazione compreso tra le 500 mila e le 800 mila entro il 2030**, mettendo in servizio 15 stazioni di rifornimento nei primi anni³⁸.

³⁷ Come visto in precedenza, anche il piano di Hydrogène Mobilité France è stato sviluppato con il contributo dei fondi europei del progetto HIT.

³⁸A. Martin, P. Dietrich, **Analysis of the Situation to Realize an Initial Market for H₂-Vehicles in Switzerland**, H₂-Mobility Swiss, 2013.

4. TRASPORTO A IDROGENO NEL RESTO DEL MONDO

4.1 – Estremo Oriente: Corea del Sud, Giappone, Cina

Al di fuori dell'Europa, i programmi più importanti vengono sviluppati in **Corea del Sud** e in **Giappone**. Il governo di Seoul, che ha stanziato l'equivalente di oltre 470 milioni di euro tra 2004 e 2011, prevede l'attivazione di **500 stazioni di rifornimento a idrogeno entro il 2020**, anno entro il quale il numero di veicoli a idrogeno in circolazione dovrebbe raggiungere le 50 mila unità. I nuovi posti di lavoro creati con l'indotto sono stimati in almeno 560 mila. Tokyo, che ha stanziato l'equivalente di circa 800 milioni di euro tra 2008 e 2012, conta invece di raggiungere il numero di **mille stazioni di rifornimento entro il 2025, anno in cui le vetture a idrogeno ivi circolanti dovrebbero essere un milione**.

In assenza di una produzione di massa e di economie di scala, il prezzo di listino delle prime vetture a idrogeno prodotte in serie sarà necessariamente alto. Per facilitarne la diffusione e lo sviluppo, il governo giapponese ha quindi recentemente annunciato una politica di generosi **sussidi e incentivi fiscali**, nel quadro di una **tabella di marcia finalizzata alla promozione dell'economia all'idrogeno**, seguita all'adozione del **4° Piano Energetico Strategico** (aprile 2014). Tra le misure annunciate, figurano il rinnovo del parco auto governativo con vetture a idrogeno e **sussidi pari a 2 milioni di yen (circa 14 mila euro) per ogni nuova vettura a idrogeno acquistata**³⁹. L'obiettivo è fare in modo che il prezzo di acquisto di una vettura a idrogeno scenda fino all'equivalente di circa 15 mila euro entro il 2025. Questa misura appare in effetti compatibile con le proiezioni sviluppate dall'industria, che in assenza di incentivi prevedono una discesa dei prezzi delle vetture di segmento C/D da una media di 60 mila euro nel 2015 a 30-35 mila euro nel 2020 e 21-25 mila euro nel 2030⁴⁰.

In **Cina** sono previste 5 stazioni di rifornimento per le circa mille vetture a idrogeno che dovrebbero essere in circolazione nel Paese entro la fine del 2015. Nel corso del 2014, una piccola flotta composta da tre vetture a idrogeno del gruppo **SAIC Motor Corp.** ha attraversato 64 città e 15 province nelle condizioni ambientali più disparate, percorrendo 10 mila Km in 52 giorni⁴¹. Per far fronte efficacemente agli alti livelli di inquinamento atmosferico nei centri urbani, **entro il 2020 il governo mira ad avere in circolazione nel Paese 5 milioni di vetture "a energia nuova"**. In questa categoria rientrano esclusivamente le tecnologie dell'elettrico a batteria, dell'ibrido e dell'idrogeno con pile a combustibile, per le quali è in vigore un sistema di incentivi fino al 2020 e l'esenzione dall'imposta sull'acquisto fino al 2017. Inoltre, entro il 2016 almeno il 30% dei veicoli di nuova immatricolazione a disposizione delle pubbliche autorità dovrà essere a trazione alternativa⁴².

³⁹ **Japan Moves to Fast-Track Cars Powered by Hydrogen Fuel Cells**, New York Times, 26 giugno 2014.

⁴⁰ Cfr. Studio McKinsey cit.

⁴¹ **Record in China: 10,000 km traveled by three cars fueled with hydrogen provided by Air Liquide**, 17 dicembre 2014.

⁴² **China Requires 30% of State Cars Use Alternative Energy**, Bloomberg, 14 luglio 2014.

4.2 – Stati Uniti

Non mancano altri esempi di attività governative a sostegno delle vetture a idrogeno e della mobilità a emissioni zero più in generale. Negli **Stati Uniti**, la Presidenza Bush aveva puntato molto sullo sviluppo del trasporto pulito a idrogeno, ma negli ultimi anni l'accento è stato posto sulle "vetture a zero emissioni" più in generale, al fine di includere nei programmi governativi anche le vetture elettriche a batteria. A livello federale è in vigore l'obiettivo di diminuire le importazioni nette di petrolio del 50% entro il 2020⁴³. Per lo stesso anno le emissioni di CO₂ dovranno essere diminuite del 17% rispetto ai livelli del 2005, mentre la riduzione dovrà essere pari all'83% entro il 2050⁴⁴. Nuovi standard introdotti a livello federale nel 2012, inoltre, comporteranno il **raddoppio dell'efficienza dei veicoli leggeri in circolazione**, che in media dovranno emettere non più di 90 gCO₂/Km e dovranno essere in grado di percorrere oltre 23 Km per litro di carburante entro il 2025⁴⁵. Otto Stati, che rappresentano il 23% del mercato delle auto a livello federale (California, Oregon, Connecticut, Maryland, Massachusetts, New York, Rhode Island e Vermont) hanno sottoscritto un ambizioso **piano d'azione**, mirante a creare le condizioni normative e di mercato per fare in modo che il numero delle vetture a zero emissioni raggiunga quota 3,3 milioni entro il 2025, contro le 200 mila di oggi a livello federale. In questo contesto, la **California** si è dotata di una normativa in base alla quale entro il 2025 almeno il 15% di tutte le vetture di nuova immatricolazione dovranno essere a zero emissioni. Nell'ambito dell'iniziativa **California Fuel Cell Partnership**, nel 2012 è stata sviluppata una **tabella di marcia** che prevede l'apertura di almeno 68 stazioni di rifornimento a idrogeno entro l'inizio del 2016, con l'obiettivo di arrivare a **100 stazioni entro il 2024**. Almeno 20 milioni di dollari l'anno saranno resi disponibili dal governo locale per finanziare costi di investimento e di funzionamento delle nuove stazioni di rifornimento fino al raggiungimento di tale obiettivo. **Almeno un terzo dell'idrogeno utilizzato per l'autotrazione dovrà derivare da fonti rinnovabili e i veicoli a idrogeno previsti in circolazione in California dovrebbero essere 50 mila già nel 2017**. Nel marzo 2013 è stata infine lanciata **H₂ USA**, un partenariato pubblico-privato cui partecipa tra gli altri il Dipartimento per l'Energia, avente lo scopo di coordinare le iniziative per la realizzazione delle infrastrutture necessarie allo sviluppo del trasporto a idrogeno nel Paese.

⁴³ **Reducing America's Dependence on Foreign Oil As a Strategy to Increase Economic Growth and Reduce Economic Vulnerability**, The White House, 29 agosto 2013.

⁴⁴ Cfr. **President to Attend Copenhagen Climate Talks**, The White House, 25 novembre 2009; **Cutting carbon pollution, protecting American communities, and leading internationally. President Obama's Climate Action Plan Progress Report**, The White House, Washington, D.C., giugno 2014.

⁴⁵ **Obama Administration Finalizes Historic 54.5 MPG Fuel Efficiency Standards**, The White House, 28 agosto 2012.

5. I PRODUTTORI DI AUTO A IDROGENO

5.1 – I programmi di sviluppo delle principali case automobilistiche

Al termine di oltre un decennio di investimenti in ricerca, sviluppo e dimostrazione, **la tecnologia delle vetture a idrogeno e pile a combustibile è ormai matura per passare alla fase della commercializzazione**⁴⁶. Da quanto illustrato in precedenza non sorprende che le case automobilistiche che hanno più investito sullo sviluppo della mobilità a idrogeno siano Hyundai, Toyota, Daimler, Honda, General Motors e BMW⁴⁷. Nel 2013, la **Hyundai** è stata la prima casa ad avviare la produzione in serie della versione a idrogeno di una sua vettura in listino, il SUV ix35 (modello conosciuto come Tucson in America settentrionale). Destinate inizialmente al noleggio per flotte pubbliche o aziendali, le ix35 FC sono prodotte al ritmo di mille unità l'anno e dovrebbero passare a una produzione di 10 mila unità l'anno, dopo il 2015. Nell'estate 2015 la **Toyota** comincerà la commercializzazione al di fuori del Giappone della sua prima berlina a idrogeno di serie, la **Mirai**⁴⁸, mentre la controllata **Lexus** dovrebbe proporre una versione a idrogeno del suo modello LS nel 2017. Nella primavera 2016 dovrebbe inoltre essere disponibile un modello a idrogeno della **Honda**, che ha tra l'altro concluso un accordo per lo sviluppo di pile a combustibile e serbatoi di nuova generazione con la **General Motors**.

Toyota Mirai: la berlina del futuro

La Mirai ("Futuro" in lingua giapponese) è la prima vettura alimentata a idrogeno ad essere prodotta in serie e ad essere messa ufficialmente in vendita per il grande pubblico.

La vettura, che ha una potenza di 154 cavalli, un'accelerazione da 0 a 100 Km/h di 9,6 secondi e un'autonomia di oltre 650 Km, è prodotta nella fabbrica di Motomachi, in Giappone, precedentemente adibita alla produzione della Lexus LFA. La fase di prove su strada della vettura, iniziata nel 2008, ha portato 100 prototipi a percorrere almeno 20 mila Km ciascuno nelle strade di Giappone e Stati Uniti, per un totale di oltre 2 milioni di Km. A seguito di tali prove, i tecnici della Toyota hanno concluso che la vettura è almeno 1,7 volte più efficiente di una vettura ibrida.

La Mirai è disponibile in Giappone dal 15 dicembre 2014 e sarà commercializzata in Danimarca, Germania e Regno Unito a partire dall'estate 2015, e negli Stati Uniti a partire dall'autunno 2015. Il prezzo di vendita sarà diverso a seconda dei mercati: in Giappone è equivalente a circa 49 mila euro tasse incluse, ma con gli incentivi governativi supera di poco i 35 mila euro; negli Stati Uniti sarà pari a circa 46 mila euro, ma anche in questo caso potrà scendere fino a circa 36 mila euro con gli incentivi disponibili a livello statale e federale; in Germania dovrebbe essere invece pari a 66 mila euro (IVA esclusa). Quanto alle vendite, l'obiettivo è quello di raggiungere le 400 unità in Giappone entro la fine del 2015, tra le 50 e le 100 vetture l'anno in Europa nei primi anni e non meno di 3 mila unità negli Stati Uniti entro la fine del 2017. Esistono tuttavia anche piani per l'utilizzo della vettura in leasing, comprensivi del costo del carburante. Quanto alla garanzia, sarà di otto anni o 160 mila Km. Toyota prevede di produrre fino a 700 unità entro la fine del 2015, aumentando in seguito la produzione in funzione dell'evolversi della domanda. L'obiettivo è arrivare a vendere decine di migliaia di unità in tutte le regioni del mondo dotate di infrastrutture di rifornimento entro il 2020.

⁴⁶ Secondo lo studio McKinsey cit., già nel 2010 le flotte dimostrative avevano percorso complessivamente oltre 15 milioni di km in tutto il mondo.

⁴⁷ Nel settembre 2009 le principali case automobilistiche mondiali (Daimler AG, Ford Motor Company, General Motors Corporation/Opel, Honda Motor Co., Ltd., Hyundai Motor Company, Kia Motors Corporation, alleanza Renault SA/Nissan Motor Co. Ltd. e Toyota Motor Corporation) hanno firmato una **lettera d'intesa** nella quale veniva annunciato l'obiettivo di avviare la commercializzazione di vetture a idrogeno entro il 2015, a condizione che vi fosse un numero sufficiente di stazioni di rifornimento.

⁴⁸ Fino al 2020 Toyota condividerà a titolo gratuito le circa 5.680 licenze sui propri brevetti per le tecnologie delle pile a combustibile, al fine di facilitare la diffusione delle vetture a idrogeno.

Il gruppo **Daimler** dovrebbe cominciare la produzione in serie di modelli a idrogeno per il grande pubblico nel 2017, in virtù di un accordo concluso con **Ford** e **Nissan**, cominciando con 50 mila unità l'anno. Le pile a combustibile saranno prodotte nello stabilimento di Burnaby, in British Columbia (Canada), in cui il gruppo tedesco ha investito l'equivalente di circa 36,5 milioni di euro. Quanto a **BMW**, dopo aver sviluppato il filone delle vetture a idrogeno liquido e motore a combustione interna, la casa bavarese utilizzerà su licenza il sistema di trazione con pile a combustibile sviluppato dalla Toyota e introdurrà propri modelli sul mercato nel 2020. Tra le altre case che prevedono la commercializzazione di veicoli a idrogeno e pile a combustibile nei prossimi anni figurano inoltre **Kia** (gruppo Hyundai) e il gruppo **General Motors**. Il gruppo **Volkswagen/Audi**, che avvierà la produzione in serie e la messa sul mercato di proprie vetture a idrogeno solo dopo il 2020, ha concluso un contratto pluriennale per lo sviluppo di pile a combustibile con l'azienda canadese Ballard del valore compreso tra 42 e 70 milioni di euro⁴⁹. Volkswagen ha inoltre concluso un accordo con il gruppo cinese **SAIC** in materia di infrastrutture per l'approvvigionamento di idrogeno e standard per le pile a combustibile⁵⁰. Per il momento, le **case francesi** sembrano puntare esclusivamente sulle vetture elettriche a batteria, nonostante l'accordo di partenariato concluso dalla Nissan con Daimler, mentre il **gruppo anglo-olandese FCA** punta sullo sviluppo del trasporto a metano e GPL⁵¹.

5.2 – Produttori indipendenti di vetture a idrogeno

Visti i costi ancora alti delle vetture, nei primi anni di commercializzazione gli unici modelli a idrogeno immessi sul mercato saranno berline o SUV, che andranno a competere con i modelli a motore a combustione interna o elettrico rientranti nelle fasce medio-alte di mercato. Oltre ai grandi gruppi, tuttavia, esistono **piccoli produttori indipendenti**, che hanno sviluppato vetture compatte che sono il frutto di attività di ricerca e sviluppo portate avanti per oltre un decennio. Tra questi figurano la **Microcab**, spin-off dell'Università di Coventry, in Inghilterra, e altre aziende tra cui **Riversimple** (Regno Unito), **Elano Mobile** (Germania) e **Symbio FCell** (Francia).

I produttori indipendenti non puntano necessariamente sulla vendita a clienti finali, ma si rivolgono a una nicchia di mercato, quella costituita dalle **flotte pubbliche o private in ambito urbano**, come taxi, vetture per il trasporto delle merci in città (mini-van), oppure car sharing o noleggio a breve termine. È in questo contesto che Microcab ha in cantiere lo sviluppo di un **innovativo sistema integrato di mobilità sostenibile in ambito urbano**, usando idrogeno prodotto esclusivamente con energia da fonti rinnovabili, che intende realizzare nella regione mediterranea. Abbinando una flotta di 200 vetture in uno schema di car sharing a flusso libero a una piccola flotta di 5 bus o tram a idrogeno per il trasporto urbano, in una città di

⁴⁹ Cfr. il comunicato stampa di Ballard, [Ballard Signs Long-Term Engineering Services Contract To Advance Volkswagen AG Fuel Cell Automotive Research Program](#), 6 marzo 2013.

⁵⁰ [SAIC Motor, Volkswagen cooperate on fuel cell and hybrid tech](#), 28 marzo 2014.

⁵¹ In passato la FIAT ha realizzato alcuni prototipi di vetture a idrogeno e pile a combustibile sulla base di due modelli in commercio, la Seicento e la Panda, nell'ambito di progetti dimostrativi finanziati dal Ministero dell'Ambiente italiano. Negli ultimi anni, tuttavia, il Centro Ricerche Fiat avrebbe arrestato ogni attività di ricerca in questa direzione.

non più di 300 mila abitanti, Microcab prevede l'abbattimento di almeno 4.000 tonnellate di CO₂ in soli cinque anni.

Microcab: la cittadina per tutte le stagioni

Microcab ha sviluppato un veicolo a idrogeno da 4 posti per uso essenzialmente urbano, dal peso complessivo di 750 kg, una velocità massima di circa 90 km/h ed un'autonomia di circa 280 km. La vettura non è l'adattamento a idrogeno e pile a combustibile di un mezzo già esistente e commercializzato, come è il caso per gran parte degli altri modelli attualmente circolanti, ma è stata interamente costruita intorno al serbatoio a idrogeno compresso a 350 bar e alla pila a combustibile. Questo ha comportato un'efficace ottimizzazione degli spazi e del bilanciamento dei pesi. Il pianale, costruito in alluminio, è stato realizzato dalla Lotus, uno dei partner del progetto. Diversamente da altri produttori, la Microcab offre anche la possibilità di ricaricare la batteria della vettura, per garantirne il funzionamento anche in assenza di infrastrutture per l'approvvigionamento di idrogeno: si configura per questo come un veicolo ibrido plug-in, con la differenza che per garantire un'autonomia estesa usa l'idrogeno al posto della benzina e una pila a combustibile e un motore elettrico al posto del motore a combustione interna. Ad oggi Microcab ha una decina di vetture in circolazione nella regione inglese dei Midlands, nell'ambito del progetto europeo **SWARM** (*Demonstration of Small 4-Wheel fuel cell passenger vehicle Applications in Regional and Municipal transport*), che promuove la messa su strada e la dimostrazione di 90 piccole vetture a idrogeno con pile a combustibile e l'apertura di nuove stazioni di rifornimento a idrogeno in tre regioni di Belgio, Inghilterra e Germania, finalizzata tra l'altro ad aprire un corridoio dell'idrogeno tra la Scozia da un lato e la Germania e la Scandinavia dall'altro, passando per Bruxelles. È inoltre coinvolta nel progetto **LREV** (*Hydrogen for Long-Range Electric Vehicle*), che studia le possibilità offerte dall'uso di materiali avanzati per rifornire le vetture a idrogeno senza dover ricorrere alla compressione del gas.

6. BUS, MULETTI E ALTRE MODALITÀ DI TRASPORTO

6.1 – Bus a idrogeno

Oltre alle vetture, non va dimenticato che bus a idrogeno e pile a combustibile sono già una realtà in diverse aree urbane, generalmente nell'ambito di progetti dimostrativi. **Ad oggi sono in funzione circa 50 bus a idrogeno a livello mondiale**, la maggior parte dei quali sono in circolazione in città europee o dell'America settentrionale. Tuttavia, il mercato di riferimento è quello dei Paesi in via di sviluppo, dove circola circa il 75% dei bus in funzione nel pianeta. Per questo non mancano casi di progetti dimostrativi anche in altre zone geografiche: nella città di **San Paolo, in Brasile**, sono in funzione tre bus a idrogeno con pile a combustibile, nell'ambito di un **progetto governativo per la diminuzione delle emissioni in ambito urbano** finanziato dall'UNDP. Più in generale, la flotta più consistente di bus a idrogeno e pile a combustibile, composta da 20 unità, è stata in servizio nella città canadese di Whistler, in British Columbia. Realizzata dalla New Flyer, venne inaugurata in occasione dei giochi olimpici invernali del 2010 ed è stata utilizzata fino al marzo 2014 nell'ambito di un **progetto dimostrativo** del valore equivalente ad oltre 63 milioni di euro. Questi numeri saranno presto superati in **Norvegia**: entro il 2030 saranno infatti in circolazione 30 bus a idrogeno e pile a combustibile per le strade di Oslo.

Tra i principali produttori figurano Ford, Hyundai e Toyota, oltre ai gruppi europei Daimler, MAN, Solaris, Van Hool e VDL Bus & Coach. In occasione dello **Stakeholder Forum 2014 della FCH JU**, questi ultimi hanno firmato una **lettera d'intesa** sulla commercializzazione dei bus a idrogeno e pile a combustibile, con l'obiettivo di **raggiungere un numero di bus a idrogeno in circolazione in Europa compreso tra le 500 e le 1.000 unità tra il 2017 e il 2020**. In assenza di una produzione di massa, il prezzo attuale dei bus a idrogeno e pile a combustibile è ancora molto più alto rispetto a quello dei bus a gasolio di pari categoria, aggirandosi intorno al milione di euro.

I grandi gruppi automobilistici hanno adottato uno **standard di compressione dell'idrogeno** a 70 MPa (700 bar), al fine di ridurre l'ingombro del serbatoio, pur mantenendo il veicolo in sicurezza. Tuttavia, alti livelli di compressione comportano anche alti costi per l'idrogeno-combustibile. Per questo, i bus a idrogeno hanno serbatoi da 35 MPa (350 bar), non avendo problemi di spazio. Tale standard è inoltre adottato per le piccole vetture e per i muletti, che per via del peso ridotto riescono ad assicurare un'autonomia largamente sufficiente anche a una pressione di 350 bar.

6.2 – Muletti a idrogeno

Un altro tipo di mobilità a idrogeno è ugualmente praticata nei siti produttivi di grandi aziende o nei centri di smistamento di diverse grandi catene di distribuzione. **In America settentrionale sono attualmente operativi circa 5.400 muletti a**

idrogeno e pile a combustibile, che rispetto alla soluzione a batteria hanno il vantaggio di un'autonomia largamente superiore e di un tempo di ricarica di soli 3 minuti. Aziende quali Walmart, Coca-Cola e Nestlé, tra le altre, hanno adattato la soluzione a idrogeno, che hanno trovato più conveniente rispetto ad altre anche grazie ai costi inferiori in termini di energia e manutenzione.

6.3 – Altre modalità di trasporto a idrogeno

È opportuno sottolineare che **la mobilità a idrogeno non si limita al trasporto su gomma**, ma riguarda anche altre modalità. Ad esempio, il gruppo francese **Alstom** intende avviare la produzione di 40 treni a idrogeno e pile a combustibile per il trasporto regionale nel suo stabilimento tedesco di Salzgitter, dopo aver concluso accordi con le autorità di quattro länder. Idrogeno e pile a combustibile sarebbero infatti una soluzione innovativa a disposizione delle aziende di trasporto ferroviario locali per eliminare le emissioni di gas a effetto serra, particolato ed altre sostanze nocive al momento della **sostituzione delle locomotive diesel** attualmente in servizio su linee non elettrificate. Questo permetterebbe di **far risparmiare alle società di trasporto i costi legati all'installazione e alla manutenzione delle linee elettriche lungo le strade ferrate**, pur mantenendo un livello di emissioni pari a zero. L'investimento dovrebbe essere completato nel 2020, a seguito di una fase di sperimentazione con due prototipi per il trasporto passeggeri nel 2018⁵². Allo stesso modo, **entro l'estate 2015 circoleranno a Dubai i train trolley**, tram cittadini a due piani mono-vagone e senza porte, che saranno alimentati a idrogeno e saranno utilizzabili sia dai turisti che dai residenti⁵³. La diffusione di tram a idrogeno sembra essere molto promettente soprattutto in Cina, dove la **CSR Sifang** ha realizzato il **primo modello al mondo destinato alla commercializzazione**, che ha un'autonomia dichiarata di 100 Km, può fare il pieno in soli tre minuti e può trasportare 380 passeggeri⁵⁴.

Idrogeno e pile a combustibile possono infine essere una soluzione anche per garantire il **trasporto a zero emissioni nelle rotte di navigazione interne e marittime**. Anche l'inquinamento dei porti provocato dal riversamento di combustibili fossili in acqua potrebbe progressivamente diminuire grazie all'impiego di queste tecnologie. A Venezia, nell'autunno 2015 è prevista l'entrata in servizio di **Hepic (Hydrogen electric passenger Venice boat)**, un vaporetto da circa 40 persone simile a quelli attualmente in uso per il servizio di linea dall'aeroporto Marco Polo al centro storico, dotato di un sistema di propulsione a idrogeno e pile a combustibile⁵⁵.

⁵² **Fuel cells to power regional trainsets**, Railway Gazette, 24 settembre 2014.

⁵³ **Dubai Trolley: new rail link to connect downtown**, Gulf News, 4 gennaio 2015.

⁵⁴ **World's first hydrogen tram rolls off assembly line**, Xinhuanet, 19 marzo 2015.

⁵⁵ **Hepic: battello a zero emissioni per Venezia**, Orizzonte Energia, 11 marzo 2015.

CONCLUSIONI

Il settore della mobilità a idrogeno sta conoscendo una fase di sviluppo nelle regioni più avanzate dell'Europa e del mondo. Le **caratteristiche uniche delle vetture a idrogeno con pile a combustibile** - capacità di contribuire significativamente alla riduzione dei gas a effetto serra e dell'inquinamento atmosferico, trazione elettrica associata a tempi rapidi di rifornimento e grande autonomia di marcia, possibilità di utilizzare combustibili puliti di produzione domestica - avevano generato grandi aspettative all'inizio dello scorso decennio, ma l'interesse generale è rapidamente svanito in assenza di modelli disponibili sul mercato, lasciando spazio a disillusione e scetticismo. Nel frattempo venivano commercializzate le prime vetture elettriche a batteria. Si è quindi largamente diffusa la percezione che l'idrogeno sia solo il combustibile di un futuro ancora molto lontano nel tempo, a tutto svantaggio di nuove iniziative e nuovi investimenti nel settore. A riprova vi è il fatto che **nella sola Italia sono stati chiusi almeno tre impianti di rifornimento a idrogeno aperti nell'ambito di progetti dimostrativi**, realizzati con fondi europei e regionali⁵⁶, mentre altri impianti sono stati annunciati con grande eco mediatica e non sono mai stati realizzati⁵⁷.

Tuttavia, **la situazione è profondamente mutata negli ultimi anni**. L'accordo delle principali case automobilistiche del 2009 e il coinvolgimento di autorità statali o regionali in nuovi partenariati pubblico-privati per elaborare nuove strategie di sviluppo delle infrastrutture di rifornimento hanno aperto la strada alla **commercializzazione di massa**, che renderà possibili le produzioni su larga scala indispensabili a ridurre i costi di produzione. A questo si aggiungono i progressi compiuti in termini di prestazioni e durata dei veicoli, gli incentivi e gli altri programmi di sostegno pubblico, la discesa del prezzo del gas naturale negli Stati Uniti, le nuove normative in materia di emissioni di gas a effetto serra e di inquinamento atmosferico, nonché il **crescente interesse per l'idrogeno come vettore per lo stoccaggio di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili**⁵⁸. Gli anni che ci separano dal 2025 saranno dunque decisivi per il superamento della c.d. "valle della morte" commerciale e per l'ulteriore sviluppo di queste tecnologie. **L'aspettativa è che con l'idrogeno si replichi il successo delle motorizzazioni ibride**, che pur essendo state accolte inizialmente con grande scetticismo hanno rivoluzionato il settore dei trasporti.

Non sorprende quindi che i risultati preliminari di uno studio dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) di prossima pubblicazione mostrino come **il numero delle vetture a idrogeno e pile a combustibile in circolazione tra**

⁵⁶ Si tratta dei seguenti impianti: distributore di Milano (Bicocca), inaugurato nel settembre 2004 e subito smantellato; distributore presso la stazione multienergy dell'ENI (Agip) di Mantova (zona industriale di Valdarò), aperto nel settembre 2007 e chiuso nel 2010; impianto mobile di distributore di idrogeno liquido presso l'area di servizio ENI/Agip Magliana Nord (Autostrada Roma-Fiumicino), utilizzata nel 2007 per alimentare alcune vetture BMW Serie 7 a idrogeno liquido. Un quarto distributore, aperto nel luglio 2006 presso la stazione multienergy dell'ENI (Agip) di Grecciano (superstrada Firenze-Pisa-Livorno), sarebbe tutt'ora funzionante ma è chiuso da tempo.

⁵⁷ Basti pensare all'Hydrogen Park di Porto Marghera (VE), per il quale furono messi a disposizione 4 milioni di euro di fondi pubblici nel 2003, oppure alle 6 stazioni di rifornimento a idrogeno annunciate in Puglia, per le quali vennero stanziati 5 milioni di euro nel 2008.

⁵⁸ Cfr. J. Ogden, C. Yang, M. Nicholas e L. Fulton, **NextSTEPS White Paper: The Hydrogen Transition**, Institute of Transportation Studies, University of California at Davis, 29 luglio 2014.

Francia, Germania, Italia e Regno Unito potrebbe avvicinarsi alle 40 milioni di unità entro il 2050⁵⁹.

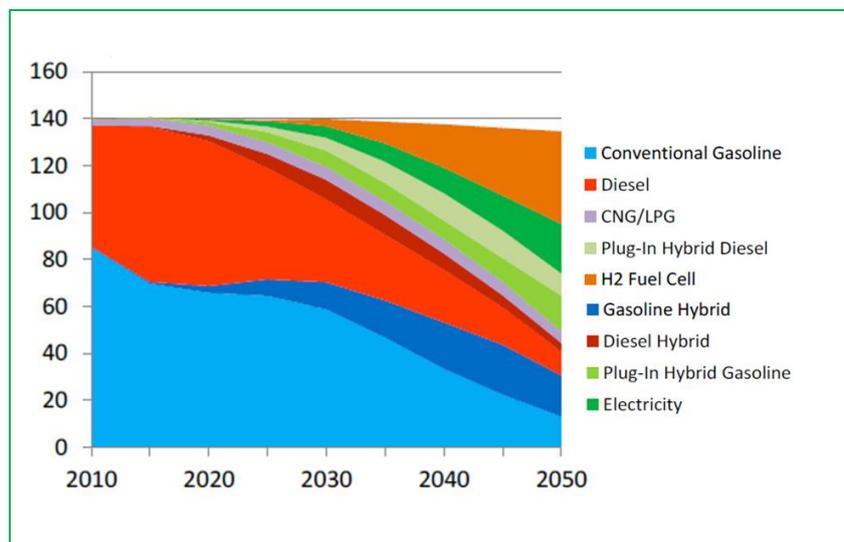


Fig. 7 – Evoluzione dello stock di veicoli leggeri per trasporto passeggeri tra 2010 e 2050 nel G4 (Francia, Germania, Italia, Regno Unito), basata sullo scenario 2DS-High H₂ sviluppato dalla IEA. Dati in milioni di unità. Fonte: International Energy Agency, *Hydrogen Technology Roadmap*.

Le opportunità in termini industriali e commerciali saranno conseguentemente significative: secondo la società di consulenza strategica Navigant Research, **il giro d'affari globale delle vetture a idrogeno e pile a combustibile passerà dai circa 155 milioni di euro attesi per il 2015 a circa 60 miliardi di euro nel 2030⁶⁰**. Anche dal punto di vista occupazionale le ricadute non potranno che essere positive: la European Climate Foundation ha infatti stimato che **il ricorso crescente ad elettricità e idrogeno nei trasporti produrrà un aumento netto dell'occupazione in Europa pari a circa 660 mila unità entro il 2030**. Per quanto riguarda i bilanci statali, inoltre, nei Paesi europei **la diminuzione dei proventi delle accise conseguente alla diminuzione delle importazioni dei prodotti petroliferi sarà più che compensata dai proventi aggiuntivi della tassazione ordinaria delle attività economiche⁶¹**.

In questo contesto, ai sensi della direttiva 2014/94/UE **le infrastrutture per il rifornimento di idrogeno per i trasporti saranno ammesse a beneficiare delle misure di sostegno europee e nazionali**, allo scopo di far confluire il sostegno pubblico verso uno sviluppo coordinato del mercato dei combustibili alternativi. Diversamente da quanto auspicato dalla Commissione europea, tuttavia, la stessa direttiva lascia alla discrezionalità degli Stati membri la scelta se includere o meno l'idrogeno nel mix dei combustibili alternativi da indicare a Bruxelles entro novembre 2016.

⁵⁹ Si tratta della *IEA Hydrogen Technology Roadmap*, in via di pubblicazione (30 giugno 2015). Lo studio assume, tra l'altro, che nel 2050 il livello di tassazione dei derivati del petrolio utilizzati nel settore dei trasporti sarà superiore di circa il 30% rispetto all'idrogeno, che sarà quasi interamente prodotto tramite procedimenti a zero emissioni di gas a effetto serra.

⁶⁰ *Fuel Cell Vehicles. Light Duty Vehicles, Transit Buses, and Scooters: Global Market Analysis and Forecasts*, Navigant Research, 2013.

⁶¹ P. Harrison (ed.), *Fuelling Europe's future. How auto innovation leads to EU jobs*, European Climate Foundation, 2014.

Questa facoltà comporta almeno **tre importanti conseguenze per lo sviluppo della mobilità a idrogeno in Europa nel breve-medio periodo**. Innanzitutto, lo Stato membro che non dovesse includere l'idrogeno nel proprio programma nazionale non sarà tenuto a realizzare sul proprio territorio un numero sufficiente di relative infrastrutture di rifornimento, che non potranno quindi essere in alcun modo oggetto della valutazione che la Commissione europea dovrà effettuare entro novembre 2017. Inoltre, **in mancanza di tale impegno i progetti per lo sviluppo delle infrastrutture necessarie alla mobilità a idrogeno non potranno beneficiare non solo di eventuali fondi nazionali, ma nemmeno dei fondi europei potenzialmente disponibili**, in quanto questi ultimi potranno essere stanziati esclusivamente per le tecnologie espressamente previste nel piano nazionale di ciascun Paese. Nella fase di valutazione dei progetti posti all'attenzione dei valutatori per l'ottenimento di finanziamenti europei è infatti essenziale che i progetti proposti vengano realizzati su territori che abbiano dimostrato un impegno a favore dello sviluppo delle tecnologie in questione, anche per **evitare di finanziare progetti senza futuro** (le cosiddette "cattedrali nel deserto"). Infine, le imprese e tutti gli altri enti che a vario titolo volessero sviluppare progetti o investimenti incentrati sull'idrogeno nei trasporti si troverebbero in una situazione di oggettiva difficoltà nei confronti di concorrenti operanti in Paesi che abbiano incluso l'idrogeno nel proprio mix di combustibili alternativi.

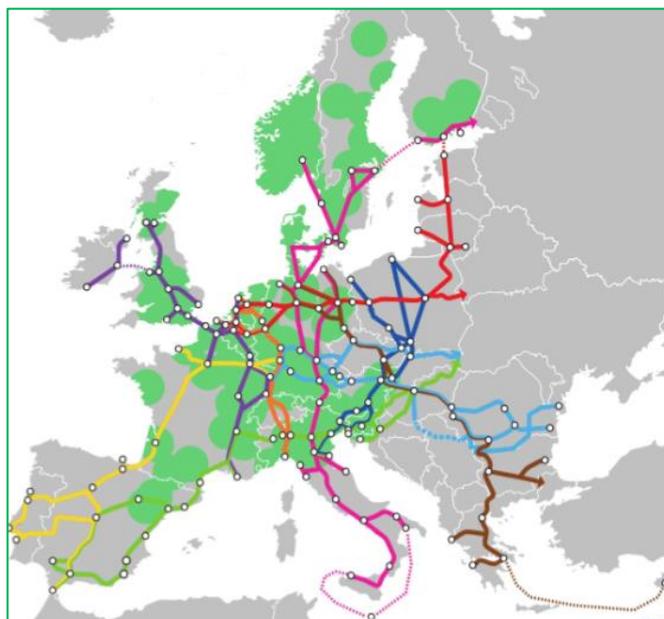


Fig. 8 – Copertura delle stazioni di rifornimento a idrogeno in Europa prevista entro il 2020 (in verde), per garantire il collegamento tra le reti nazionali e regionali esistenti, e confronto con la rete centrale TEN-T. Fonte: HIT, *Synchronised Implementation Plan*, dicembre 2014.

Alla luce di quanto illustrato, appare dunque evidente che **almeno fino alla metà del prossimo decennio la mobilità a idrogeno in Europa si svilupperà adeguatamente soltanto in quei Paesi UE che avranno scelto di includere questo vettore nei propri piani per lo sviluppo dei combustibili alternativi**.

CHI SIAMO

Cinque International è una società di analisi, progettazione, consulenza strategica ed investimenti specializzata nello sviluppo di soluzioni innovative nei settori dell'energia, della mobilità e dello sviluppo sostenibile. Si fonda sull'esperienza dei suoi fondatori nel contribuire all'elaborazione delle politiche pubbliche in campo energetico e ambientale, nonché su una rete internazionale di esperti che coprono tutte le competenze settoriali necessarie alle sue attività.

I NOSTRI STUDI

Le note di sintesi sono studi che approfondiscono temi legati allo sviluppo delle nuove tecnologie nei settori dell'energia, dei trasporti e dello sviluppo urbano sostenibile. Vengono redatte esclusivamente da esperti riconosciuti e possono trattare questioni tecniche o di politiche pubbliche. Vengono pubblicate da Cinque International a beneficio esclusivo dei propri clienti e partner e sono disponibili solo su abbonamento. Ne è vietata la diffusione e la distribuzione a terze parti sotto qualsiasi forma.

Iscrivetevi alla nostra newsletter per essere aggiornati sulle nostre attività e pubblicazioni:

<http://www.cinque.international/#!newsletter/c6fn>

RIPRODUZIONE RISERVATA

© Cinque International 2015. Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta, sottoposta a scansione in un sistema elettronico, distribuita, visualizzata pubblicamente o utilizzata come base di opere derivate senza il preventivo consenso scritto di Cinque International.

NOTE LEGALI

Questo rapporto è stato elaborato ricorrendo in larga parte a fonti di informazione di pubblico dominio. Cinque International ritiene affidabili le fonti utilizzate, ma non garantisce l'accuratezza o la completezza delle informazioni ivi contenute, che possono essere soggette a modifiche senza preavviso. Inoltre, le dichiarazioni ivi contenute riflettono l'attuale giudizio o caratteristiche rilevanti degli autori, e non rispecchiano necessariamente il parere di Cinque International. Cinque International declina ogni responsabilità per decisioni di altri soggetti derivanti dall'accesso al presente documento e/o ai suoi contenuti. In nessun caso tale rapporto costituisce o può essere interpretato come un'offerta di strumenti finanziari, come un consiglio di investimento o come raccomandazioni a favore o contro un determinato investimento o una determinata strategia. Le informazioni disponibili in questo rapporto non sono in alcun modo basate sulla considerazione delle circostanze individuali di un beneficiario e non devono essere considerate come sufficienti per una decisione di investimento.

Cinque
INTERNATIONAL

Via Suor Carla Miglioli 1, 02100 Rieti
Centralino +39 0746 25 01 76

Sito web: www.cinque.international

Twitter: [@CinqueInt](https://twitter.com/CinqueInt)