

Position Paper

DUE
//////





**I VETTORI
ENERGETICI
PER LA
MOBILITÀ
SOSTENIBILE
STATO
DELL'ARTE
E
PROSPETTIVE
DI IMPIEGO**





I promotori dello studio

Il presente documento è stato redatto
dai Gruppi di Lavoro del Coordinamento FREE

Coordinatore

Andrea Zaghi

con il contributo di:





SOMMARIO

1. Quadro normativo	11
1.1. Emissioni di GHG nel settore dei trasporti: scenario europeo e italiano	11
1.2. La mobilità "green": il corpus normativo vigente	13
2. Mobilità elettrica.....	19
2.1. Maturità e diffusione della tecnologia, livello di sviluppo infrastrutturale	19
2.2. Ambiti applicativi e range di utilizzo	22
2.2.1 Micromobilità	22
2.2.2 Autoveicoli.....	23
2.2.3 Light Duty Vehicles	23
2.2.4 TPL	23
2.2.5 Trasporto navale	24
2.2.6 Aviazione	24
2.2.7 Comparto ferroviario	24
2.2.8 Comparto agricolo	24
2.2.9 Intralogistica	25
2.3. Punti di forza della mobilità elettrica	25
2.3.1 Decarbonizzazione.....	25
2.3.2 Abbattimento dell'inquinamento locale.....	26
2.3.3 Evoluzione del rapporto con il mezzo.....	26
2.4. Principali ostacoli alla diffusione della mobilità elettrica.....	26
2.5. Azioni richieste	28
2.6. Scenari al 2030	32
3. Mobilità a Gas.....	35
3.1. Maturità e diffusione della tecnologia, livello di sviluppo infrastrutturale	35
3.2. Ambiti applicativi e range di utilizzo	37

3.2.1	Veicoli stradali "leggeri"	37
3.2.2	Trasporti "pesanti"	39
3.2.3	Trasporto marittimo.....	40
3.2.4	Utilizzo nel settore agricolo	42
3.2.5	Intralogistica.....	42
3.3.	Punti di forza	43
3.3.1	Riduzione delle emissioni climalteranti.....	43
3.3.2	Infrastruttura esistente.....	44
3.3.3	Possibilità di utilizzo in tutti i segmenti.....	44
3.3.4	Impatti positivi su altri settori economici.....	44
3.4.	Principali ostacoli alla diffusione	44
3.5.	Azioni richieste	45
3.6.	Scenari di evoluzione al 2030.....	47
4.	Mobilità a idrogeno	49
4.1.	Maturità e diffusione della tecnologia, livello di sviluppo infrastrutturale	49
4.2.	Ambiti applicativi e range di utilizzo	51
4.2.1	Heavy Duty Vehicles	52
4.2.2	TPL	52
4.2.3	Trasporti marittimi.....	53
4.2.4	Aviazione	54
4.2.5	Intralogistica.....	54
4.3.	Punti di forza e benefici per il sistema della mobilità a idrogeno.....	54
4.3.1	Aspetti tecnologici.....	54
4.3.2	Emissioni zero o "negative"	56
4.3.3	Vantaggi per il sistema elettrico.....	57
4.4.	Principali ostacoli alla diffusione	58
4.5.	Azioni proposte.....	59
4.6.	Scenari di evoluzione al 2030	61
5.	Considerazioni conclusive.....	65
	Appendice: La mobilità sostenibile nel settore dell'intralogistica	69
I.	Maturità e diffusione delle tecnologie.....	69
II.	Ambiti applicativi e range di utilizzo.....	70
III.	Punti di forza	71
IV.	Fuel cell (FC).....	74
V.	Motori a combustione interna	75
VI.	Principali ostacoli.....	75
VII.	Scenari di evoluzione al 2030	75
	Bibliografia	77



Diversamente da quanto sta accadendo per i settori energetico, industriale, agricolo e residenziale-commerciale di Unione Europea e Italia, dove si registra una riduzione progressiva delle quantità di gas serra immesse nell'atmosfera terrestre, nel settore dei trasporti accade l'esatto contrario. Secondo i dati della Commissione Europea, nel 2018 e 2019 le emissioni di GHG prodotte in UE dal settore trasporti sono aumentate dell'1% (rispetto al 2017) e dello 0,9%, arrivando a toccare le 1.106,2 MtCO₂e e a coprire più di un quarto del totale delle emissioni dell'intera Unione. In Italia, la situazione è analoga in quanto a partire dal 2017 c'è stata un'inversione di tendenza che ha riportato le emissioni di gas serra, generate dal settore trasporti, a crescere e a toccare le 105,51 MtCO₂e nel 2019, pari al 25,2% del totale delle emissioni prodotte nel Paese.

Quanto appena mostrato comprova come, a oggi, la decarbonizzazione del trasporti per il tramite dell'utilizzo e della diffusione di tecnologie a impatto emissivo basso o nullo rappresenta una delle sfide più importanti che l'UE e l'Italia devono vincere per poter raggiungere con successo gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas climalteranti al 2030 e al 2050. Obiettivi che per l'Italia si traducono al 2030 in una riduzione del 33% (rispetto al 2005) delle emissioni per il settore. Target che con la revisione dell'Effort Sharing Regulation verrebbe aumentato al 43%.

Nel presente studio, Consorzio Italiano Biogas (CIB), Elettricità Futura (EF) e MOTUS -E focalizzano la propria attenzione sui tre principali vettori energetici in grado di abilitare la decarbonizzazione dei trasporti: elettrico (MOTUS -E), gas (CIB) e idrogeno (Elettricità Futura). Ai tre, si aggiunge anche FIRE,

Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia, fornendo un'analisi di dettaglio sull'impiego dei tre diversi vettori nel settore dell'intralogistica.

Oltre una sezione introduttiva dedicata a descrivere il quadro normativo europeo e nazionale per l'evoluzione del settore trasporti e il supporto alla mobilità sostenibile, a ciascuno dei tre vettori è dedicata una sezione in cui gli autori analizzano i seguenti aspetti chiave, evidenziano le misure più importanti per garantirne lo sviluppo e forniscono anche delle proposte di intervento elaborate al loro interno:

1. livello di maturità e di sviluppo della tecnologia e della relativa infrastruttura;
2. principali ambiti applicativi e range di utilizzo;
3. punti di forza e benefici per il sistema;
4. ostacoli normativo-regolatori e tecnologici;
5. azioni e misure normative e regolatorie richieste;
6. scenari di evoluzione al 2030.



1. Quadro normativo

1.1. Emissioni di GHG nel settore dei trasporti: scenario europeo e italiano

Tra i diversi obiettivi previsti dal Green Deal europeo e dal pacchetto "Fit for 55", la riforma del settore dei trasporti è sicuramente uno dei più sfidanti. Nonostante le emissioni di gas serra in Unione Europea nei settori della produzione di energia elettrica e nell'industria continuino a decrescere, non si può dire lo stesso per il settore dei trasporti. Secondo i dati contenuti nello EU Statistical pocketbook 2021 (Figura 1) su mobilità e trasporti, le emissioni di GHG per il settore trasporti nel 2018 e nel 2019 sono aumentate rispettivamente dell'1% (rispetto al 2017) e dello 0,9%, arrivando a coprire più di un quarto del totale delle emissioni dell'intera UE¹. La quota maggiore delle 1.106,2 MtCO₂e di gas serra prodotte in UE dal settore dei trasporti nel 2019, ossia il 71,1% sul totale, deriva dal trasporto su gomma. Nella lista dei segmenti più inquinanti, seguono il trasporto marittimo (14,1%) e quello aereo (13,4%).

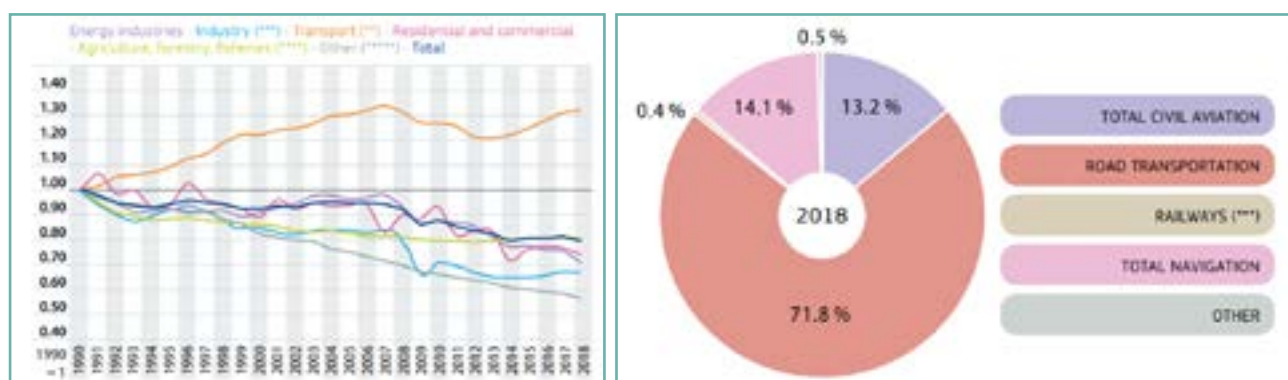


Figura 1 - EU transport in figures (Fonte: EU Statistical pocketbook 2020 – Mobility and transport)

¹ Commissione UE, [Statistical pocketbook 2021 – Mobility and transport](#), settembre 2021

Per quanto riguarda l'Italia, la situazione è molto simile a quella europea. Secondo le valutazioni svolte dall'ISPRA, nonostante si sia ormai lontani dal picco di 128,26 MtCO₂e registrato nel 2005, negli ultimi anni si è verificata un'inversione di tendenza nella produzione di emissioni di gas serra del settore trasporti: dopo un periodo di contrazione, a partire dal 2017 le emissioni hanno ripreso ad aumentare raggiungendo nel 2019 le 105,51 MtCO₂e (Figura 2). Quantità che rappresenta il 25,2% sul totale delle emissioni di gas serra generate in Italia, delle quali il 92,9% è imputabile al trasporto su gomma. Prendendo come riferimento il totale delle emissioni di GHG prodotte a livello nazionale nel 2019 (418 MtCO₂e), la percentuale imputabile al segmento del trasporto su gomma arriva al 25,2%². In altre sconfortanti parole, il settore dei trasporti in Italia oggi (senza considerare il calo registrato nel 2020 dovuto a un fattore esogeno quale la pandemia da Covid-19) presenta un livello emissivo più elevato rispetto al 1990. È interessante paragonare le performance in termini di emissioni del settore trasporti a quello della generazione elettrica nel periodo 1990-2019: se il primo, come appena illustrato, continua a produrre più emissioni, il secondo, nonostante l'aumento della produzione di energia termoelettrica da 178,6 TWh a 195,7 TWh e dei consumi da 218,7 TWh a 301,8 TWh, ha registrato un calo emissivo del -33%.

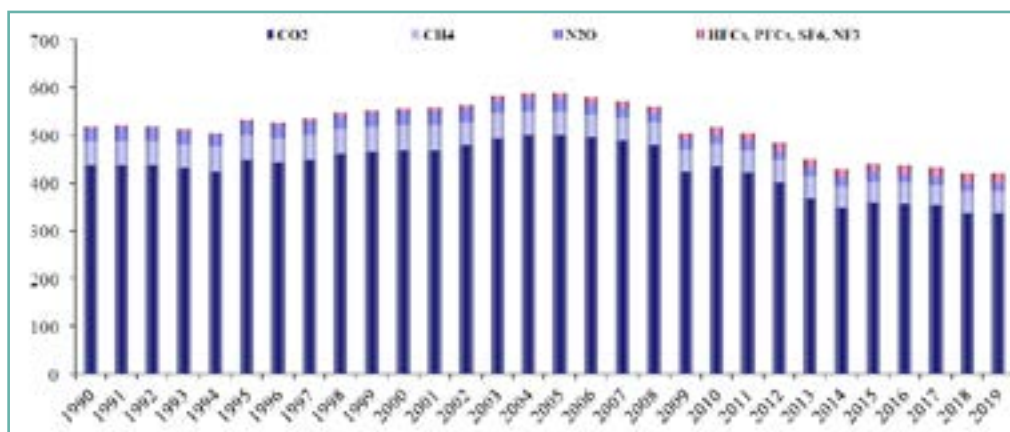


Figura 2 - Andamento emissioni GHG in Italia (MtCO₂e, escluse emissioni e assorbimento da LULUCF)

Le cause, alla base dell'aumento delle emissioni di gas serra nel settore trasporti, sono molteplici: il costante accrescimento del numero di veicoli circolanti su strada, in particolare dei nuovi sempre più pesanti, registrato a livello globale e in primis in UE e Asia; la crescita del PIL; l'intensificazione del fenomeno dell'urbanizzazione e, di conseguenza, l'aumento della domanda di

² ISPRA, [Italian Greenhouse Inventory – National Inventory Report 2021](#), aprile 2021, p. 84

soluzioni di mobilità pubblica o privata nelle città o da/verso di esse; la forte espansione del settore della logistica, trainata dall'e-commerce e dalla necessità di eseguire consegne in tempi rapidi. Per quanto riguarda l'Italia, la crescita nelle emissioni dei trasporti è stata principalmente dovuta al forte aumento nelle dimensioni del parco circolante e delle percorrenze complessive per il trasporto passeggeri (quota veicoli-km cresciuta del 22% nel 2019 rispetto al 1990³) e dei relativi consumi di carburante (Figura 3).



Figura. 3 – Andamento emissioni GHG settore trasporti in Italia (1990-2019) (Fonte: ISPRA)

1.2. La mobilità "green": il corpus normativo vigente

Considerato lo scenario appena presentato, per far in modo che l'Unione Europea e l'Italia raggiungano gli obiettivi comunitari di azzeramento delle emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2050 fissati dalla Legge Europea sul Clima, risulta fondamentale decarbonizzare il settore dei trasporti nel prossimo decennio. Per l'Italia e gli altri Stati Membri, la decarbonizzazione di questo settore prevede un target inquadrato nell'ambito del meccanismo di Effort Sharing⁴. L'ultima proposta di revisione di questo meccanismo, presentata dalla Commissione Europea lo scorso 14 luglio, ha innalzato il target complessivo di riduzione delle emissioni al 2030 (rispetto al 2005) al 43,7%. Non agire adesso si tradurrebbe in un ulteriore aumento del peso emissivo

³ ISPRA, [Comunicato stampa NIR 2021](#), 15 aprile 2021

⁴ Consiglio e Parlamento UE, [Regolamento 2018/842](#), 30 maggio 2018

del settore che danneggerebbe, se non addirittura renderebbe vani, i successi ottenuti e che si otterranno in altri settori quali la generazione di energia elettrica e l'industria.

In linea generale, il percorso di decarbonizzazione dell'economia si basa sull'incremento della quota rinnovabile nel mix produttivo nazionale nonché sull'efficientamento e sull'elettrificazione dei consumi finali. Queste direttrici guideranno la transizione energetica anche per il settore dei trasporti. Gli Stati Membri dell'UE, tra cui l'Italia, dovranno impegnarsi per aumentare la quota di energia prodotta dalle FER e da altri combustibili a emissioni basse o zero e favorire il dispiegamento, adeguato alle esigenze di diversi target e contesti, di diverse tecnologie e soluzioni ecosostenibili per la mobilità privata e pubblica.

Sul fronte normativo, sono già presenti diverse iniziative e misure globali, comunitarie e nazionali che forniscono gli indirizzi per la riforma del settore.

A livello di policy globale, il punto di riferimento del percorso di decarbonizzazione e della lotta al cambiamento climatico è costituito dall'Accordo di Parigi del 2015 stipulato durante la Conferenza delle Parti (COP 21). Accordi universali e giuridicamente vincolanti sottoscritti da 190 Paesi, tra cui l'UE e i suoi Stati Membri, con l'obiettivo ultimo di prevenire il cambiamento climatico limitando l'innalzamento delle temperature al di sotto dei 2 °C e comunque non oltre 1,5 °C. Per gli Stati Membri dell'UE a dettare le linee da seguire è il recente Green Deal inserito nel Quadro 2030 per il clima e l'energia. Gli obiettivi previsti sono molto ambiziosi: -55% emissioni di GHG al 2030 e neutralità emissiva al 2050. Per il settore trasporti sono inoltre previsti: -90% delle emissioni al 2050; 13 milioni di veicoli emissioni basse o zero e 1 milione di colonnine di ricarica per veicoli elettrici al 2025; promozione della mobilità multimodale; aumento dei livelli di efficienza dell'intero settore.

Facendo riferimento alla normativa comunitaria in materia di trasporti è la Smart and Sustainable Mobility Strategy⁵ a delineare il percorso e a dettare le linee guida che gli Stati Membri dovranno adottare sia nel prossimo decennio sia a lungo termine. Il percorso disegnato dalla strategia dovrà seguire tre direttrici principali, sostenibilità, tecnologie smart, resilienza e portare al raggiungimento dei seguenti obiettivi: riduzione del 90% delle emissioni nel

⁵ Commissione UE, [Sustainable and Smart Mobility Strategy](#), 9 dicembre 2020

settore dei trasporti al 2050; dispiegamento di almeno 30 milioni di veicoli a emissioni zero e 3 milioni di punti di ricarica; 100 città climaticamente neutre; elevato livello di sostenibilità di tutti le tipologie di trasporto rendendo disponibili le varie alternative sostenibili, internalizzazione dei costi esterni delle emissioni; maturità per il mercato dei primi modelli di navi a emissioni zero. L'elettrificazione dei trasporti su strada e rotaia giocherà un ruolo fondamentale nei prossimi anni, ma la Strategia assegna una forte rilevanza a tutte le tipologie di trasporto disponibili, promuovendo anche l'utilizzo di carburanti alternativi a basse emissioni di CO₂ per ridurre le emissioni del parco circolante durante la transizione verso una mobilità a zero emissioni

In aggiunta alla Smart and Sustainable Mobility Strategy, l'UE ha già introdotto la Clean Vehicle Directive⁶, in cui sono contenuti gli orientamenti per la promozione delle soluzioni di mobilità ecosostenibili per il tramite di appalti pubblici, in modo da velocizzare il dispiegamento di Light e Heavy Duty Vehicles (LDV, HDV) a emissioni basse o zero. La Direttiva prevede per ciascun Stato Membro delle percentuali obiettivo di LDV e HDV da raggiungere in due anni target, 2025 e 2030: per l'Italia, le quote per gli LDV sono entrambe del 28,5%, mentre per gli HDV sono del 10%/15% per gli autocarri e 45%/65% per gli autobus. La DAFI (Directive on deployment of Alternative Fuels Infrastructure)⁷, invece, stabilisce regole comuni per la realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi, inclusi i punti di ricarica per i veicoli elettrici e di rifornimento di GNL/GNC e idrogeno, dettagliandone le specifiche tecniche. Infine, la Direttiva RED II (Renewable Energy Directive)⁸, definisce gli obiettivi nazionali obbligatori per raggiungere determinate quote sui consumi finali di energia da FER per i trasporti. Al momento, la quota FER sul totale dei consumi finali lordi di energia prevista per il settore trasporti italiano al 2030 dal PNIEC è del 22%, ma la Direttiva è in fase di revisione al fine di poterla aggiornare ai nuovi target Green Deal per il 2030 (la quota potrebbe essere aumentata al 24%).

La Commissione UE ha avviato un'iniziativa per la riforma dell'Emission Trading System (ETS) finalizzata a una sua possibile estensione anche ai settori finora non coperti ma rilevanti per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2030: edifici, navigazione marittima e trasporto su strada. Estensione che però, date le peculiarità del settore del trasporto su strada (con costi ab-

⁶ Commissione UE, [Direttiva 2019/2011](#), 12 luglio 2019

⁷ Commissione UE, [Direttiva 2014/94/UE](#), 22 ottobre 2014

⁸ Commissione UE, [Direttiva 2018/2001](#), 11 dicembre 2018

battimento elevati e policy di decarbonizzazione già attive), rischierebbe di provocare delle ripercussioni negative considerevoli sui settori già coperti a oggi; la proposta della Commissione prevede un avvio dal 2025/2026 di un ETS dedicato al settore trasporti ed edifici.

Per quanto riguarda la normativa italiana, al momento gli obiettivi principali per la riforma del settore trasporti sono contenuti nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima 2020 (PNIEC) che per il settore trasporti al 2030 prospetta un taglio delle emissioni di CO₂ del 37% rispetto al 2005 e un target FER-trasporti del 22%. A questo target dovranno contribuire i biocarburanti di prima generazione al 3% (0,7 Mtep), i biocarburanti avanzati intorno all'8% (circa 0,8 Mtep di biometano avanzato e circa 0,26 Mtep di altri biocarburanti avanzati) e i biocarburanti di cui all'allegato IX parte B (oli vegetali esausti e grassi animali) fino a un massimo di 2,5% al 2030, con contributo finale pari al massimo al 5% (con il doppio conteggio). Il PNIEC prevede che al 2030 le E-CAR dovranno coprire circa il 6% del target, con 6 milioni di veicoli ad alimentazione elettrica al 2030 di cui circa 4 milioni di veicoli elettrici puri (BEV). Il 2% del target FER-Trasporti dovrà essere coperto dal trasporto ad alimentazione elettrica su rotaia o altro. L'1% sarà invece imputabile all'idrogeno (0,8% di immissione in rete e 0,2% per uso diretto in auto, bus e treni). È inoltre previsto un ruolo per soluzioni integrate di distribuzione multifuel attraverso fuel cell, per i biocarburanti destinati ai settori avio e marittimo e per i recycled fossil fuels.

È comunque importante ricordare che il PNIEC 2020 è attualmente in fase di revisione presso il MiTE per poter essere adeguato ai nuovi target del pacchetto "Fit for 55" nell'ambito del Green Deal europeo. Infatti, una versione preliminare di questo documento, indica una quota del 44% di copertura dei consumi ascrivibili al settore trasporti da parte delle FER. Questo dato risulta raddoppiato e quindi molto più ambizioso rispetto al 22% previsto dalla versione attuale.

Oltre al PNIEC, a completare il quadro normativo italiano di riferimento ci sono il Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad Energia elettrica (PNIRE) e il Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile (PNSMS)⁹. Il primo, definisce obiettivi specifici al 2025 e al 2030 per lo sviluppo e la realizzazione a livello nazionale delle reti infrastrutturali per la ricarica dei veicoli elettrici; si è in attesa della sua nuova versione (originaria-

⁹ Ministero dei Trasporti, [Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile](#), 30 aprile 2019

mente prevista per il 2019). È inoltre prevista la Piattaforma Unica Nazionale (PUN) per il convogliamento delle informazioni delle infrastrutture di ricarica installate sul territorio italiano, direttamente collegata al PNIRE. Il secondo invece, contiene gli indirizzi per l'utilizzo dei 3,7 mld € (oltre a 2 mln € ca. per la ricerca e 100 mln € per il sostegno alla filiera produttiva) stanziati per il periodo 2019-2033 ai fini del rinnovo del parco autobus dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale, il miglioramento della qualità dell'aria e della realizzazione delle necessarie infrastrutture (centri di ricarica e di stoccaggio di combustibili).

È importante sottolineare che con i nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra del 55%, previsti dal Green Deal UE, i target, gli indirizzi e le linee guida finora fissati nei piani prima citati dovrebbero essere rivisti, in quanto ormai "obsoleti". Se i lavori presso il MiTE per l'aggiornamento del PNIEC sono già iniziati, il PNIRE, originariamente previsto per inizio 2020 e l'apposito Decreto per l'istituzione della PUN dovrebbero essere in dirittura d'arrivo.

Da ultimo, un segnale importante per le prospettive per l'evoluzione del settore trasporti in Italia arriva dal PNRR. Le risorse per la decarbonizzazione dei trasporti ricadono sotto l'ombrello della Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica" e, in particolare, della componente 2 "Transizione energetica e mobilità sostenibile" per la quale è previsto lo stanziamento di 25,36 mld € (23,78 fondi RFF, 0,18 fondi React EU, 1,40 Fondo Complementare). Le misure che saranno finanziate con i fondi del PNRR sono molteplici: sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale e ferroviario (0,23 e 0,30 mld € per la realizzazione di 40 stazioni di rifornimento stradali e la conversione a idrogeno di 9 stazioni di rifornimento su 6 linee ferroviarie), sviluppo delle infrastrutture di ricarica elettrica (0,75 mld € per realizzare circa 31.500 IdR pubbliche¹⁰), rinnovo delle flotte di autobus e treni verdi (3,64 mld € per l'acquisto entro il 2026 di 3.360 bus a basse emissioni, 53 treni a propulsione elettrica e a idrogeno, 100 carrozze di nuova concezione). Alle misure economiche, si accompagnano importanti riforme per l'identificazione di criteri trasparenti e non discriminatori per l'assegnazione di spazi e/o la selezione degli operatori per

¹⁰ Numero di molto inferiore alle stime effettuate da Motus-e nello studio effettuato in collaborazione con Strategy& PwC "Il futuro della mobilità elettrica: l'infrastruttura di ricarica in Italia @2030". Nei due scenari di sviluppo dell'infrastruttura di ricarica pubblica presi in considerazione (*Customer experience focused*: ricarica domestica fattore rilevante, ma complementata da servizio di ricarica pubblica diffuso e veloce; *Proximity focused*: mancanza di ricarica domestica sopperita da sviluppo capillare della ricarica pubblica) si stima che saranno necessarie almeno, rispettivamente, 98 mila e 130 mila punti di ricarica pubblici

l'installazione delle IdR, e per l'accelerazione e la semplificazione di interventi e procedure di valutazione di progetti nel TPL e trasporto rapido di massa.

Un aiuto "inaspettato" per la riforma e la decarbonizzazione del settore trasporti potrà derivare dall'attuale emergenza sanitaria da Covid-19. La pandemia e le misure restrittive di lockdown hanno avuto impatti molto forti sul settore dei trasporti e sulla relativa domanda di energia. Impatti non solo economici per gli operatori del settore, ma anche "comportamentali" degli utenti finali. Contestualmente al forte calo nell'uso dei mezzi di trasporto pubblici e di massa, per gli spostamenti individuali c'è stato un maggiore ricorso ai mezzi privati (in primis, auto), ma anche a soluzioni di mobilità sostenibile e multimodale, in particolar modo nei centri urbani. Soluzioni che in diverse città europee sono state sostenute dalle amministrazioni locali e nazionali con misure di diverso tipo (realizzazione nuove piste ciclabili, bonus per l'acquisto di biciclette o di mezzi per la micromobilità a propulsione elettrica). Alcuni studi hanno già dimostrato che una crisi di grande portata, come la pandemia attuale, possono produrre come effetto un cambiamento drastico nell'attitudine dei cittadini verso soluzioni di mobilità ecosostenibili, in particolar modo per il trasporto pubblico urbano¹¹, a patto che i decisori politici e le pubbliche amministrazioni assecondino questo cambio di attitudine con policy adeguate di sostegno a tali soluzioni.

¹¹ David Williams, Tim Chatterton, Graham Parkhurst, [Using disruption as an opportunity to change travel practices](#), University of West England, 6 novembre 2021



2. Mobilità elettrica

2.1. Maturità e diffusione della tecnologia, livello di sviluppo infrastrutturale

La sostenibilità nella mobilità passa attraverso una visione costituita da pochi ma essenziali elementi: energia rinnovabile, elettrificazione, digitalizzazione ed economia circolare nei materiali. Con queste premesse, la mobilità elettrica è un miglioramento tecnologico ineludibile, innanzitutto per l'importante contributo alla decarbonizzazione del settore trasporti rispetto ai combustibili fossili, sempre più incisivo con la diffusione delle rinnovabili, per il raggiungimento dell'obiettivo europeo di riduzione del 55% della CO₂ negli usi finali entro dieci anni. È inoltre importante il fatto che la mobilità elettrica offre nettamente la più alta efficienza nel trasferimento di energia, rispetto a qualunque altro mezzo e una gestione intelligente delle ricariche può accelerare la transizione energetica.

Ricordiamo inoltre che l'Italia è il peggior Paese in Europa per morti premature causate da inquinamento atmosferico di tutti e tre gli inquinanti più pericolosi, PM_{2.5}, NO₂ e O₃. La mobilità elettrica è un'ottima soluzione per il miglioramento della qualità dell'aria e dei livelli di rumore nelle nostre città e, non ultimo, in termini di decongestione, grazie alla digitalizzazione della mobilità e alle modalità di sharing e pooling dei mezzi. Si assisterà quindi al progressivo abbandono della proprietà dei mezzi, al loro utilizzo solo "quando serve e dove serve", al loro contributo alla rete elettrica, al progressivo ricorso alla guida autonoma. Si tratta della costruzione di una nuova "Civiltà della Mobilità" in grado di contribuire efficacemente al miglioramento della qualità della vita.

Gli aspetti sopra accennati sono talmente consolidati a livello politico e industriale che la Strategia Europea, oltre che programmi sulla produ-



zione di batterie, prevede la completa sostituzione con mezzi a batteria in tutte le applicazioni di trasporto persone e merci su gomma al 2050¹.

L'Italia, come produttore di mezzi ma anche, e soprattutto, come esportatore netto di componenti e macchinari per le industrie automobilistiche straniere e anche come sviluppatore e produttore di componenti elettromeccanici come le infrastrutture di ricarica, deve investire oggi in questa transizione. Se non sarà in grado di supportare la crescita di una filiera nazionale che già presenta competenze di valore, vedrà perdere quote di mercato crescenti a favore di competitor europei e vedrà ridursi sempre di più i posti di lavoro ad alto valore aggiunto che la mobilità elettrica garantirà.

La transizione verso la mobilità elettrica corrisponde ai principi del Next Generation UE e interessa tutti i relativi ambiti politici di rilevanza europea dell'iniziativa: transizione verde, trasformazione digitale, coesione economica e competitività, coesione sociale e territoriale, reazione e preparazione alle crisi, politiche per le nuove generazioni.

Le infrastrutture di ricarica sono fattori abilitanti fondamentali per la diffusione dei veicoli elettrici e rappresentano l'interfaccia per garantire flessibilità di carico alle *smart grid*. Sono pertanto necessarie delle reti di ricarica ad accesso pubblico e privato, capillari e differenziate in termini di potenza (e quindi di velocità di ricarica). Il quadro attuale italiano vede circa 12 mila infrastrutture pubbliche, corrispondenti a circa 24 mila punti di ricarica². Oltre i numeri complessivi è da evidenziare la cattiva distribuzione in termini geografici e di tipologia/potenze di ricarica.

L'ambito privato non fornisce numeri certi come quello pubblico. Si stima un numero di circa 50 mila punti di ricarica, tra domestici e aziendali, non aperti al pubblico. Il PNIRE, mai decisamente attuato e recentemente passato dalle competenze del MIT (ora MIMS) a quelle del MITE, si presenta come una bozza in discussione, con numerose carenze e anacronismi nei modelli di business da richiedere una profonda rivisitazione. In particolare, individua 100 mila infrastrutture di ricarica ad accesso pubblico (cui corrispondono circa 200 mila punti di ricarica) e 3,3 milioni di punti di ricarica privati necessari al 2030.

¹ Commissione UE, [Sustainable and Smart Mobility Strategy](#), 9 dicembre 2020, p. 3

² Motus-e, [Analisi di mercato](#), settembre 2021

Il report MOTUS-E³ invece, che analizza il target che gli operatori di mercato potrebbero raggiungere in un framework normativo che non prevedesse forme di supporto né al CAPEX né all'OPEX, prevede una forchetta di 50-65 mila IdR ad accesso pubblico installabili al 2030 (corrispondenti a 98-130 mila punti), e t 2,6- 3,2 milioni di punti di ricarica privati (di cui 2,3-2,9 milioni residenziali, 300 mila aziendali). Per raggiungere un numero adeguato di IdR sarà perciò necessario un contributo che potrà variare al procedere delle installazioni negli anni, a supporto di molti interventi di piccola dimensione e facilmente cantierabili, che favoriscano le comunità locali. Si aggiunge pure che un sostegno ai soggetti IRES favorirebbe anche la nascita di infrastrutture utili sia ai privati cittadini (autorimesse e garage privati, parcheggi di aree commerciali, distributori di carburante) sia all'elettrificazione dei furgoni e del trasporto merci urbano (es. rimessaggi, centri logistici).

2.2. Ambiti applicativi e range di utilizzo

La prima considerazione da svolgere è quella relativa al cambio di paradigma legato all'utilizzo della ricarica elettrica, ovvero il disaccoppiamento temporale tra ricarica e utilizzo del mezzo. In altri termini il mezzo può essere ricaricato mentre l'utilizzatore svolge altre attività (anche il riposo notturno).

L'utilizzo dell'elettricità per la mobilità sta estendendo sempre più il campo di applicazione, all'inizio focalizzato nei mezzi leggeri o veicoli M1 e N1, naturalmente facilitato dall'accesso e dalla diffusione dell'energia elettrica attraverso reti solide e già complete. Inoltre, la riduzione dei costi dei sistemi di accumulo, l'aumento della loro densità energetica e la riduzione dei tempi di ricarica, anche a parità di tecnologia aiutano tale estensione.

Analizziamo l'attuale stato in ordine di massa del mezzo.

2.2.1 Micromobilità

Biciclette, scooter, monopattini oggi sono totalmente elettrificabili, anche grazie alla possibilità, nei casi più leggeri, di rimuovere le batterie per ricariche domestiche o swap presso hub di ricarica.

³ Motus-e, Strategy& PwC, [Il futuro della mobilità elettrica: l'infrastruttura di ricarica in Italia @2030](#), ottobre 2020

2.2.2 Autoveicoli

Riguardo gli autoveicoli per il trasporto passeggeri, tutti i segmenti sono attualmente rappresentati e in forte espansione anche in Italia, che pure sconta un ritardo di alcuni anni rispetto ad altri Paesi europei. Partiti con le categorie "premium" oggi tutti i segmenti presentano numerose offerte. Il Total Cost of Ownership si presenta già a favore dell'elettrico soprattutto nell'uso cittadino, sebbene vada riducendosi sempre più la soglia chilometrica di pareggio anche sul medio-lungo raggio. Anche il prezzo di acquisto iniziale va avvicinandosi a quello delle auto convenzionali e il pareggio è previsto nel biennio 2024-2025. Un elemento importante da tenere in considerazione è che la percorrenza media italiana non supera i 35 km/giorno.

2.2.3 Light Duty Vehicles

Guardando ai mezzi di trasporto merci, per i mezzi leggeri (LDV) già esiste una convenienza, soprattutto per il trasporto urbano (ultimo miglio). Qui la situazione italiana parte svantaggiata per il fatto che tale comparto è prevalentemente formato da piccole imprese di autotrasporto per conto di terzi (i cd. "padroncini") cui le grandi aziende di distribuzione affidano il servizio (spesso anche con endemici fenomeni di subappalto): il costo d'acquisto ancora più alto rispetto alle possibilità economiche dei "padroncini", oltre che le percorrenze maggiori per i fenomeni sopradescritti, rallentano la diffusione di furgoni elettrificati. Per i mezzi pesanti valgono le condizioni sopra riportate, ulteriormente complicate da oggettivi problemi di peso che possono limitare l'estensione. È da notare che già esistono in commercio mezzi da 27-29 ton complessive che, se supportati a un'adeguata infrastrutturazione dei punti di ricarica, potranno ridurre il gap. Da valutare attentamente se conviene avventurarsi in nuove tecnologie o infrastrutture pesanti per coprire tale gap che verrà certamente colmato dalla tecnologia elettrica. Un ricambio con mezzi a combustibili fossili meno inquinanti degli attuali pare essere la soluzione di transizione migliore per i segmenti "hard-to-abate". Entrambe le soluzioni vengono esaminate con maggior dettaglio nelle sezioni seguenti sulla mobilità a gas e a idrogeno.

2.2.4 TPL

Per il Trasporto pubblico, tutte le soluzioni, comprese quelle per il trasporto pubblico locale (TPL), sono già convenienti rispetto ai mezzi a combustibile fossile, tranne il metano che nel nostro Paese gode di una sostanziale esenzione dalle accise (situazione che pensiamo potrà essere accettata dalla UE dalla prossima direttiva DAFI). Per il trasporto pubblico sulla lunga distanza valgono

le considerazioni e le attuali limitazioni sul trasporto merci, quindi è necessario spostare l'attenzione verso soluzioni a gas e idrogeno.

2.2.5 Trasporto navale

L'applicazione della propulsione elettrica non si limita ai trasporti stradali. Per quanto riguarda l'ambito navale, esistono già numerosi esempi di applicazioni elettriche alla nautica delle acque interne o in traghetti nei Paesi nordici. Anche in questo caso, un'adeguata infrastrutturazione degli hub di ricarica, come efficacemente realizzato nei punti di approdo dei traghetti o nei punti di sosta nel caso di mezzi pubblici, costituisce l'elemento chiave che può rendere realmente vincenti tali soluzioni. Guardando alle possibili applicazioni nello scenario italiano, basti pensare a una elettrificazione dei mezzi in una città come Venezia (peraltro già in sperimentazione) per rendersi conto delle notevoli potenzialità dell'elettrificazione delle imbarcazioni. Inoltre la fornitura di elettricità dalla banchina (Onshore Power Supply) svolgerà un ruolo chiave nel miglioramento della qualità dell'aria locale e nella riduzione dell'inquinamento acustico e delle emissioni di gas effetto serra nei porti.

2.2.6 Aviazione

Per il comparto dell'aviazione, sono già in corso efficaci sperimentazioni per aero-taxi e mezzi per brevi tratte, ma esse rappresentano, al pari della nautica pesante, segmenti "hard-to-abate" e quindi aperti a soluzioni di mobilità alternative.

2.2.7 Comparto ferroviario

Il comparto ferroviario, invece, è per la stragrande maggioranza a trazione elettrica, ma ove tale soluzione risultasse non sostenibile sono da realizzare soluzioni ad alimentazione non fossile (es. con l'impiego di idrogeno) sempre dopo adeguata analisi costi-benefici.

2.2.8 Comparto agricolo

Nel comparto agricolo esistono numerosi esempi di mezzi elettrificati, anche di grandi dimensioni e spesso robotizzati per aumentarne l'efficienza. La "guida autonoma" è una tecnologia molto promettente per il comparto agricolo e in questo caso l'elettrificazione è una scelta obbligata per la decarbonizzazione del parco mezzi.

2.2.9 Intralogistica

La maggior parte dei carrelli elevatori sono elettrici, una scelta tecnologica dettata dall'utilizzo in ambienti interni. Inoltre, il peso non è un problema, ma un requisito per la stabilità dei mezzi, quindi storicamente sono state utilizzate le batterie al piombo che hanno ancora ampissima diffusione. La penetrazione delle batterie al litio, dati i maggior costi, è limitata e si concentra sulle macchine che lavorano su più turni e con impegni più gravosi. Ci sono interessanti prospettive per la seconda vita delle batterie al litio provenienti dai veicoli stradali. (cfr. Appendice: La mobilità sostenibile nel settore dell'intralogistica).

2.3. Punti di forza della mobilità elettrica

L'avvento della mobilità elettrica ha coinciso con una serie di azioni, spesso supportate da studi non scientifici, che tentavano di sminuirne i punti di forza. Tale fenomeno non è nuovo, soprattutto in considerazione del fatto essa tocca consolidati mondi interessi economici. Oggi tali resistenze sono sostanzialmente finite, smantellate da autorevoli studi definitivi. Pensiamo solo che i rappresentanti del mondo "fossile" hanno addirittura abolito la parola petrolio anche dalle denominazioni e dalle testate di informazione.

I fondamentali punti di forza risiedono nei benefici ambientali e nell'uso efficiente delle fonti energetiche. L'efficienza è l'elemento cardine per far preferire la mobilità elettrica rispetto a qualunque altra fonte, soprattutto nell'utilizzo delle energie responsabili.

2.3.1 Decarbonizzazione

Tutte le analisi di footprint carbonico, comprese quelle *cradle to grave* e relative alla produzione dei pacchi di batterie, sono a vantaggio dell'elettrico. Il rendimento di produzione di energia elettrica da fonti fossili confrontato con il rendimento dei motori termici darebbe vantaggio all'uso degli elettroni anche se tutta l'energia fosse prodotta dal fossile. In Italia, peraltro, l'energia da rinnovabili supera il 40% e questo rafforza il vantaggio dell'elettrico nell'impatto climalterante. La mobilità elettrica va vista sempre connessa alle rinnovabili e si possono studiare strumenti di creazione di CIC (Certificati di Immissione in Consumo) analoghi ai biocombustibili, basati su "nuove" energie rinnovabili (anche per evitare rischi di "double counting") quale quello proposto alle commissioni parlamentari da MOTUS-E. Ricordiamo a questo proposito l'attuale riduzione imposta dalla UE verso l'orizzonte 2030 (-40% rispetto al 1990) che sarà certamente ulteriormente rafforzata (-55%) nel 2022.

2.3.2 Abbattimento dell'inquinamento locale

Questo è il maggiore vantaggio della mobilità elettrica, che incide significativamente nella riduzione d'impatto del traffico locale. Un recente studio MOTUS-E/CNR-IIA mostra l'effetto positivo di una penetrazione della mobilità elettrica da qui al 2030. All'inquinamento chimico naturalmente si associa un azzeramento del contributo del traffico all'inquinamento acustico. I vantaggi ambientali sono naturalmente associati alle esternalità evitate (costi sociali e sanitari, riduzione delle morti premature) anch'essi elaborati dallo studio MOTUS-E/CNR-IIA.

2.3.3 Evoluzione del rapporto con il mezzo

Ulteriori punti forza "soft" sono connessi ad una "civilizzazione" della mobilità che va oltre il mero possesso del mezzo e va invece verso una mobilità "dove serve e quando serve" certamente facilitato dall'adozione dell'elettrico. La mobilità elettrica pone il driver in un rapporto diverso col mezzo che guida, superando il falso concetto di "sorgente infinita" di energia generato dai combustibili fossili e ponendo l'utilizzatore quale protagonista della gestione efficiente dell'energia.

Accelerare sull'elettrico significa spingere su un'accelerazione verso la digitalizzazione con i suoi portati di guida autonoma e connessa, in ultima analisi, aumento della sicurezza sulle strade.

2.4. Principali ostacoli alla diffusione della mobilità elettrica

La mobilità elettrica, anche a causa del ritardo da scontare, soprattutto per ragioni industriali, non è ancora vissuta dai decisori politici come una strategia essenziale e di lungo periodo.

Come ricordato in premessa, il PNIEC 2030 prevede 4 milioni di veicoli elettrici a batteria e 2 milioni di ibridi plug-in, oltre a un aumento della quota modale del trasporto pubblico locale e dello sharing come elementi propedeutici al raggiungimento del target del 22% dell'energia primaria nei trasporti proveniente da fonti rinnovabili. Il PNIRE, in corso di discussione, pone inoltre l'obiettivo di 100 mila stazioni di ricarica (circa 200 mila punti di ricarica) al 2030, mentre il PSNMS propone sullo stesso orizzonte temporale un abbassamento dell'età media degli autobus dagli attuali 11,4 a 7,5 anni.

Tali obiettivi sono stati finora calcolati prendendo come base di riferimento l'attuale target di abbattimento delle emissioni di CO₂ (-40%). Se tale target

dovesse essere reso ancor più sfidante dall'UE, come attualmente in fase di discussione, passando dall'attuale -40% al -55%, tali obiettivi dovranno essere sicuramente rivisti al rialzo. A livello nazionale, manca però una visione industriale che permetta di recuperare il ritardo rispetto all'Europa nell'essenziale comparto automotive: l'Europa è già oggi il primo mercato mondiale per i veicoli elettrici, avendo superato la Cina nel 2020 (1,3 milioni di auto alla spina vendute). Servono quindi azioni mirate sull'industria e sulla formazione. A ciò si aggiunge l'assenza di una visione sull'impatto sulle città e la mobilità urbana, tenuto conto che gli spostamenti entro i 50 km sono responsabili del 70% delle emissioni di CO₂.

Guardando alle principali criticità, si ritiene utile analizzare le tre direttrici fondamentali di uno sviluppo industriale: domanda, infrastrutture, offerta.

Per quanto riguarda la *domanda*, la maggiore criticità è rappresentata dal divario tra il mercato dei veicoli a zero emissioni e quello dei veicoli "tradizionali" a combustione interna. Solo il pareggio dei prezzi di acquisto renderà possibile una diffusione massiva.

Le *infrastrutture* di ricarica sono, come visto in precedenza, fondamentali per la diffusione dei veicoli elettrici e rappresentano l'interfaccia per garantire flessibilità di carico alle *smart grid*. Sono necessarie delle reti di ricarica ad accesso pubblico e private capillari e differenziate in termini di potenza (e quindi di velocità di ricarica). Il PNIRE in particolare ne individua 100 ad accesso pubblico (cui corrispondono circa 200 mila punti di ricarica) e in 3,3 milioni i punti di ricarica privati necessari al 2030. Come già evidenziato, il report MOTUS -E, che analizza il target che gli operatori di mercato potrebbero raggiungere in un framework normativo che non prevedesse forme di supporto né al CAPEX né all'OPEX, prevede una forchetta di 50-65 mila IdR ad accesso pubblico installabili al 2030, corrispondenti a 98-130 mila PdR, mentre prevede tra i 2,6 e i 3,2 milioni i PdR privati (di cui 2,3-2,9 milioni residenziali, 300 mila aziendali).

Si ribadisce pertanto che per raggiungere numeri sufficienti al 2026 sarà necessario un contributo che potrà variare al procedere delle installazioni negli anni, a supporto di molti interventi di piccola dimensione e facilmente cantierabili, che favoriscano le comunità locali. Si aggiunge pure che un sostegno ai soggetti IRES favorirebbe anche la nascita di infrastrutture utili sia ai privati cittadini (autorimesse e garage privati, parcheggi di aree commerciali, distributori di carburante) sia all'elettrificazione dei furgoni e del trasporto merci urbano (es. rimessaggi, centri logistici).

Focalizzandoci sull'*offerta*, sottolineiamo come l'Europa stia cercando di spingere sulla produzione di batterie nel vecchio continente al fine di soddisfare la propria domanda entro il 2025, come recentemente confermato dal Vicepresidente Sefcovic che ha invitato gli stati UE a inserire forti investimenti sulla produzione di accumulatori elettrochimici nei propri Recovery Plan⁴. Oltre ad aver dimostrato una visione incerta su questo tema, l'Italia si trova ad affrontare un'altra fondamentale sfida, che finora purtroppo non ha deciso di giocare: attualmente il 70% della componentistica automotive prodotta in Italia viene venduta a costruttori esteri (OEM). Poiché questi ultimi stanno spingendo sempre di più sulla transizione verso l'elettrico (anche in Italia), per non veder perdersi fondamentali quote di mercato, anche la nostra industria di componentistica dovrà fare la stessa cosa. Tale transizione è drammaticamente urgente e deve accompagnare la riconversione di parte dell'ecosistema attraverso l'innovazione di prodotto, la crescita dimensionale e l'acquisizione di competenze. Il sempre più deciso orientamento dei piani industriali degli OEM verso scelte di *make* più che di *buy*, in Italia impatterà i tanti Tier 2 e Tier 3, meno negativamente dei Tier 1, se essi sapranno cavalcare la transizione. Permane comunque il problema della dimensione contenuta della gran parte delle imprese e la mancanza di liquidità per investimenti, che rende più sfidante tale transizione.

2.5. Azioni richieste

Lato domanda, dovranno essere previste misure *scrappage scheme* che ricadono all'interno delle flagship europee sull'utilizzo dei fondi e possono quindi essere incluse nei Recovery plan nazionali. In particolare, occorrerà percorrere le seguenti azioni:

- **proroga dell'Ecobonus sui veicoli di categoria M1 fascia 0 - 60 g CO₂/km fino al 2025**, con distinzione dell'incentivo tra acquisto con o senza rottamazione di un veicolo della medesima categoria omologato alle classi da Euro 1 a Euro 4. L'incentivo unitario dovrebbe essere decrescente nel tempo a partire dal 2023, mantenendo comunque la stessa struttura di base dell'ecobonus originario (incentivo diretto all'acquisto e non credito d'imposta). Se questa misura fosse implementata, i risultati attesi alla fine dell'arco temporale potrebbero ammontare a 909 mila BEV e 350 mila PHEV incentivate;

⁴ Commissione UE, [Main takeaways by Vice-President Maroš Šefčovič following the Ministerial meeting of the European Battery Alliance](#), 12 marzo 2021

- **rafforzamento dei fondi del PSNMS per l'acquisto di soli mezzi pubblici a zero emissioni.** La sostituzione dei mezzi del TPL su gomma con mezzi pubblici a zero emissioni potrà così garantire un effettivo miglioramento della qualità dell'aria. Bisognerà inoltre rivedere le attuali modalità di accesso ai fondi, estendendole anche al noleggio operativo per offerte integrate (es. *mezzi + infrastrutture + energia*). Un ulteriore intervento a favore di questa misura sarebbe quello di destinare i fondi del Next Generation EU (NGEU) solo per TPL su gomma a zero emissioni (escludendo quindi GNL, GNC e diesel). I risultati attesi alla fine dell'arco temporale di una simile misura sarebbero 243 mila BEV acquistate, più 546 mila a noleggio, e 42 mila PHEV acquistate, più altre 226 mila a noleggio;
- **politica fiscale agevolata per le flotte aziendali elettriche di categoria M1 e fasce emissive 0- 20 e 21- 60 g CO₂/km.** Per favorire la decarbonizzazione e il rinnovamento delle flotte aziendali di veicoli M1, è necessario rivedere i meccanismi di deducibilità per le flotte aziendali e P.IVA a uso promiscuo e non esclusivamente strumentale all'attività di impresa, per leasing, acquisto o noleggio di un veicolo a zero (0-20 gCO₂/km) e basse emissioni (21-60 gCO₂/km), rispettivamente nella misura del 100% e dell'80% dell'ammortamento o del costo operativo del noleggio, eliminando inoltre i costi massimi deducibili. A ciò andrebbe aggiunta l'applicazione di tasse al 15% sui fringe benefit per i veicoli che rientrano nella fascia emissiva 21-60 e l'azzeramento delle tasse per la fascia 0-20;
- **prosecuzione incentivi ai veicoli elettrici di categoria N1 e inclusione di N2 e N3, fino al 2026.** Si potrebbe così supportare la domanda di veicoli elettrici per il trasporto merci, includendo anche le categorie N2 e N3. I fondi NGEU dovranno essere impiegati esclusivamente per i mezzi N1, N2 e N3 a zero emissioni (esclusi quindi gli ibridi e ICE). La combinazione di tali interventi porterebbe, alla fine dell'arco temporale, all'immissione di 100 mila nuovi veicoli (N1 + N2 + N3) elettrici e al 2026 a una quota di immatricolazione di veicoli di tipologia N a propulsione elettrica di >10% rispetto alle immatricolazioni totali dei veicoli N nell'anno;
- **implementare, previa notifica da parte del Governo alla Commissione Europea, una tariffa dedicata alla mobilità elettrica,** almeno con riferimento agli oneri generali di sistema, sia nel caso di ricarica privata che pubblica, sia per la bassa che per la media tensione. Tale tariffa dovrebbe essere definita nell'ambito dell'attuazione dell'art. 57 comma

12 DL Semplificazioni (D.L. 16 luglio 2020, n. 76) che ha previsto tariffe elettriche dedicate sia per la ricarica privata che pubblica. L'obiettivo è prevedere una tariffa dell'energia elettrica per la ricarica allineata a quella più conveniente pagata dai clienti domestici (per non discriminare coloro che non possono ricaricare da casa a prezzi più bassi);

- **finalizzare il processo di definizione di una tariffa elettrica dedicata al cold ironing**, affinché la fornitura elettrica alle imbarcazioni sia competitiva rispetto all'utilizzo di altri combustibili fossili, quali il gasolio marino. La tariffa dell'energia elettrica rappresenta un fattore importante per la diffusione del *cold ironing*. A tale proposito, il decreto "Milleproroghe" (D.L. 30 dicembre 2019, n. 162), successivamente integrato con il decreto "Semplificazioni" (D.L. 16 luglio 2020, n. 76), ha previsto, con riferimento all'energia elettrica utilizzata per il *cold ironing*, la definizione di una tariffa specifica con una forte riduzione delle accise e l'azzeramento della componente "oneri generali di sistema". È fondamentale a tale proposito che il Governo presenti quanto prima la notifica alla Commissione Europea per valutare la compatibilità della misura tariffaria con la disciplina in materia di aiuti di Stato.

Sul fronte delle infrastrutture, occorrerà agire secondo questo schema:

- **rafforzamento Fondi per la rete di ricarica ad accesso pubblico**. Per raggiungere i target prima citati, è indispensabile una revisione delle modalità di finanziamento e governance previste dal PNIRE. In particolare, dovrà essere previsto un cofinanziamento che copra i costi di hardware e connessione:
 - ▶ del 40% per PdR *slow* 3-7 kW e *quick* 11-22 kW, nelle zone non sufficientemente coperte dal mercato;
 - ▶ del 50% per PdR di $P \geq 50$ kW (*fast charger* e HPC);
 - ▶ In aggiunta a ciò, si dovranno prevedere dei contributi a copertura dei costi di esercizio per le IdR che non hanno ricevuto contributi pubblici (e quindi finanziate interamente dagli operatori di mercato) e che non raggiungono dei volumi minimi di erogato;
 - ▶ Grazie a queste due misure, sarebbe possibile realizzare al 2030 tra gli 80 mila e i 110 mila PdR aggiuntivi ai 20 mila e, nella migliore delle ipotesi, si potrebbe raggiungere l'obiettivo di installazione dei PdR al 2030 anticipato già nel 2026.
- **incentivi per l'acquisto e installazione di infrastrutture di ricarica (IdR) private per edifici residenziali e parcheggi aziendali**. Per favorire il processo di sviluppo dell'infrastruttura di ricarica elettrica privata per

edifici residenziali e i parcheggi aziendali devono essere messe in campo le seguenti misure:

- ▶ estensione fino al 2026 degli incentivi per l'acquisto e installazione di IdR di potenza standard negli edifici residenziali, con detrazioni fiscali al 50% ripartite in dieci quote annuali di pari importo e calcolate su un ammontare complessivo massimo di 3 k€;
- ▶ credito d'imposta pari al 50% del costo di acquisto e installazione di IdR di qualsiasi potenza, calcolato su un massimo di spesa di 100 k€, per le imprese che acquistano e installano IdR dal 2022 al 2026;
- ▶ introduzione di appositi incentivi per colmare il differenziale di costo dell'infrastruttura bidirezionale (a oggi circa il doppio) rispetto a quella unidirezionale per diffondere sin da ora infrastrutture di ricarica di ultima generazione dotate di tecnologia vehicle to grid;
- ▶ la misura potrebbe accogliere dei fondi dedicati all'infrastruttura di ricarica specifica per i veicoli merci sia nei centri logistici, sia nei rimessaggi dei mezzi, sia nei nodi di consegna in ambito urbano (zone commerciali, GDO, ecc.);
- ▶ politiche per la semplificazione delle procedure autorizzative per un rapido dispiegamento dell'infrastruttura di ricarica sia in ambito sia pubblico sia privato per permettere il raggiungimento degli obiettivi di dispiegamento dei punti di ricarica e permettere la piena diffusione dei veicoli elettrici.

Infine, lato offerta, queste alcune proposte verso i decisori politici:

- **filiera Italiana per produzione di celle per trazione e impianti di riciclo e riuso.** Come evidenziato anche dal PNRR nella missione M2C2.5, lo sviluppo di una filiera industriale nazionale per la produzione di batterie per i veicoli è un obiettivo da raggiungere necessariamente per supportare l'elettrificazione dei trasporti. Sarà quindi necessario avviare un terzo IPCEI⁵ a guida italiana per un progetto innovativo di ricerca e sviluppo sulle nuove tecnologie e chimiche delle batterie (es. a stato solido, grafene) destinate al settore automotive e avvio di un impianto sperimentale (ma scalabile in futuro) per il riciclo e re-purposing delle batterie a fine vita dei veicoli full electric e plug-in. Per far sì che tale filiera industriale si realizzi e consentire lo sviluppo tecnologico delle batterie che potranno essere utilizzate nelle vetture elettriche del futuro, sa-

⁵ Important Projects of Common European Interest (IPCEI)

ranno necessari interventi di cofinanziamento diretto ai progetti da parte dell'Italia pari a 1 Mld € e di compartecipazione dello Stato (es. tramite CDP o Invitalia) al 40% per la costruzione di un impianto sperimentale, scalabile in futuro, per il riciclo e re-purposing delle batterie a fine vita dei veicoli elettrici;

- **proposte di indirizzo per il Nuovo Piano Transizione 4.0.** Altrettanto importanti saranno le iniziative di formazione delle imprese e dei professionisti. Ciò potrà essere ottenuto potenziando lo strumento del credito d'imposta per la formazione del personale, già previsto dal Piano Nazionale Impresa 4.0, per i lavoratori addetti ai processi produttivi, alla progettazione e fabbricazione dei prodotti, ma anche alle reti di vendita (concessionari) e assistenza post-vendita (officine) con un focus sull'elettrificazione e la digitalizzazione della mobilità. Ciò consentirebbe la formazione di 55 mila addetti del comparto automotive (automakers e componentistica) e di ulteriori di 40 mila addetti alla manutenzione e riparazione di cui almeno 1 addetto di almeno 1 officina autorizzata per ciascuna delle 107 province italiane. In aggiunta a ciò, nel Nuovo Piano Transizione 4.0 dovrà essere prevista una nuova area riservata alla digitalizzazione e innovazione dell'industria automotive e annessa filiera della componentistica, con particolare riferimento alla mobilità elettrica, rimodulando i crediti d'imposta per R&D e innovazione di prodotto.

2.6. Scenari al 2030

Nella Figura 4 è riportato l'andamento del mercato dei veicoli passeggeri sino al 2030. Secondo le analisi effettuate da MOTUS -E, la curva superiore raggiunge il valore ipotizzato dal corrente PNIEC e allineato ai relativi obiettivi di decarbonizzazione. Tale valore è raggiungibile attraverso un supporto della domanda quale quello attuale e in grado di essere sostenuto sino al raggiungimento di una parità nei prezzi di acquisto e quindi l'applicazione di opportune "learning curve" di costo. La curva inferiore, peraltro allineata a proiezioni correnti di mercato, senza un supporto alla domanda, non permetterebbe il raggiungimento degli obiettivi PNIEC.

I risultati al 2030, ottenibili dal combinato degli interventi di supporto all'infrastrutturazione sopra citati, potrebbero ammontare più di 1 milione PdR privati domestici e almeno 400 mila PdR privati aziendali aggiuntivi, più di 5 mila centri di logistica o nodi di consegna con ricariche ad alta potenza e più di 2 mila rimessaggi di veicoli merci con ricariche overnight a bassa potenza.

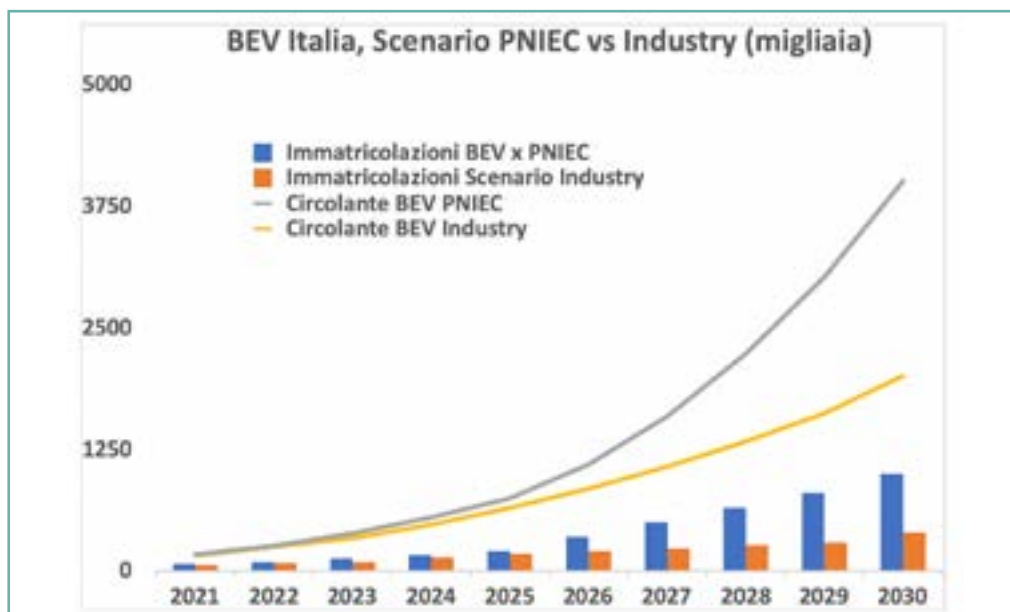


Figura 4 – Scenari di mercato autoveicoli BEV al 2030 (Fonte: MOTUS-E)

A ciò si aggiungerebbe un'adeguata infrastrutturazione con IdR predisposte per la tecnologia V2G.

In Figura 5 è riportato lo scenario di penetrazione delle infrastrutture pubbliche in Italia al 2030, suddiviso per fasce di potenza, elaborato da Strategy& (Gruppo PwC) per MOTUS -E in cui si nota la diversa distribuzione in termini di potenza, necessaria a garantire un sufficiente di ricariche Fast e Superfast (> 50 kW) in particolare nelle principali direttrici di traffico a supporto dello sviluppo del mercato dell'elettrico.

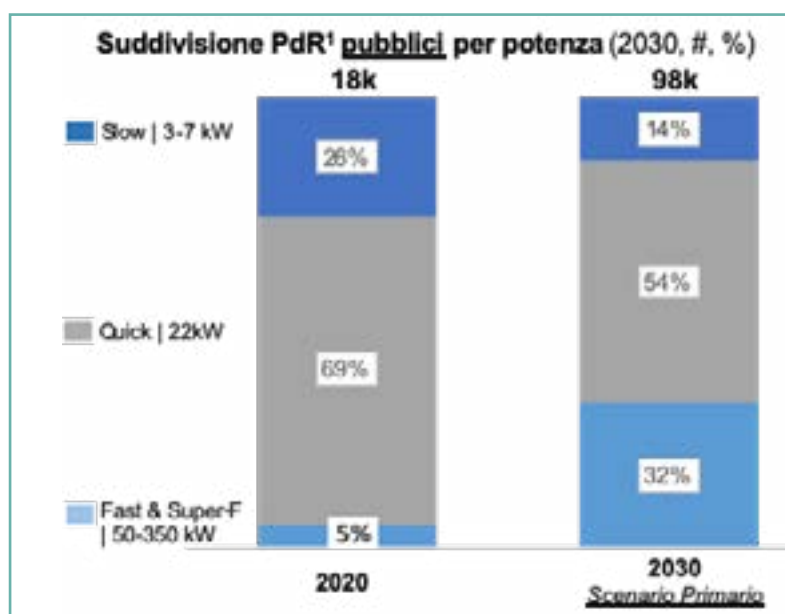


Figura 5 – Scenari di penetrazione delle infrastrutture pubbliche al 2030 (Fonte: MOTUS-E/PWC)





3. Mobilità a Gas

3.1. Maturità e diffusione della tecnologia, livello di sviluppo infrastrutturale

Le prime applicazioni in motori a ciclo Otto, alimentati con gas naturale, composto come ben noto principalmente da metano (CH_4) sono state sviluppati già negli anni Sessanta del XIX secolo. Il metano ha un contenuto di parti di carbonio minore rispetto alla benzina o al diesel e durante la combustione produce molto meno CO_2 . Per quanto riguarda i veicoli “leggeri” il metano viene utilizzato prevalentemente sotto forma di CNG (Compressed Natural Gas), immagazzinato a bordo dell’auto a una pressione di 200 bar; mentre nel caso del “trasporto pesante” l’alimentazione sotto forma di LNG (Liquefied Natural Gas) rappresenta un’ottima alternativa dato che la tecnologia della liquefazione permette di ridurre il volume specifico del gas di circa 600 volte rispetto alle condizioni standard e, quindi, consente stoccaggio e trasporto di notevoli quantità di energia in spazi considerevolmente ridotti e a costi competitivi.

Come vedremo in dettaglio nel paragrafo successivo, l’alimentazione a metano nel settore dei trasporti è oramai ampiamente diffusa e vede le aziende italiane leader indiscusse in alcuni segmenti come quello dei trasporti pesanti e dei mezzi agricoli. A livello infrastrutturale, l’Italia possiede la rete di distribuzione più estesa di Europa con circa 1.600 stazioni di rifornimento di cui 1.470 pienamente operative e 55 collocate sulla rete stradale (vedi Figura 6). Per quanto riguarda il metano liquido sono invece circa 100 le stazioni di rifornimento operative.

La tecnologia e le infrastrutture esistenti per l’utilizzo del metano fossile costituiscono il naturale e ovvio bacino di utilizzo per la valorizzazione del biometano, cioè del gas di origine rinnovabile prodotto come risultato della purificazione del biogas generato dalla digestione anaerobica di matrici agricole

Regione	Impianti	Operativi	Autostradali	Operativi 24h
VALLE D'AOSTA	1	1	0	0
PIEMONTE	97	92	3	1
LOMBARDIA	229	206	13	9
TRENTINO-ALTO ADIGE	28	23	4	4
VENETO	190	173	4	6
FRIULI-VENEZIA GIULIA	15	12	0	0
LIGURIA	10	10	0	0
EMILIA-ROMAGNA	242	235	10	11
TOSCANA	146	140	3	7
UMBRIA	53	47	0	9
MARCHE	121	119	3	4
LAZIO	90	84	8	8
ABRUZZO	39	38	1	1
MOLISE	5	5	0	0
CAMPANIA	123	114	3	21
CALABRIA	20	14	0	0
PUGLIA	102	95	1	7
BASILICATA	13	11	0	0
SICILIA	59	51	2	11
SARDEGNA	3	0	0	0
ITALIA	1586	1470	55	99

Figura 6 – Numero stazioni di rifornimento a metano in Italia (Fonte: Metanoauto.com)

e della FORSU. Il PNIEC, prevede una crescita sostenuta del biometano, classificabile come biocarburante avanzato nel settore dei trasporti, confermando per il biometano avanzato proveniente da scarti agricoli e FORSU il target di almeno 1,1 mld di m³ al 2030. In pratica, nell'ipotesi dell'invarianza dei consumi attuali, tutto il consumo di metano nei trasporti potrebbe diventare "bio".

Per quanto riguarda la distribuzione, accanto alla miscelazione con metano fossile nella rete del gas naturale, stanno nascendo, in parallelo con gli impianti di produzione, anche impianti che erogano anche bio-CNG in percentuali variabili. Allo stato attuale risultano operativi circa 30 impianti con queste caratteristiche concentrati per lo più tra Lombardia, Emilia-Romagna, Campania, Lazio e Piemonte¹.

¹ Federmetano, [Dati - Distributori biometano compresso per auto bioCNG](#)

REGIONI	2000	2005	2010	2016	2017	2018	2019
	Valori assoluti						
Piemonte	4.579	6.267	30.560	34.350	34.192	34.351	34.418
Valle D'Aosta	27	128	648	435	408	400	396
Lombardia	13.851	16.392	51.218	68.952	69.504	70.972	73.494
Trentino A.A.	662	1.209	3.183	8.042	8.528	9.203	10.530
Veneto	36.767	40.809	72.906	94.366	95.578	97.846	101.243
Friuli V.G.	1.127	1.068	2.206	3.103	3.231	3.329	3.536
Liguria	4.315	3.996	6.882	9.044	9.078	9.137	9.064
Emilia Romagna	94.061	111.226	179.641	212.738	211.932	211.442	210.864
Toscana	30.438	30.344	61.760	87.158	86.818	87.125	86.865
Umbria	14.492	15.594	23.900	40.108	41.481	42.802	44.113
Marche	54.874	63.926	92.289	126.326	129.132	132.325	135.626
Lazio	3.242	4.458	23.339	31.517	32.411	33.833	35.088
Abruzzo	7.504	7.686	14.988	25.521	26.198	26.876	27.639
Molise	1.686	2.175	3.908	5.492	5.631	5.728	5.768
Campania	6.116	13.256	42.980	74.791	78.999	82.473	85.973
Puglia	12.970	20.900	34.721	59.797	62.304	64.495	66.332
Basilicata	622	1.290	2.846	6.218	6.708	7.029	7.234
Calabria	358	820	2.262	5.155	5.504	5.815	6.151
Sicilia	1.169	2.866	9.478	17.616	18.513	19.415	20.366
Sardegna	170	248	394	460	476	515	570
Non identif.	71	76	65	57	78	73	70
ITALIA	289.101	344.734	660.174	911.246	926.704	945.184	965.340

Fonte: A.C.I. - Statistiche automobilistiche

Figura 7 – Parco autoveicoli a benzina/metano su scala regionale (Fonte: ACI)

3.2. Ambiti applicativi e range di utilizzo

3.2.1 Veicoli stradali "leggeri"

Il settore dell'alimentazione a metano nell'autotrazione ha avuto uno sviluppo significativo nel periodo 2010-2019 con un incremento delle immatricolazioni di auto alimentate a metano molto marcato tra il 2010 e il 2016 ma che prosegue ininterrotto anche negli anni successivi (Figura 7). L'aumento dei veicoli a metano è stato senza dubbio favorito dalle politiche di incentivazione, dai vantaggi ambientali, dalla maggiore disponibilità di nuovi modelli da parte delle case automobilistiche, considerando anche le nuove normative in tema di politiche ambientali e di riduzione di emissioni, e dai prezzi competitivi del gas naturale come carburante alternativo.

Questi fattori hanno contribuito a portare il parco circolante a metano a quasi un milione di veicoli anche se, per motivi legati all'autonomia del veicolo, i motori a gas naturale sono spesso bivalenti, ossia funzionanti sia con la benzina sia con il gas naturale.

In realtà, le immatricolazioni del 2019 evidenziano un netto cambio di tendenza nelle scelte del consumatore che acquista una autovettura a metano. Infatti, se nel 2018 sono state immatricolate circa 30 mila "ibride" benzina/metano e 6.800 auto "full methane", nel 2019 la situazione si è capovolta con 30 mila vetture a metano e poco più di 8 mila immatricolazioni con doppia alimentazione. Nel 2020, la crisi sanitaria ha ovviamente fortemente condizionato il mercato dell'auto con un calo delle nuove immatricolazioni di circa il 30%. In questo scenario di forte crisi le alimentazioni "classiche" benzina e diesel hanno fatto registrare i cali più sostenuti, nell'ordine di circa il 40% rispetto al 2019, mentre le autovetture a metano si sono fermate a -18%. In controtendenza ovviamente il mercato elettrico con il raddoppio delle immatricolazioni delle ibride e "l'esplosione" delle vetture elettriche sia ricaricabili che ibride plug-in, aumentate di più di dieci volte rispetto alle vendite dell'anno precedente².

Un altro aspetto rilevante è rappresentato dall'utilizzo del metano come alimentazione "alternativa" dei veicoli già circolanti. Attualmente il parco auto italiano, pari a circa 40 milioni di veicoli, è composto per il 32% da autovetture da Euro 0 a Euro 3, e ben il 57% ha comunque dieci o più anni. Posto che è indubbiamente necessario lo svecchiamento del parco circolante con l'acquisto di auto Euro 6 preferibilmente con alimentazioni a metano, GPL, ibrida ed elettrica in un contesto di neutralità tecnologica, per le situazioni in cui non è possibile la sostituzione del mezzo, la modifica dell'alimentazione totalmente o parzialmente a metano/biometano costituisce l'unica opzione a disposizione. Si pensi ad esempio a chi ha acquistato di recente una vettura diesel Euro 6 e che vuole evitare le limitazioni alla circolazione già oggi imposte in alcune grandi città.

Sul fronte del rinnovamento del parco auto esistente, un'interessante novità sarà rappresentata dalle opportunità per le case automobilistiche derivanti dall'approvazione da parte dell'Unione Europea³ dei sistemi *Mild-hybrid* sulle auto a metano, che potranno quindi essere dotate di sistemi di ibridazione leggera, finora limitati ai veicoli a benzina e diesel.

² Motus-e, Analisi di mercato, confronto tra i mesi di marzo 2020 e 2021

³ Commissione UE, [Decisione di esecuzione 2021/488](#), 22 marzo 2021



3.2.2 Trasporti “pesanti”

Lo sviluppo del GNL è probabilmente la migliore soluzione a disposizione nel medio periodo per un trasporto merci ecologicamente sostenibile. Il GNL negli ultimi anni ha rivoluzionato il trasporto su gomma: le immatricolazioni dei mezzi pesanti (>3,5 t) nel 2017 erano 302, nel 2018 siamo passati a n. 699 e nel 2019 (gennaio-maggio) abbiamo ben 936 mezzi a gas naturale, di cui n.721 a GNL⁴. I mezzi circolanti in Italia con questa alimentazione all’inizio del 2021 sono circa 3 mila, su un totale di 20 mila in Europa. Inoltre, la rete infrastrutturale è cresciuta in maniera esponenziale, passando dal primo impianto di rifornimento di GNL del 2014 agli attuali circa 100 operativi.

Relativamente alle potenzialità del settore, un modello di simulazione⁵ per quantificare le percorrenze che potranno essere svolte con veicoli a GNL nella rete stradale italiana, tenendo conto dei principali fabbisogni commerciali e di scambio merci e partendo da alcuni presupposti programmatici in materia di impianti e infrastrutture, ha evidenziato un mercato potenziale del trasporto con mezzi a GNL di circa 76 mila viaggi/giorno (pari ad un quarto di quelli totali). Di questi, oltre 50 mila sono spostamenti andata/ritorno che si avvalgono di un solo punto di rifornimento, usato all’inizio del viaggio. Le movimentazioni che si possono effettuare con mezzi a GNL riguardano circa 235 milioni di tonnellate di merci per chilometro, pari al 32% delle movimentazioni totali attualmente presenti sulla rete stradale italiana. Questi risultati sono in linea con quanto previsto nel “Documento di consultazione per una Strategia Nazionale sul GNL”, in cui si stima che nel 2030 saranno usati 3,2 milioni di tonnellate di GNL e di biometano liquefatto destinate al settore trasporti, con 800 stazioni di servizio dedicate.

In Italia, diversi attori industriali del settore automotive hanno avviato iniziative utilizzando il GNL come carburante per i trasporti stradali pesanti e alcune aziende italiane hanno già da tempo ottenuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (ora Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili) l’omologazione per la trasformazione di mezzi pesanti diesel in veicoli *dual fuel* (diesel/GNL).

⁴ Federmetano, [Dati – Parco veicolare italiano](#)

⁵ Modello elaborato da Iveco-CSST

A livello di programmazione strategica, la SEN prevedeva che, nel 2030, almeno il 25% del trasporto pesante fosse alimentato da GNL, quota potenzialmente elevabile al 30% anche col contributo del CNG. È pertanto fondamentale implementare le opportunità di conversione al biometano compresso o meglio liquefatto, con nuovi mezzi bio-GNL adibiti al trasporto pubblico interurbano e soprattutto al trasporto merci pesante. Per quanto riguarda il trasporto pubblico sono estremamente interessanti sia dal punto di vista ambientale che economico le opportunità di "integrazione" tra la produzione direttamente derivante dalla valorizzazione della raccolta differenziata dei rifiuti e un parco mezzi alimentato con il biometano "autoprodotta".

È ragionevole ipotizzare una trasformazione obbligata di gran parte del parco nell'arco di tre o cinque anni, cominciando dai veicoli più vecchi di dieci anni. Tale processo di rinnovamento deve essere agevolato anche attraverso meccanismi "dissuasivi" come il divieto di circolazione nelle aree urbane o l'applicazione di pedaggi autostradali scontati per mezzi di trasporto pesante "green". Precursore in Italia di questa tendenza è lo sconto del 30% riconosciuto ai mezzi con alimentazione GNL sulle autostrade A35 e A58.

3.2.3 Trasporto marittimo

L'utilizzo di gas naturale come combustibile è uno dei modi che l'industria marittima può adottare per soddisfare i limiti sempre più restrittivi di emissioni in atmosfera con riferimento a sostanze inquinanti, nocive e climalteranti, come gli ossidi di azoto (NOx), di zolfo (SOx) e di anidride carbonica (CO₂) dovuti all'utilizzo di combustibili tradizionali nelle normali condizioni operative della nave. Ovviamente, l'efficacia dell'impiego del GNL ai fini della riduzione dell'immissione nell'atmosfera di gas serra dipende dal tipo di motore e dalla gamma di possibili misure adottabili per ridurre il rilascio indesiderato di metano inutilizzato.

È opportuno considerare che il nostro Paese da una parte, possiede la principale industria del trasporto marittimo a corto raggio in Europa e, dall'altra, dispone di un'industria cantieristica che si pone ai vertici mondiali nei segmenti di naviglio a maggiore complessità tecnologica. Di conseguenza, l'industria marittima italiana è perfettamente in grado di far fronte alla futura domanda di conversioni, di nuove navi a propulsione GNL o "GNL-Ready" grazie alle competenze tecnologiche e all'esperienza di cui dispongono già oggi i cantieri navali, la relativa *supply-chain* e la filiera nazionale del criogenico. Le tecnologie disponibili consentono inoltre tutta la gradualità necessaria per passare da una fase "dual fuel" fino all'uso esclusivo del GNL, garantendo

la flessibilità operativa necessaria a consentire la sostenibilità economico e finanziaria della soluzione metano liquido.

Anche per il settore del trasporto marittimo passeggeri è iniziato un processo di decarbonizzazione, con l'introduzione degli *scrubbers* a bordo delle navi da crociera e la costruzione anche di navi a completa propulsione LNG. Oggi un ridotto, ma tuttavia crescente, numero di navi, sia da crociera che cargo e traghetti, viene alimentato a LNG. Si stima che "delle 51 mila navi presenti nel mondo, solo 150 sono alimentate a LNG, ma si prevede che entro il 2030 tale numero crescerà fino a circa 5 mila⁶".

L'utilizzo dell'GNL al posto del combustibile diesel e i numerosi vantaggi in termini di riduzione delle emissioni in atmosfera, possono aiutare agli armatori a rispettare i nuovi limiti di emissioni fissati dall'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO), soprattutto se vengono utilizzati carburanti zero/a basse emissioni di carbonio e l'uso biometano liquefatto o di metano sintetico liquefatto (LSM) visto che le navi alimentate a GNL potrebbero impiegarli senza importanti modifiche, mentre il cardine dello sviluppo diventa l'infrastruttura logistica di trasporto e stoccaggio.

Lo sviluppo dell'impiego di GNL, nelle due forme di biometano e LSM, essendo legato sia alla disponibilità dei carburanti che alla domanda nel settore marittimo, potrebbe subire un arresto imprevisto dopo l'emergenza sanitaria derivante dal Coronavirus e la conseguente grave crisi del settore crociere che ridefinirà assetti e dinamiche di mercato.

A livello di pianificazione strategica, la stessa SEN prevedeva una quota del 50% per il trasporto navale alimentato a GNL, mentre per quello che riguarda le misure finalizzate a favorire il rinnovamento delle flotte esistenti anche in questo caso si dovrebbero ipotizzare politiche tariffarie differenziate da parte delle Autorità Portuali, favorevoli nei confronti delle navi alimentate a GNL.

Un impulso alla diffusione dell'utilizzo dei biocarburanti in generale e di biometano in particolare negli usi marittimi potrebbe derivare dalla revisione della normativa comunitaria per quello che riguarda la definizione di "uso nei trasporti" estendendo tale concetto anche alla navigazione al di fuori delle acque interne e alle attività di pesca. In questo modo sarebbe possibile per questi settori contribuire al conseguimento del target comunitario sui "trasporti"

⁶ SDG4MED – Books of Fondazione CS Mare n. 4, Mobilità a basse emissioni nel Mediterraneo. Giugno 2019.

e il riconoscimento immediato di forme di incentivazione come i Certificati di Immissione in Consumo (CIC) di biocarburanti.

3.2.4 Utilizzo nel settore agricolo

Per quanto riguarda il settore agricolo, la meccanizzazione costituisce un pilastro portante dell'impalcatura economica e sociale dei Paesi industrializzati. La disponibilità di attrezzi e macchine sempre più perfezionati e performanti ha comportato uno straordinario sviluppo della produttività del lavoro, con l'obiettivo di garantire una produzione alimentare sufficiente a fare fronte ai fabbisogni di una popolazione mondiale in continua crescita numerica e, in molte aree, con richieste qualitative crescenti.

Questa esigenza è però strettamente connessa alla necessità che ciò avvenga nel rispetto e nella salvaguardia delle risorse del Pianeta Terra che sono un bene comune da conservare e trasmettere alle generazioni future. Si tratta, quindi, di far fronte al necessario incremento della produzione alimentare in modo ecosostenibile, ossia nel rispetto del terreno e dell'ambiente.

In questa ottica, è sicuramente necessario ipotizzare modalità di alimentazione alternative ai combustibili fossili anche nell'ambito dei mezzi agricoli, per i quali il biometano rappresenta senza dubbio un'ipotesi interessante anche in considerazione del fatto che è un biocarburante avanzato producibile anche direttamente in azienda.

Per i mezzi agricoli l'alimentazione a biometano è già presente sul mercato, anche se ancora nelle fasi embrionali di commercializzazione e garantisce gli elevati requisiti di coppia e di potenza richiesti per le lavorazioni agricole specie di quelle in pieno campo.

La necessità di rinnovamento del parco circolante dei trattori agricoli in Italia è confermata anche dal fatto che il milione e seicentomila delle unità circolanti ha una età media pari pressoché a vent'anni.

3.2.5 Intralogistica

Solo una parte dei carrelli elevatori ha un motore a combustione interna, tipicamente quelli sottoposti a impegni particolarmente gravosi e che lavorano soprattutto all'aperto. La maggior parte di questi sono alimentati a gasolio, ma sono presenti sul mercato anche versioni ibride, che consentono di ridurre i consumi e la manutenzione e modelli alimentati a idrocarburi gassosi, sostit-

tuibili con i corrispettivi di origine biologica in base alla disponibilità locale e/o alla sensibilità delle imprese. (cfr. Appendice: La mobilità sostenibile nel settore dell'intralogistica).

3.3. Punti di forza

3.3.1 Riduzione delle emissioni climalteranti

L'utilizzo del metano in autotrazione già consente una riduzione delle emissioni di CO₂ nell'ordine del 20-25%; nel momento che il metano viene sostituito da biometano questi deve obbligatoriamente essere "sostenibile" ossia garantire un risparmio nelle emissioni di CO₂ di almeno il 65% rispetto al carburante fossile di riferimento. Ne deriva una riduzione delle emissioni climalteranti intorno al 95% ma che a determinate condizioni e matrici di produzione può raggiungere livelli *carbon negative*.

Come evidenziato dalla Figura 8, la riduzione delle emissioni climalteranti varia in funzione delle matrici con cui viene prodotto il biogas. La necessità di rispettare i parametri di sostenibilità dei biocarburanti esclude però di fatto le produzioni derivanti al 100% da colture alimentari, come ad esempio gli insilati di mais, e favorisce prevalentemente la valorizzazione dei reflui zootecnici e dei sottoprodotti delle attività agricole e agro-alimentari. L'alimentazione a biometano riduce anche le emissioni in termini di ossido di azoto (NO_x) e annulla il particolato (PM10).

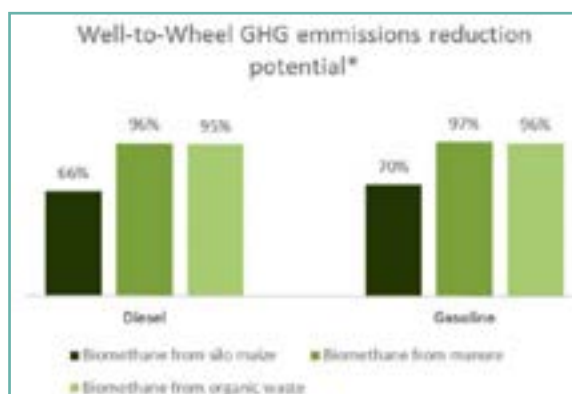


Figura 8 – Mancate emissioni di gas climalteranti rispetto alla benzina e al diesel (Fonte: European Biogas Association⁷)

La diffusione e il mantenimento della digestione anaerobica nel settore agricolo e in particolare in quello zootecnico, gestiti secondo principi di sostenibilità e di efficienza, contribuiscono inoltre alla riduzione delle emissioni

⁷ European Biogas Association, [Biomethane in transport](#), aprile 2016, pag. 7

tipiche delle produzioni agricole. L'incremento della produzione di biometano fino a 6,5 miliardi di Sm³ comporterebbe, secondo le stime effettuate da CIB – Consorzio Italiano Biogas, una riduzione delle emissioni generate dal settore agricolo nell'ordine del 30%.

3.3.2 Infrastruttura esistente

Come evidenziato nei paragrafi precedenti la rete di distribuzione del metano è ben radicata nel territorio e costituisce il naturale strumento di diffusione e utilizzo del biometano da fonti rinnovabili

3.3.3 Possibilità di utilizzo in tutti i segmenti

Grazie anche alla possibilità di utilizzo sotto forma di LNG, che garantisce prestazioni elevate in termini di potenza ed autonomia con ingombri ridotti, il biometano costituisce una possibilità di applicazione immediata praticamente in ogni segmento del settore trasporti, con l'unica eccezione di quello aereo.

3.3.4 Impatti positivi su altri settori economici

Il settore industriale italiano è sicuramente leader nel campo dell'*automotive* a metano/biometano se consideriamo ad esempio che per quanto riguarda i mezzi pesanti a GNL nel 2019 l'85% delle vendite è stato appannaggio di player italiani.

Anche per quanto riguarda il comparto agricolo la possibilità di valorizzazione di effluenti zootecnici, sottoprodotti e colture di integrazione costituisce un fondamentale contributo alla resilienza delle aziende italiane senza che questo vada ad impattare sulle produzioni primarie.

Inoltre, non è da trascurare il ruolo che i centri di produzione di biogas/biometano, potendo contare sulla connessione sia alla rete elettrica che alla rete gas, possono avere nel processo di interconnessione dei sistemi energetici elettrico e gas attraverso la tecnologia del power-to-gas.

3.4. Principali ostacoli alla diffusione

Per quanto riguarda la revisione del PNIEC, è auspicabile che sia decisamente rivisto il contributo del biometano, fermo a un miliardo di m³, andando anche oltre l'utilizzo nel settore dei trasporti. Inoltre, è fondamentale che siano inserite indicazioni sulla quota di GNL destinata a coprire i consumi nei trasporti marittimi e pesanti su strada, anche alla luce di quanto in precedenza prevedeva la SEN che li fissava rispettivamente al 50% e al 25-30%. Nell'im-

mediato, vanno anche prese in considerazione le opportunità di modifica a metano/biometano dei diesel in circolazione, per accompagnare il ricambio dei veicoli per i ceti meno abbienti, fino a quando per costoro il costo di sostituzione dell'autovettura sarà ancora troppo elevato.

A livello della normativa comunitaria è necessario eliminare alcune contraddizioni dell'impianto legislativo che non tengono conto delle peculiarità italiane nell'ambito della gestione dei flussi rifiuti/sottoprodotti. A tal fine, è necessario pervenire ad una chiara ed univoca interpretazione della definizione delle biomasse impiegabili per la produzione di biometano avanzato. Tale specifica risulta dirimente per lo sviluppo delle iniziative agricole, capaci di intercettare flussi di residui e sottoprodotti non più impiegabili nella catena alimentare offrendo un percorso di valorizzazione certo e sostenibile.

Per quello che riguarda le norme di incentivazione in Italia occorre rilevare come il sistema attuale si è rivelato poco efficace per le realtà agricole, da cui deriva l'esigenza di una ulteriore revisione che, tenendo conto delle peculiarità del settore primario, garantisca la fattibilità economica e ambientale delle iniziative imprenditoriali. In particolare, è necessario confermare al più presto la possibilità di applicare agli impianti oggetto di riconversione il "bilancio di massa", per consentire la coesistenza di una parte di produzione elettrica residua con quella di biometano.

Infine, anche per la diffusione del biometano è importante aumentare la diffusione di corrette informazioni per quanto riguarda gli impatti sui territori degli impianti al fine di contrastare il fenomeno Nimby.

3.5. Azioni richieste

Gli obiettivi di decarbonizzazione non potranno essere conseguiti attraverso una unica modalità ma solo con il contributo e l'integrazione di tutti gli strumenti a disposizione.

In quest'ottica l'utilizzo del biometano nel settore dei trasporti, può dare un contributo importante in particolare sia per la disponibilità immediata delle soluzioni tecnologiche che per versatilità di utilizzo.

Per poter realizzare gli obiettivi fissati e consentire il pieno sviluppo delle potenzialità di questo segmento sarà necessario rimuovere gli ostacoli ancora presenti e fornire agli stakeholder un quadro di riferimento stabile e di lungo periodo, attraverso le azioni di seguito descritte:

- **estendere la durata per l'accesso alle disposizioni incentivanti del decreto 2 marzo 2018**, attualmente limitate agli impianti che entrano in esercizio entro il 31 dicembre 2022;
- **prevedere livelli di supporto che consentano la fattibilità economica delle iniziative per la produzione di biometano** tenendo conto dei costi effettivi sostenuti dagli imprenditori agricoli e di una equa remunerazione degli investimenti, differenziando laddove necessario il livello di incentivo sia in considerazione della tipologia di materie prime sia della dimensione degli impianti la cui realizzazione deve essere tarata sulla disponibilità di materie prime presenti sul territorio, evitando un sovradimensionamento dettato solo da economie di scala;
- **aumentare i contingenti di biometano avanzato previsti per gli anni 2022 e successivi;**
- **estendere l'incentivazione del biometano anche al trasporto navale marittimo**, in particolare per i collegamenti nell'ambito del territorio nazionale e per le rotte che hanno come punto di partenza e punto di arrivo un porto italiano;
- **continuare a incentivare l'acquisto di mezzi pesanti alimentati a metano liquefatto e introdurre una riduzione dei pedaggi autostradali per i veicoli pesanti alimentati a bioGNL;**
- **valutare l'introduzione di un obbligo di miscelazione di biometano liquefatto rispetto al metano liquefatto di origine fossile;**
- **riconoscere il biometano nella Strategia europea per la mobilità sostenibile;**
- **fissare, anche a livello europeo, obiettivi per l'uso del biometano nei trasporti entro il 2030;**
- **promuovere il biometano come carburante verde nella direttiva sull'infrastruttura per i combustibili alternativi (DAFI);**
- **revisionare la normativa di incentivazione** per eliminare gli ostacoli allo sviluppo delle iniziative potenzialmente realizzabili in ambito agricolo a partire dalla possibilità di utilizzo del "bilancio di massa" negli impianti "riconvertiti" a biometano e dei sottoprodotti agricoli e agro-industriali per la produzione di biometano avanzato.

3.6. Scenari di evoluzione al 2030

Per quanto riguarda il PNIEC, il contributo del biometano avanzato nel settore dei trasporti dovrebbe essere incrementato dagli attuali 793 ktep/anno almeno fino a 950 ktep/anno⁸, per tenere in considerazione gli scenari di sviluppo e la possibilità del biometano di soddisfare all'intera domanda nei trasporti, come auspicato anche dagli stessi documenti di programmazione.

Infatti, le potenzialità di sviluppo della produzione di biometano derivante da matrici agricole possono superare di gran lunga gli obiettivi del PNIEC. Gli impianti a biogas realizzati in passato al termine del periodo di incentivo per la produzione elettrica dovranno trovare nuovi sbocchi di mercato e la principale alternativa è proprio la riconversione verso la produzione di biometano. Il potenziale derivante dalle riconversioni e quello basato sulla stima della disponibilità di biomasse agricole residuali o comunque non in contrasto con la produzione a finalità alimentare, portano ad ipotizzare un quantitativo di biometano che arrivi al 2030 a 6,5 miliardi di Smc/anno⁹.

Per quello che riguarda le stazioni di rifornimento, negli ultimi cinque anni il trend di crescita è stato mediamente in aumento di 70 unità/anno (senza contare quelle di distribuzione del LNG) ovvero di ben 10 unità/anno superiori a quelle dei cinque anni precedenti. Mantenendo la stessa media di crescita, con orizzonte 2030 si avrebbero circa 2.500 stazioni. L'incremento del numero delle stazioni di rifornimento ha effetti positivi anche sul parco circolante, stimolando l'acquisto o la conversione di veicoli a metano.

Mentre per quello che riguarda gli autoveicoli di nuova immatricolazione è difficile ipotizzare gli sviluppi futuri che saranno dettati in buona parte anche dalle scelte del mercato e dagli orientamenti dei "consumatori", la conversione di veicoli già circolanti, l'utilizzo nei trasporti di piccolo raggio e quello nell'ambito del trasporto pubblico locale hanno ancora degli ampi margini di sviluppo che non devono essere trascurati.

Per quanto riguarda invece il potenziale del bio-GNL, l'utilizzo nei trasporti pesanti, in quelli marittimi e nella meccanizzazione agraria deve essere assolutamente promosso in via prioritaria.

⁸ Equivalenti a circa 1,2 miliardi di Smc/anno

⁹ CIB-CRPA-Veneto Agricoltura, [Rapporto Farming For Future](#), ottobre 2020, pag. 15

H₂

Hydrogen



4. Mobilità a idrogeno

Sebbene storicamente il settore dei trasporti sia stato dominato da un'unica tecnologia, identificabile nel motore a combustione interna (MCI), è possibile che l'obiettivo di raggiungere una mobilità a zero emissioni promuova un mix tecnologico più variegato. Il progresso delle predominanti tecnologie BEV e PHEV potrebbe infatti essere accompagnato dallo sviluppo di veicoli a celle a combustibile (FCEV), con un ruolo complementare e sinergico. Queste tecnologie potrebbero evolversi parallelamente, focalizzandosi su diversi target di utilizzo, con vantaggio reciproco, in virtù dei numerosi componenti condivisi e delle simili opzioni di sviluppo.

4.1. Maturità e diffusione della tecnologia, livello di sviluppo infrastrutturale

Nei FCEV, celle a combustibile altamente efficienti trasformano il combustibile, sotto forma di idrogeno gassoso, in elettricità e la forniscono al motore elettrico (o ai motori elettrici) del veicolo. Un sistema di propulsione fuel cell comprende generalmente uno stack di celle a combustibile, un serbatoio per l'idrogeno, una batteria e la necessaria elettronica di potenza, oltre a un motore elettrico. Per lo stack e la batteria sono possibili diverse configurazioni. L'idrogeno immagazzinato nel serbatoio del veicolo raggiunge lo stack di celle a combustibile insieme a un flusso d'aria, la cui componente di ossigeno reagisce con l'idrogeno nello stack per generare elettricità e acqua. Così, l'elettricità va ad alimentare il motore elettrico e l'acqua è l'unico prodotto di scarto generato dal processo.

La creazione di una rete di rifornimento è cruciale per lo sviluppo del mercato dei FCEV. Al momento, la diffusione di stazioni di rifornimento è molto limitata, sebbene in crescita. Gli ulteriori sviluppi terranno conto dell'aggiornamento della Direttiva DAFI, previsto entro il 2021. La Germania è lo Stato

Membro dell'UE che sta approfondendo il maggiore sforzo nella costruzione di stazioni di rifornimento. Partendo da una base di sei stazioni a 350 bar per il rifornimento di autobus e camion, si propone infatti di incrementarne il numero fino a 100 nei prossimi mesi, permettendo a 6 milioni di veicoli (prevalentemente commerciali) di contare su questa rete. Un fattore critico è proprio la pressione di rifornimento. Infatti, se per un'auto può essere indicato un rifornimento di circa 4 kg a 700 bar, i veicoli commerciali, che hanno serbatoi più ampi, possono contare su una buona autonomia incamerando fino a 20 kg di idrogeno a 350 bar. Occorrerà quindi differenziare gli erogatori per adattarli a diversi target, tenendo conto anche delle specificità dei serbatoi, che possono essere di diverse tipologie. Le stazioni di rifornimento tedesche propongono un prezzo di rifornimento pari a €9.50/kg H₂ (lordo). Un FCEV consuma circa 1kg H₂ / 100 km. Per rendere il rifornimento a idrogeno maggiormente competitivo, occorrerà attendere il dispiegarsi delle politiche di supporto funzionali alla diffusione degli elettrolizzatori e alla produzione di idrogeno verde.

Negli ultimi vent'anni, la collaborazione tra partner industriali e mondo della ricerca, supportata dagli stati di appartenenza, ha permesso a queste tecnologie di evolvere, fino all'attuale livello di maturità tecnologica: i FCEVs e l'infrastruttura di distribuzione dell'idrogeno sono attualmente nei primi stadi dello sviluppo commerciale (Figura 9). Negli anni 2030, questo mercato si affermerà, raggiungendo un livello di veicoli a idrogeno venduti per anno di qualche decina di migliaia, grazie alla diffusione dell'infrastruttura di rifornimento in Europa. Alcuni grandi player del settore automotive (Hyundai, Symbio/Renault, Toyota), propongono già modelli FCEV; in particolare, Toyota e Hyundai hanno annunciato un incremento nei volumi di produzione fino a 30 mila unità l'anno a partire dal 2020/21 per i modelli Mirai e NEXO. Li seguono a breve distanza Honda e Daimler, mentre si muovono nella stessa direzione Audi, BMW, Jaguar, e PSA. Il mercato vede inoltre grande fermento sulla produzione di camion e treni a idrogeno. Infine, sono veloci i progressi sul comparto aeronautico, che potrebbe trovare nell'idrogeno un'opportunità di decarbonizzazione.

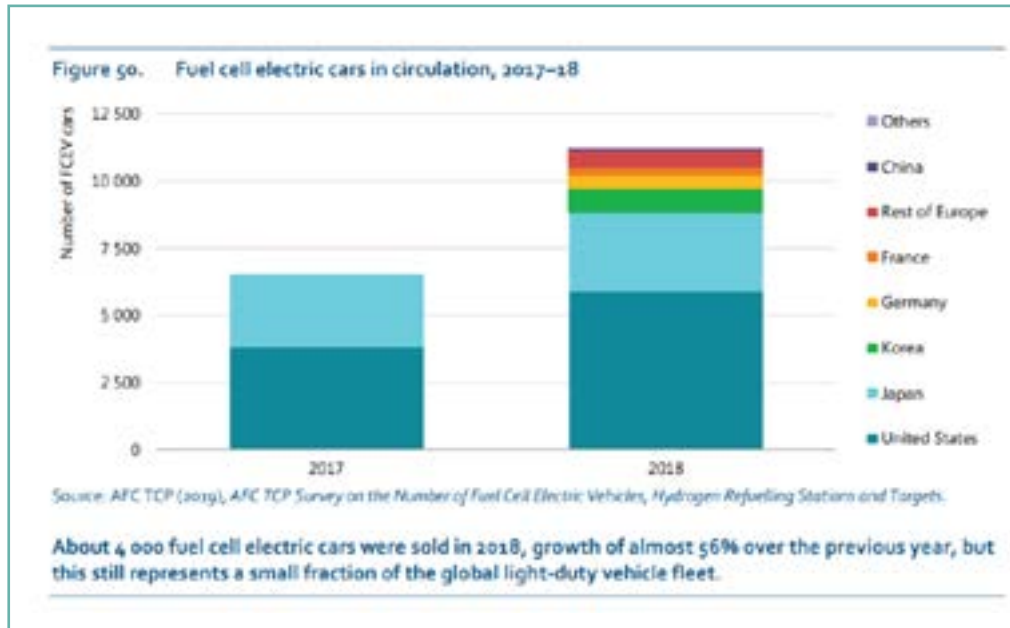


Figura 9 – FCEV in circolazione nel 2018, (Fonte: IEA¹)

4.2. Ambiti applicativi e range di utilizzo

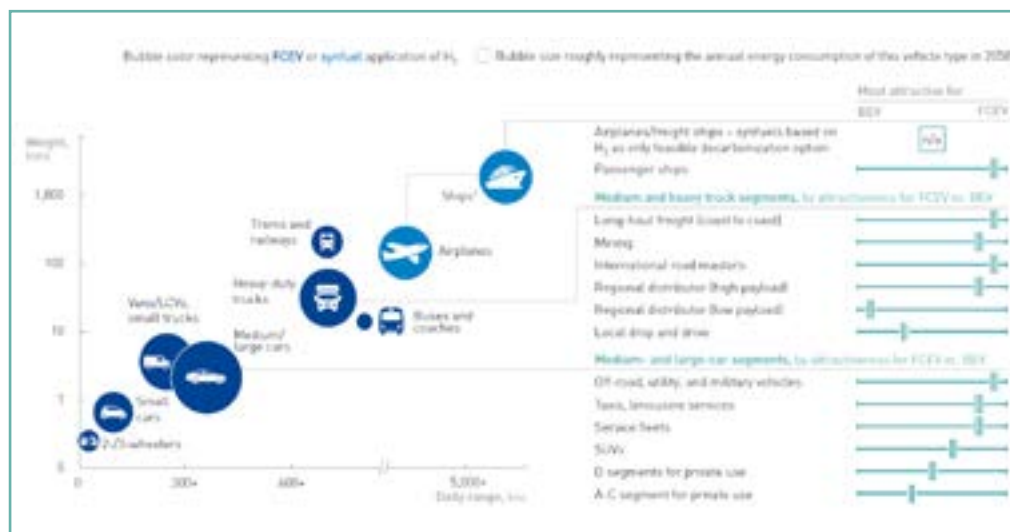


Figura 10 – Principali ambiti applicativi dei FCEV (Fonte: IEA)

L'idrogeno offre interessanti opportunità di decarbonizzazione a particolari categorie del settore trasporti (Figura 10). Così, nella Comunicazione "Una strategia per l'idrogeno per un'Europa climaticamente neutra" la Commissione Europea propone un ruolo per l'idrogeno nei trasporti limitato ai casi in cui l'elettrificazione risulti più problematica. Ne prevede l'integrazione nei tratti della rete ferroviaria che non possono essere elettrificati e negli autoveicoli

¹ IEA, *The Future of Hydrogen*, giugno 2019, p. 129

pesanti, per il trasporto di persone e merci su lunghe distanze, auspicando un incremento della maturità e dell'efficienza della tecnologia delle celle a combustibile sotto il profilo dei costi supportato dalla FCHJ e dal programma Horizon. I FCEV rappresentano infatti soluzioni complementari, invece che alternative e sostitutive, ai segmenti in cui i veicoli alimentati a propulsione elettrica o a GNC/biocarburanti sono più efficienti.

4.2.1 Heavy Duty Vehicles

Per quanto riguarda il trasporto pesante, i camion a lungo raggio saranno sempre più soggetti a prescrizioni normative volte a promuovere la transizione verso sistemi di propulsione sostenibili basati su biocarburanti, biometano, motori elettrici, GNL o idrogeno. Il TCO dei camion a celle a combustibile non è attualmente competitivo rispetto alle alternative a basse emissioni di carbonio, ma questa tecnologia è avvantaggiata dall'autonomia, dai brevi tempi di rifornimento e dal trend di decrescita che il costo dei veicoli e il prezzo dell'idrogeno seguiranno nei prossimi dieci anni.

Nel 2014 Autostrada del Brennero ha realizzato il primo progetto integrato di produzione, stoccaggio e distribuzione di idrogeno verde su territorio italiano. Nell'ambito di questo progetto, la centrale idroelettrica di Cardano, gestita dall'Istituto per Innovazioni Tecnologiche (IIT), produce 180 Nmc all'ora, per un totale annuo di oltre 1,5 milioni di normal metri cubi di idrogeno, mentre il distributore situato a Bolzano può rifornire circa 15 autobus ad idrogeno al giorno con autonomia di 200-250 km o fino a 700 autovetture.

4.2.2 TPL

L'idrogeno può trovare applicazione nel TPL su gomma e rotaia, nei limitati casi in cui l'elettrificazione non sia una soluzione percorribile in termini di costo opportunità. L'alimentazione a idrogeno del TPL non elettrificabile può abilitare sinergie con il sistema energetico e consentirne la decarbonizzazione.

Quasi la metà della rete ferroviaria europea e circa un terzo di quella italiana sono ancora servite da tecnologie diesel. L'elevata età media che caratterizza i convogli diesel italiani ne rende necessaria e imminente la sostituzione. Sulle tratte di difficile elettrificazione o sulle quali quest'opzione è economicamente poco efficiente, potrebbero entrare in funzione treni a celle a idrogeno. Alcuni treni a celle a combustibile possono già competere con il diesel sul piano dei costi e nel prossimo decennio si affermeranno sempre più. In Germania sono già operativi alcuni treni passeggeri a idrogeno, men-

tre Regno Unito e Francia si apprestano a sostituire completamente i treni diesel con quelli a idrogeno entro i prossimi vent'anni sulle tratte difficili da elettrificare.

Sulle orme del progetto iLint, realizzato in Bassa Sassonia, la linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo, in Valcamonica, si candida a essere la prima alimentata a idrogeno nel nostro Paese. Questa tratta è ancora completamente diesel ed è lunga un centinaio di chilometri: elettrificarla costerebbe circa 2 milioni a chilometro. Con il progetto H₂iseO, promosso da FNM in collaborazione con Trenord, saranno attivati sei locomotori Alstom ad idrogeno entro il 2023 e altri otto entro il 2026, sostituendo completamente la vecchia flotta diesel. Successivamente, entro il 2025, il progetto coinvolgerà anche il TPL, con circa 40 mezzi a idrogeno in Valcamonica, e, con buona probabilità, la logistica merci. Il costo dei nuovi convogli sarà di 160 milioni di Euro, già inclusi nei fondi stanziati da Regione Lombardia per rinnovare l'intera flotta ferroviaria di Trenord. Per l'approvvigionamento di idrogeno verrà realizzato un primo impianto a metano e biometano (con cattura e stoccaggio della CO₂ prodotta) nell'area depositi della stazione di Iseo, con il contributo di A2A. Tale impianto sarà sufficiente a coprire il fabbisogno di 800 kg di idrogeno al giorno nella prima fase, ma a regime ne occorreranno 2 mila kg al giorno. Per questo dal 2023 verrà affiancata la produzione di idrogeno green da elettrolisi, grazie al contributo di Enel Green Power.

4.2.3 Trasporti marittimi

Nei trasporti marittimi a corto raggio e sulle vie navigabili interne l'idrogeno può affermarsi come carburante alternativo a basse emissioni, soprattutto considerato che il Green Deal insiste sull'importanza di fissare un prezzo anche per le emissioni di CO₂ di questo settore.

Anche la necessità di decarbonizzare i trasporti marittimi a più lungo raggio e d'alto mare si farà sempre più pressante, richiedendo lo sviluppo di nuovi combustibili, nuove infrastrutture di distribuzione e nuovi sistemi di propulsione. Bisognerà aumentare la potenza delle celle a combustibile da uno a più megawatt e usare l'idrogeno rinnovabile per produrre carburanti sintetici, metanolo o ammoniaca, con una maggiore densità energetica. A oggi il più promettente combustibile alternativo al bunker sembra essere proprio l'ammoniaca, che presenta il vantaggio di essere liquida in condizioni di temperatura e pressione non troppo critiche (praticamente a temperatura ambiente e 8 atmosfere) e più densa dell'idrogeno - quindi a parità di peso eroga più energia.

4.2.4 Aviazione

Sul medio termine si valuta la possibilità di decarbonizzare il settore dell'aviazione attraverso l'integrazione di cherosene sintetico liquido, come e-fuel sostitutivo "drop in" prodotto a partire da idrogeno rinnovabile. Nel bilancio complessivo, si considera da un lato la compatibilità con le tecnologie aeronautiche esistenti, dall'altro l'efficienza energetica del processo di produzione del feedstock e della successiva sintesi dell'e-fuel.

Nel lungo periodo il settore dell'aviazione potrebbe contemplare anche le celle a combustibile a idrogeno, che imporrebbero una diversa progettazione degli aeromobili, oppure motori a reazione a idrogeno (es. Airbus ZEROe). Affinché queste ipotesi diventino realtà bisognerà definire una tabella di marcia per i notevoli sforzi di ricerca e innovazione necessari a lungo termine, anche nell'ambito di Horizon Europe e FCJ1 e delle possibili iniziative sotto l'egida dell'European Clean Hydrogen Alliance.

4.2.5 Intralogistica

La standardizzazione e la dimensione delle batterie dei carrelli levatori elettrici permette con poche modifiche la trasformazione a FC. La velocità di rifornimento e l'autonomia potrebbe permetterne l'uso in impegni più gravosi, diventando un'alternativa anche ai motori a combustione interna. Sono già state fatte alcune esperienze, ma dati i costi infrastrutturali collegati, sono interessanti laddove sia richiesto un congruo numero di carrelli e/o dove sia già a disposizione l'idrogeno e/o l'infrastruttura di ricarica. (cfr. Appendice: La mobilità sostenibile nel settore dell'intralogistica).

4.3. Punti di forza e benefici per il sistema della mobilità a idrogeno

4.3.1 Aspetti tecnologici

Dal punto di vista tecnologico, i FCEV presentano diversi punti di forza in grado di renderli delle soluzioni estremamente valide per gli ambiti *hard-to-abate* e difficilmente elettrificabili del settore trasporti, quali il trasporto medio/pesante a lungo raggio (LDV/HDV) e in quello ferroviario. Innanzitutto, i tempi di ricarica di una fuel cell sono molto più rapidi, di circa 10/15 volte, delle ricariche elettriche *ultra-fast* ("pieno" per 400/500 km in 3/5 minuti nel caso di stazioni di rifornimento capaci di erogare idrogeno a 700 bar) e sono simili a quelli di un veicolo a GNL. Un vantaggio ulteriore derivante dai tempi di rifornimento più rapidi è il minore spazio richiesto per realizzare un punto

di rifornimento di idrogeno rispetto a un'infrastruttura di ricarica elettrica. In quest'ultima, visti i tempi più lunghi per una ricarica completa del veicolo, lo spazio necessario per garantire la permanenza dei veicoli in ricarica deve essere inevitabilmente maggiore (Figura 11).

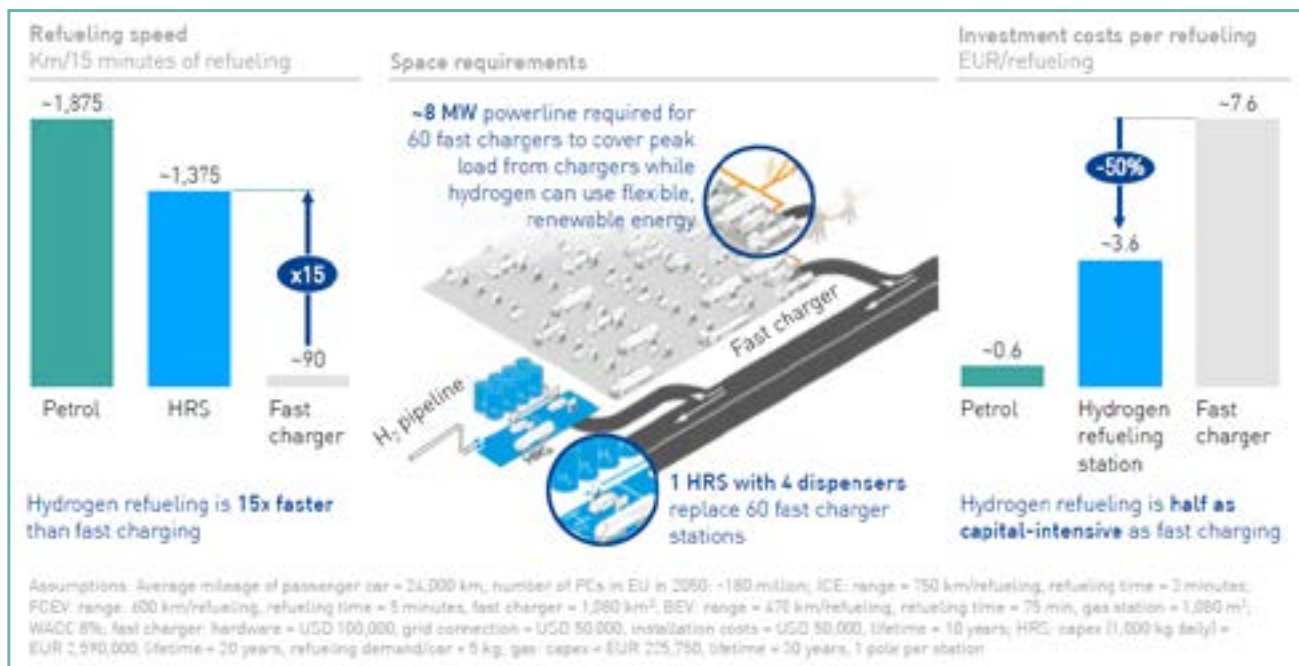


Figura 11 – Variabili chiave del rifornimento di un FCEV (Fonte: Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking²)

Un secondo punto di forza a favore dei FCEV è la possibilità di garantire range di utilizzo paragonabili a quelli dei veicoli a combustione interna, andando quindi a risolvere il problema della *range anxiety* che al momento interessa i possessori di veicoli a propulsione elettrica. Tutti questi elementi combinati rendono FCEV una soluzione molto efficiente ed efficace per il trasporto medio/pesante su lunghe gittate.

Ultimo fattore, ma non meno importante, è che l'idrogeno può essere prodotto da diverse fonti energetiche e utilizzando molteplici processi chimici e fisici, ognuno dei quali con livelli diversi di inquinamento e quindi di impatto sull'ambiente (da cui la classificazione a colori dell'idrogeno) (Figura 12). Questo lascia agli Stati membri e agli operatori un'ampia gamma di soluzioni tra cui scegliere, sebbene nell'ottica di una decarbonizzazione del settore sia im-

² Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking, [Hydrogen Roadmap Europe](#), gennaio 2019, p. 27

portante prediligere per tecnologie il più sostenibili e meno inquinanti. La fonte energetica e il processo utilizzato per la produzione dell'idrogeno, infatti, influiranno considerevolmente sulle emissioni totali prodotte dal FCEV nel suo intero ciclo vita e quindi sulla sua sostenibilità complessiva. Con il processo di elettrolisi tramite elettricità da FER o da bioenergie, il cd. idrogeno "verde", un FCEV potrebbe potenzialmente avere una carbon footprint neutra, se non, come evidenziato nel successivo paragrafo, negativa. Altrettanto promettente potrebbe essere la produzione di idrogeno rinnovabile tramite il processo di steam reforming del biogas/biometano.

	Idrogeno MARRONE	Idrogeno GRIGIO	Idrogeno BLU	Idrogeno TURCHESE	Idrogeno GIALLO	Idrogeno ROSA	Idrogeno VERDE
Processo	Gassificazione	Steam reforming	Steam reforming o gassificazione con CCUS	Pirolisi	Elettrolisi	Elettrolisi	Elettrolisi
Fonte energetica	Carbone	Gas metano	Gas metano Carbone	Gas metano	Energia elettrica dalla rete	Energia elettrica nucleare	Energia elettrica rinnovabile

Figura 12 – Classificazione delle tipologie di idrogeno sulla base della fonte energetica e del processo utilizzato (Fonte: Politecnico di Milano³)

4.3.2 Emissioni zero o "negative"

L'utilizzo dell'idrogeno nel settore trasporti consente numerosi benefici anche dal punto di vista ambientale. I FCEV, infatti, non producono emissioni né di CO₂ che di altri inquinanti (NO_x, SO_x) pericolosi per la salute, ma, al contrario, seppure in misura ridotta purificano l'aria aspirata per il funzionamento del veicolo. Alcuni modelli di auto già presenti sul mercato (Toyota Mirai, Hyundai Hexo) dispongono di filtri in grado di purificare l'aria aspirata dal veicolo bloccando un'alta percentuale di inquinanti e polveri sottili. Stimando un carico di 35 kg di idrogeno in un mezzo pesante e un sistema a fuel cell che operi con rapporto aria/combustibile tipico di circa 70 kg di aria per kg di idrogeno, nel consumare un pieno verrebbero purificati circa 2 mila m³ di aria. Prendendo invece come riferimento la percorrenza annua di tale mezzo (circa 100 mila km) la quantità di aria purificata è 430 mila m³⁴. Questa particolarità

³ Politecnico di Milano, *Hydrogen Innovation Report – Key messages*

⁴ H2IT, *Mobilità Idrogeno italia*, novembre 2019, p. 22

rende quindi i veicoli a fuel cell non più “solo” a emissioni zero, ma addirittura a emissioni “negative”.

4.3.3 Vantaggi per il sistema elettrico

In aggiunta ai benefici sociali e ambientali, l'idrogeno e la sua produzione tramite elettrolizzatori è capace di apportare benefici importanti anche al sistema elettrico, in quanto può essere sfruttato per fornire servizi di bilanciamento alla rete e favorire l'integrazione delle risorse FER difficilmente collegabili alle reti di trasporto o di distribuzione.

In uno scenario di medio-lungo termine caratterizzato da elevata penetrazione FERNP, l'idrogeno rappresenta un'opzione valida per lo stoccaggio di energia. L'idrogeno prodotto tramite elettrolisi può essere stoccato in bombole o depositi per periodi di tempo medio-lunghi per poi essere riconvertito, per il tramite di fuel cell, in energia elettrica. Così facendo l'idrogeno può essere impiegato a fini di *peak shaving* nei momenti caratterizzati da una forte sovrapproduzione degli impianti FER, costituendo un'ulteriore risorsa per la flessibilità e il bilanciamento del sistema.

Come accennato in precedenza, l'idrogeno come accumulatore di elettricità può essere impiegato per abilitare l'integrazione “indiretta” nella rete elettrica degli impianti di produzione a FER situati in zone dove non è presente capacità di trasmissione oppure dove non è conveniente realizzarla (Figura 13).

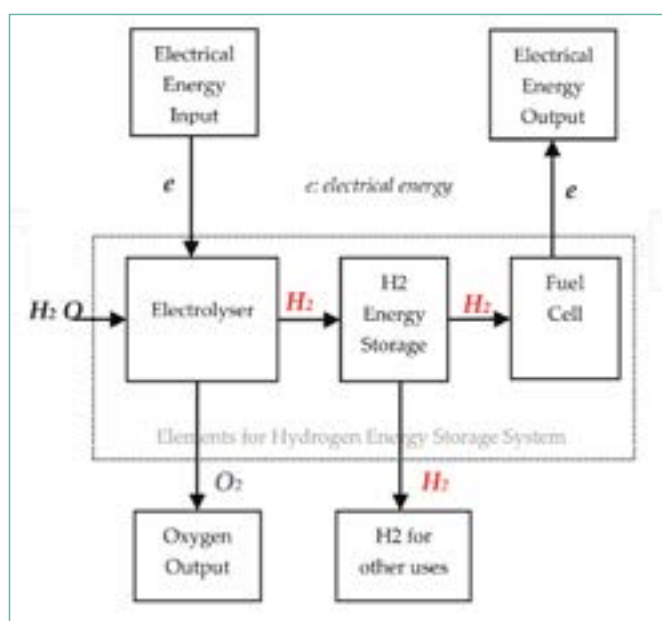


Figura 13 – Elementi di un sistema di storage a H_2

Lo storage dell'idrogeno può essere "fisico" (stoccaggio delle molecole di idrogeno tramite compressione e liquefazione) o chimico (sotto forma di idruri). Tra i due approcci, lo storage chimico è quello più performante, mentre gli idruri, nonostante abbiano una buona densità di energia per unità volumetrica, richiedono l'impiego di molta energia per rilasciare idrogeno.

Infine, ci sono altre due applicazioni possibili con cui l'idrogeno può fornire benefici per tutto il sistema: l'impiego degli elettrolizzatori per la produzione di idrogeno on-site presso impianti termoelettrici, con l'elettricità fornita dagli impianti stessi, da utilizzare come agente refrigerante per i generatori, essendo una soluzione molto più economica dell'acquisto e dello stoccaggio di idrogeno prodotto altrove; la produzione di ammoniaca per un successivo impiego come fertilizzante che però per essere economicamente conveniente dovrebbe avvenire a un costo minore dell'idrogeno prodotto con processo di reforming.

4.4. Principali ostacoli alla diffusione

Nonostante l'impiego come vettore energetico sia una soluzione molto promettente per il percorso di decarbonizzazione del settore trasporti, allo stato attuale l'idrogeno si trova di fronte diversi ostacoli legati principalmente a una filiera industriale ancora poco sviluppata e a prezzi di produzione molto elevati.

Il problema del costo elevato dell'idrogeno deriva dalla sua scarsa, e finora onerosa e poco sostenibile, produzione: nel 2019 la IEA stima che su scala globale sono state prodotte 70 Mton di idrogeno consumando 275 Mtoe di energia, il 2% della domanda primaria globale di energia⁵. Circa due terzi dell'idrogeno è stato prodotto con processi di reforming utilizzando gas naturale e quindi con impatti considerevoli in termini di emissioni di CO₂.

L'idrogeno rinnovabile prodotto tramite elettrolizzatori con l'utilizzo di elettricità proveniente da impianti FER è la soluzione a più basso impatto emissivo tra le varie tipologie di idrogeno prima elencate, ma a oggi è ancora lontana dall'essere economicamente sostenibile. Sempre secondo le stime IEA, rispetto al totale di 70 Mton, la quota di idrogeno verde prodotto con elettrolizzatori alimentati con elettricità proveniente da FER è solamente dello 0,1%. Considerati gli attuali valori di efficienza degli elettrolizzatori (tra il 60 e l'80 %, sulla base della tecnologia e del fattore di carico impiegato), la

⁵ IEA, [The Future of Hydrogen](#), giugno 2019, p. 38

produzione di 70 Mton di idrogeno verde richiederebbe 3,6 PWh (più dell'intera produzione di elettricità dell'UE per il 2019) e 617 mln m³ di acqua. Dal punto di vista dell'efficienza energetica, con particolare riferimento ai veicoli "leggeri", ricordiamo che l'idrogeno prodotto con l'elettricità deve comunque scontare una perdita di efficienza legata al processo di conversione energetica (da elettricità ad idrogeno), al suo stoccaggio, al rifornimento del veicolo (con il relativo processo di compressione) e infine alla riconversione energetica (da idrogeno ad elettricità). Infatti considerando l'intero processo di produzione e di impiego dell'elettricità utilizzata nei FCEV, si registra un'efficienza pari a circa il 30%, contro l'efficienza di un veicolo elettrico pari a circa il 77%. Alla produzione di idrogeno tramite elettrolizzatori si aggiunge anche lo steam reforming del biogas/biometano, una procedura interessante e sostenibile, che potrebbe prendere campo nei prossimi anni.

Il prezzo dell'idrogeno verde è dovuto soprattutto al costo ancora molto alto delle apparecchiature necessarie per la sua produzione e stoccaggio che, non essendo ancora prodotte su grande scala, portano a CAPEX elevati per la loro installazione. A ciò vanno aggiunti i costi per la realizzazione dell'infrastruttura di trasporto e di distribuzione dell'idrogeno, o l'aggiornamento di quella esistente, dal punto di produzione alle utenze finali.

Per quanto riguarda le tecnologie di stoccaggio dell'idrogeno e di produzione delle fuel cell, è necessario un ulteriore sviluppo. Sebbene le celle a combustibile abbiano visto una notevole evoluzione nell'ultimo decennio, hanno costi di investimento molto alti, derivanti sia dai prezzi di produzione elevati che da tempi di vita relativamente limitati, che per il momento ne limitano la diffusione. Detto ciò, le spinte all'evoluzione tecnologica combinate a una filiera produttiva industriale più sviluppata produrranno per entrambe un rapido calo dei costi.

4.5. Azioni proposte

L'idrogeno rimarrà, anche in prospettiva, un vettore caratterizzato da considerevoli costi di produzione e gestione nonché scarsamente disponibile. Per trarne vantaggio ai fini della decarbonizzazione del sistema economico occorre una strategia che identifichi le modalità di produzione e consumo più efficienti, in termini energetici, ambientali ed economici. Le prospettive di idrogenazione delle linee ferroviarie non elettrificate, dei trasporti a lungo raggio e degli utilizzi industriali "hard to abate" e non elettrificabili, risultano in questo senso condivisibili. È inoltre da valutare, in un secondo momento e con diversa priorità rispetto ai trasporti più pesanti ed a più lungo raggio, il

potenziale dell'idrogeno per il trasporto pubblico locale (TPL) e i Light Duty Vehicles, anche in relazione all'affidabilità e all'autonomia della tecnologia a cella combustibile sulle tratte a lunga percorrenza (oltre che al rendimento energetico complessivo del processo rispetto a altre soluzioni).

La azioni da intraprendere sono:

- **finalizzare la strategia nazionale e implementare le azioni di supporto all'idrogeno**, con opportuni target di integrazione e strumenti di sostegno. Questa fase è infatti caratterizzata dall'attesa dell'emanazione della strategia nazionale, che delinea gli indirizzi degli strumenti incentivanti, permettendo agli operatori economici di orientare le loro scelte. Auspichiamo la tempestiva pubblicazione di un documento che mostri la concreta intenzione del nostro Paese di creare una filiera nazionale delle tecnologie per la produzione, la gestione e l'utilizzo dell'idrogeno, secondo criteri di efficienza e sostenibilità;
- **costruire un quadro normativo, a livello nazionale e UE, che renda possibili gli investimenti**, definendo le tipologie di idrogeno, in base a modalità di produzione e relative emissioni, e declinando coerentemente il principio di addizionalità;
- **abbattere i costi di produzione dell'idrogeno verde**, puntando sullo scale-up tecnologico (attraverso il ricorso a elettrolizzatori di taglia medio grande) e su un adeguato mix di FER dedicate all'alimentazione degli elettrolizzatori, in modo da garantire un sufficiente tempo di utilizzo in termini di numero di ore di lavoro annue. Lo sviluppo di un mercato per il nuovo vettore green richiederà in una prima fase di valorizzare anche la produzione da impianti a fonte rinnovabile esistenti, prescindendo da una rigorosa applicazione del principio di addizionalità. In parallelo occorrerà provvedere a una semplificazione degli iter autorizzativi per consentire una significativa crescita della produzione da FER;
- **sviluppare un iter autorizzativo ad hoc per l'installazione di elettrolizzatori collegati a impianti FER**, simile a quello definito nel DL Semplificazioni per gli accumuli.

4.6. Scenari di evoluzione al 2030

Il mercato europeo ha i presupposti per diventare un ambiente fertile per la diffusione della mobilità a idrogeno. Come dimostrato nello studio Deloitte *"Fueling the Future of Mobility - Hydrogen and fuel cell solutions for transportation"*, in cui si prende come riferimento un autobus inserito in una flotta di 100 veicoli e con una percorrenza media di 200 km/giorno, in UE potrebbe esserci un calo del Total Cost of Ownership (TCO) dei FCEV più rapido rispetto ai mercati statunitense e cinese. Sono diversi i fattori che possono contribuire a questo risultato: periodi di garanzia offerti dagli OEM più brevi e meno vincoli sui luoghi di fabbricazione (in particolare rispetto al mercato USA), calo del prezzo delle fuel cell stimato del 60% nei prossimi dieci anni e costo dell'idrogeno e delle stazioni di rifornimento che dovrebbe calare rapidamente (-44% del prezzo dell'idrogeno nei prossimi dieci anni). Partendo da un TCO al 2019 di circa 190 \$ per 100km percorsi, i FCEV potrebbero eguagliare il TCO dei BEV al 2023 (124 \$ per 100 km) e quello dei ICEV (116 \$ per 100 km) al 2024. Per USA e Cina, invece, il pareggio dei TCO di FCEV e BEV/ICEV avverrebbe, rispettivamente, solo nel 2026/2027 e 2027/2028 (Figura 14).

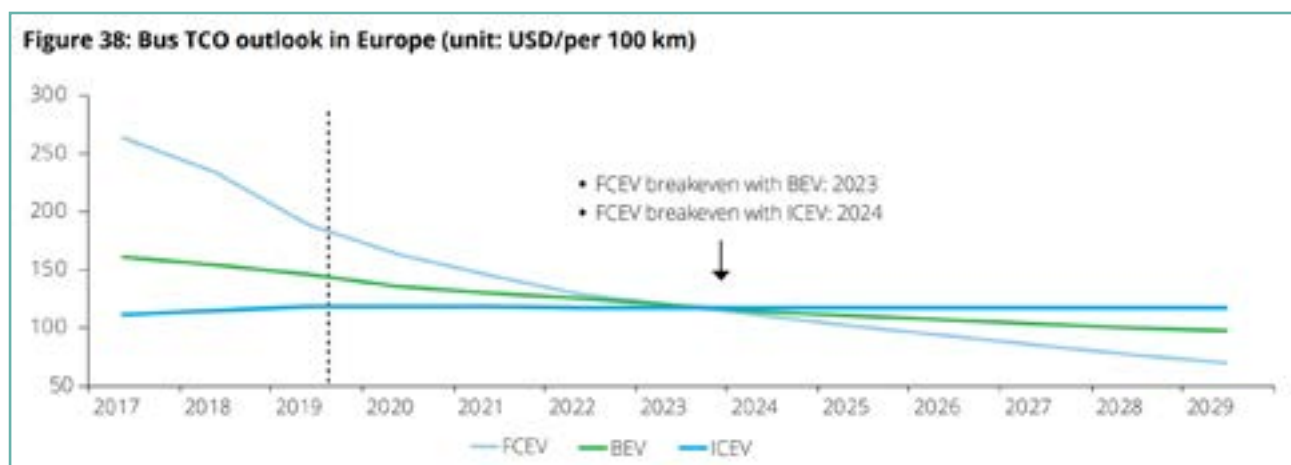


Fig. 14 – Scenari di evoluzione del costo di un autobus a idrogeno in UE (fonte: Deloitte)

I driver principali che influiranno sull'abbassamento del prezzo dell'idrogeno verde nel prossimo decennio saranno l'industrializzazione della produzione di elettrolizzatori (-25%), il miglioramento sia dell'efficienza degli elettrolizzatori sia del loro utilizzo e manutenzione (-10%) e l'uso di elettricità da FER (-20%). Con l'aumento dell'efficienza e delle ore di operatività degli elettrolizzatori e con la maggiore quota di FER nel parco di produzione nazionale prevista per il 2030, il prezzo dell'idrogeno dovrebbe ridursi (Figura 15).

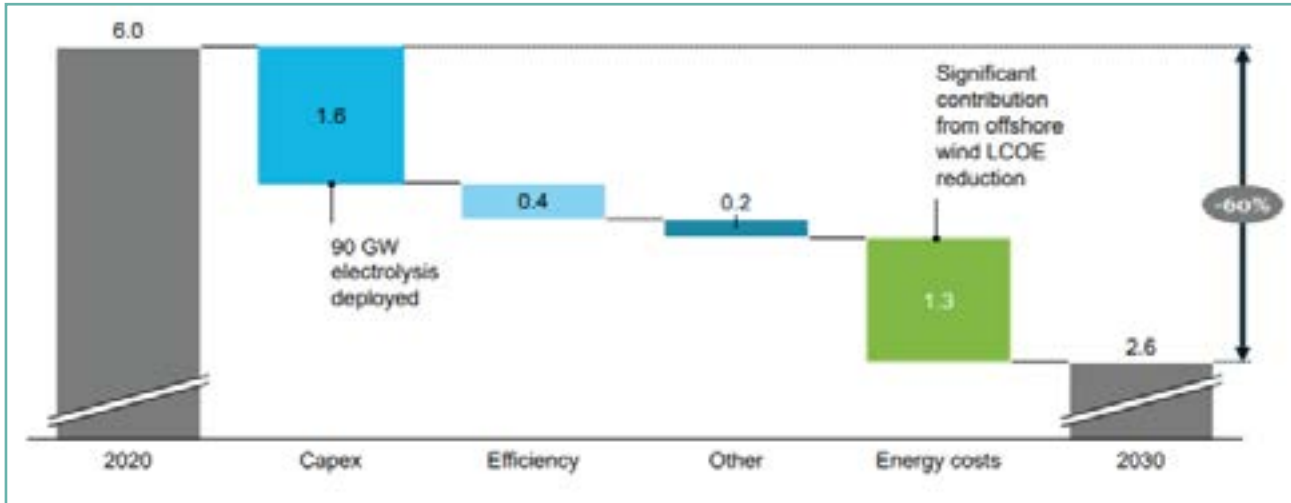


Figura 15 – Andamento prezzo idrogeno verde prodotto con elettrolizzatori connesso a impianti eolici dedicati (\$/Kg)⁶

Relativamente invece all'infrastruttura di trasporto sarà certamente da sviluppare anche in base all'evoluzione dei modelli di produzione che si andranno affermando. Attualmente si prospettano differenti configurazioni tra cui (i) produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ed elettrolisi per la produzione di H₂ presso i siti di utilizzo (ii) produzione decentralizzata da energia elettrica rinnovabile prelevata da rete e successivo utilizzo come H₂ puro e (iii) produzione centralizzata in prossimità di impianti FER e successivo trasporto ai siti di utilizzo come H₂ puro (trasporto su strada o con tubazioni dedicate). L'utilizzo delle linee elettriche per la produzione di idrogeno presso i siti di consumo risulterebbe l'opzione più conveniente in termini di €/Kg H₂ trasportato rispetto ad altre soluzioni. Alcuni TSO europei, usando come riferimento gli obiettivi fissati dalla UE Hydrogen Strategy, hanno stimato che con un investimento complessivo tra i 43 e i 81 mld€ sarebbe possibile creare una "European Hydrogen Backbone" che nel 2040 raggiungerebbe invece i 39.700 km (69% reti gas riconvertite e 31% nuovi condotti). Stimando un fattore di carico di 5 mila h/anno e un OPEX tra 1,7 e 3,8 mld €/anno, il costo per il trasporto dell'idrogeno al 2040 potrebbe raggiungere i 0,11-0,21 €/kg ogni 1000 km di rete percorsa⁷. Si rimarca comunque come in un recente report l'ACER ha affermato che, in questa fase di sviluppo, gli impegni e gli interessi del mercato dovrebbero innescare lo sviluppo delle infrastrutture (compreso l'eventuale riutilizzo delle reti per l'idrogeno puro), e non debba

⁶ Hydrogen Council, [Path to hydrogen competitiveness - A cost perspective](#), 20 gennaio 2020, p. 23

⁷ Gas for Climate, [European Hydrogen Backbone](#), aprile 2021

essere lo sviluppo di quest'ultime a guidare l'evoluzione del mercato, al fine di evitare rischi di *stranded assets*⁸.

Coerentemente con l'infrastrutturazione descritta dalle linee guida preliminari alla strategia nazionale sull'idrogeno e con la realizzazione di Corridoi Verdi alimentati a idrogeno per autocarri pesanti prevista dalla DAFI, il PNRR promuove la diffusione di distributori per camion e auto, funzionanti anche a pressioni superiori a 700 bar. In particolare, prevede un target di 40 stazioni di rifornimento, collocate prioritariamente nelle aree strategiche per i trasporti stradali pesanti quali le zone prossime a terminal interni e le rotte più densamente attraversate da camion a lungo raggio (es. autostrada A22 Modena-Brennero, corridoio Ovest - Est da Torino a Trieste).

Tale infrastruttura insieme all'espansione completa della tecnologia, sarà funzionale, sull'orizzonte del 2030, a una penetrazione delle celle a combustibile che il PNRR prevede possa raggiungere il 5-7% del segmento degli autocarri a lungo raggio su una flotta nazionale totale di circa 200 mila veicoli. Un importante driver rispetto a questo target è quello della regolamentazione che gli OEM dovranno rispettare per consentire un adeguato abbattimento delle emissioni sulle nuove vendite al 2025 e al 2030.

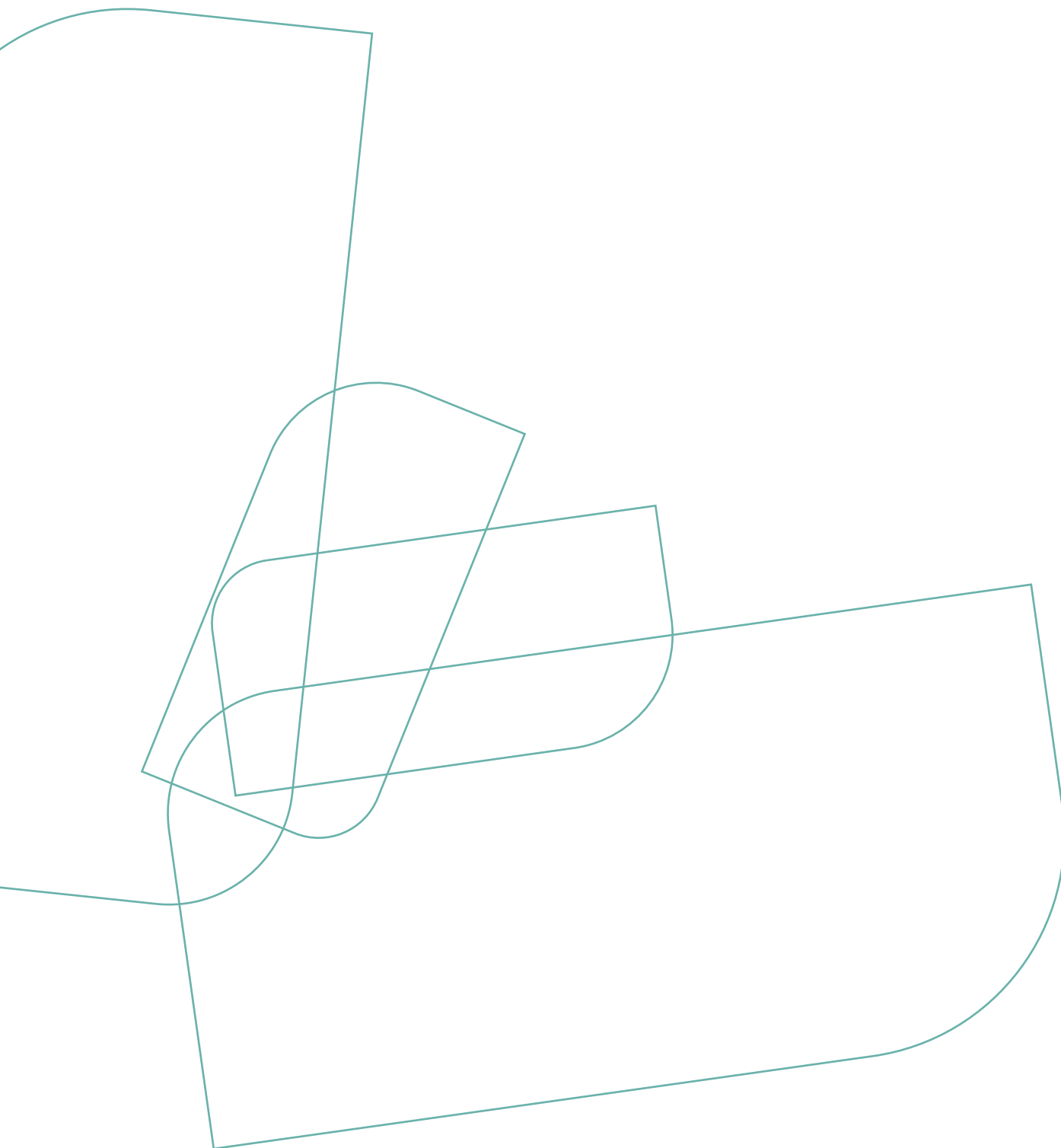
Le linee guida preliminari alla strategia nazionale sull'idrogeno affermano che in Italia, fino a metà delle tratte nazionali non elettrificabili potrebbe essere convertita all'idrogeno entro il 2030: in alcune regioni, i treni diesel hanno un'età media elevata e dovrebbero essere sostituiti nei prossimi anni, creando l'occasione ideale per il passaggio all'idrogeno. Le prime regioni dove avviare una potenziale implementazione sono quelle con un alto numero di treni diesel e una grande quantità di passeggeri che vi ricorrono, come Lombardia, Puglia, Sicilia e Abruzzo.

Per quanto concerne le infrastrutture, sarà opportuno individuare sinergie rilevanti con le stazioni di rifornimento dei camion a lungo raggio per incrementarne l'utilizzo. Gli interporti sono un esempio di luoghi dove già nei prossimi dieci anni potrebbe essere necessario soddisfare la domanda di idrogeno sia per camion che per treni. Il PNRR prevede inoltre di supportare la produzione di idrogeno verde in prossimità delle stazioni di rifornimento, tramite sviluppo dell'intero sistema di produzione, stoccaggio e utilizzo dell'idrogeno, con attività di R&D per lo sviluppo di elettro-

⁸ ACER, [Transporting pure hydrogen by repurposing existing gas infrastructure](#), 16 luglio 2021



lizzatori ad alta pressione (TRL 5-7), sistemi di stoccaggio ad alta capacità con possibilità di utilizzo di idruri metallici o liquidi (TRL 3-5). A fronte di questi investimenti, il piano prevede un target di 9 stazioni di rifornimento su 6 linee ferroviarie.



5. Considerazioni conclusive

Il tema della mobilità sostenibile è divenuto sempre più centrale nelle politiche di decarbonizzazione. Essendo il responsabile di 105,51 MtCO₂e prodotte nel 2019, valore in crescita rispetto al 2018 e pari al 25,2% del totale delle emissioni di gas serra generate in Italia in quell'anno (418 MtCO₂e), è infatti di un settore dove c'è ancora molto da fare per incrementare la penetrazione rinnovabile e abbattere le emissioni climalteranti ed inquinanti.

Dall'analisi del potenziale della mobilità elettrica, a gas e a idrogeno, emerge come diverse tecnologie trovino la loro applicazione più efficace su diversi target di veicoli terrestri, marini o aerei. Come dimostra lo studio, sono già presenti alcuni macro-trend che evidenziano una buona complementarità tra i tre vettori energetici nei diversi comparti del settore trasporti (Figura 16).

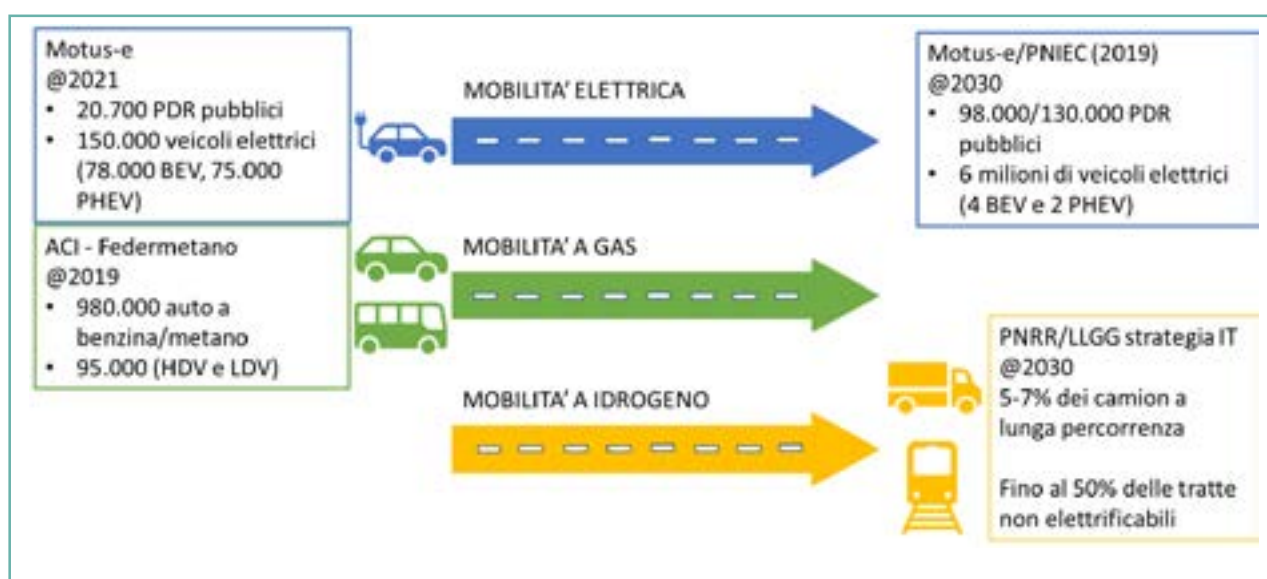


Figura 16 – Infografica vettori sostenibili nella mobilità

Per la mobilità terrestre, il vettore elettrico, grazie all'efficienza e alla sostenibilità ambientale della tecnologia, alla progressiva infrastrutturazione e alle politiche di supporto, sta crescendo vertiginosamente in ambito urbano, ritagliandosi un ruolo sempre crescente nel segmento dei veicoli leggeri. Domina il mercato dei convogli su rotaia ed è destinato a espandersi anche su altri comparti. Parallelamente, è in atto un notevole incremento dell'infrastruttura di distribuzione e del numero di veicoli a gas. Questo combustibile, qualora prodotto da matrici organiche, si presenta, anche in prospettiva, come un'ottima opzione per la mobilità di lungo raggio, ovvero per decarbonizzare automezzi pesanti e agricoli. Infine, l'idrogeno vede un forte aumento degli investimenti in tecnologie FCEV ed è destinato a una nicchia di applicazioni soprattutto nella mobilità ferroviaria o negli HDV che viaggiano lungo specifiche direttrici.

Per quanto riguarda il trasporto navale, sono già presenti numerose soluzioni a propulsione elettriche o a gas per le imbarcazioni di breve-medio raggio, mentre sulle lunghe percorrenze è in fase di studio l'utilizzo dell'ammoniaca prodotta da idrogeno rinnovabile. Anche ai fini della decarbonizzazione dell'aviazione, si valutano, sul medio termine, le potenzialità degli e-fuel come il cherosene sintetico, insieme ad altre soluzioni basate su elettrificazione e biofuel.

Per il comparto dell'aviazione sono in corso delle sperimentazioni per l'utilizzo del vettore elettrico su tratte brevi (es. aero-taxi), ma le prospettive di sviluppo più promettenti sul medio-lungo termine comprendono l'utilizzo di e-fuel sostitutivi dei combustibili fossili già compatibili con le tecnologie aeronautiche esistenti, come il cherosene sintetico liquido prodotto a partire da idrogeno rinnovabile, oppure i velivoli a propulsione a idrogeno (ancora in fase di concept/sperimentazione).

Infine, per l'intralogistica sono disponibili o adattabili in modo relativamente semplice, per la maggior parte delle applicazioni, versioni elettriche, a idrogeno o combustibili gassosi. L'intralogistica potrà quindi anticipare, seguire e/o sfruttare sinergie con il percorso dell'impresa verso una maggior sostenibilità nella mobilità e non solo (cfr. Appendice: La mobilità sostenibile nel settore dell'intralogistica).

Alle attuali incertezze e domande aperte sul ruolo e la diffusione futuri dei tre vettori, elettrico, gas e idrogeno, sarà la continua e crescente attività di ricerca e sviluppo tecnologico a dare delle risposte. Raccogliendo gli input provenienti dall'Unione Europea, occorre che l'Italia definisca una visione

ambiziosa, ma anche razionale e chiara, dei vettori disponibili e dei rispettivi potenziali di decarbonizzazione nei diversi comparti del settore trasporti, basandola sulle evidenze già oggi disponibili e riportate nel presente studio. È fondamentale che gli indirizzi e le misure nazionali di politica energetica e industriale prevedano una corretta distribuzione delle risorse economiche e pianificazione degli strumenti di supporto, puntando a un utilizzo sinergico e complementare delle diverse tecnologie e carburanti, così da sfruttarne appieno i relativi punti di forza e potenzialità e, in ultima analisi, favorire il raggiungimento dell'obiettivo prioritario e comune della decarbonizzazione del settore. In questa ottica, la revisione del PNIEC, così come l'emanazione del PNIRE, della strategia nazionale sull'idrogeno e il recepimento della REDII, rappresentano atti chiave attraverso i quali questa visione potrà concretizzarsi e porre le basi dell'evoluzione del settore trasporti per il prossimo decennio e oltre.





Appendice: La mobilità sostenibile nel settore dell'intralogistica

I. Maturità e diffusione delle tecnologie

L'intralogistica ha analogie con i mezzi di trasporto su gomma e su rotaia e proprie peculiarità che l'hanno resa precorritrice dell'uso di veicoli elettrici a batteria, dell'introduzione delle fuel cell (FC) e probabilmente in futuro di altre tecnologie. Al contempo la scarsa incidenza dei consumi energetici dell'intralogistica rispetto a quelli totali dell'impresa, se non per specifici settori, fa sì che la sua ottimizzazione non sia tra le priorità degli energy manager o di chi si occupa dell'energia nell'impresa. La penetrazione della generazione distribuita, la possibilità di partecipare ai servizi di regolazione della rete elettrica e il cambio di vettori energetici dei mezzi di trasporto su gomma, ma non solo, possono creare sinergie e opportunità nel breve e medio termine.

Non solo precorritrice, ma anche dominatrice della scena, considerato che (Figura. 17) fino al 2019, ultimo anno di dati di mercato disponibili per i carrelli, i carrelli frontali elettrici – che hanno batterie da svariate decine di kWh, a seconda della portata – erano i più numerosi dei veicoli su gomma a batteria. Ipotizzando prudenzialmente una vita media di dieci anni, a inizio 2020 c'era in Italia un parco di circa 110 mila carrelli frontali elettrici¹, mentre il parco veicoli elettrici circolante su strada (autovetture, motocicli, autobus, autocarri, etc.) alla fine dello stesso anno era inferiore alle 80 mila unità².

¹ Stima FIRE su dati di mercato AISEM - ASCOMAC

² Dati ACI

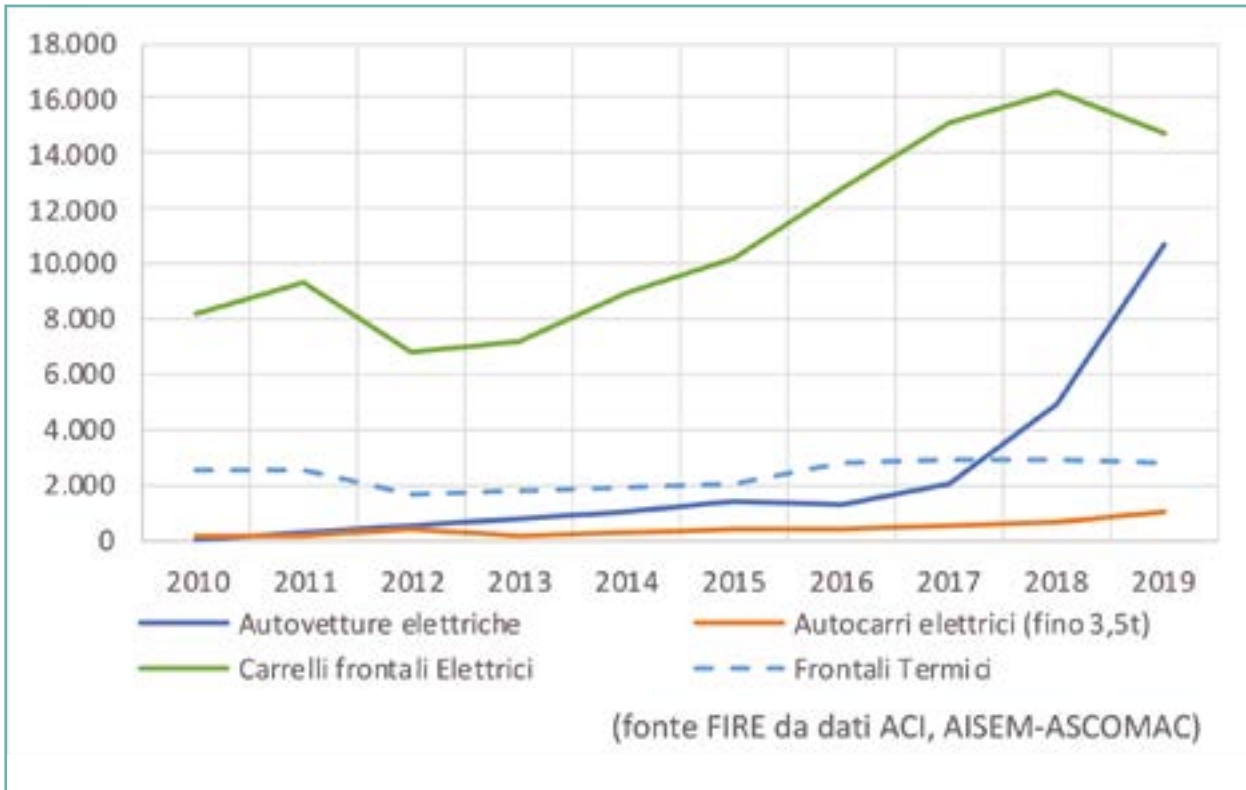


Figura 17 - Vendite carrelli elevatori e immatricolazione veicoli elettrici (Fonte: elaborazioni FIRE da dati ACI, AISEM, ASCOMAC)

II. Ambiti applicativi e range di utilizzo

I carrelli elevatori si dividono a seconda della motorizzazione in elettrici e termici. Storicamente i carrelli elettrici erano scelti per le operazioni in ambienti interni e carichi più leggeri, mentre i termici per operazioni all'esterno e carichi più gravosi e/o su più turni. Con l'affinarsi della tecnica, gli elettrici hanno aumentato prestazioni, autonomia e carico, mentre i termici hanno ridotto consumi ed emissioni, anche grazie a versioni ibride. Nella Figura 17 sono rappresentati anche i carrelli frontali termici, la cui diffusione rispetto agli elettrici si è ridotta da oltre il 30% nel 2010 a meno del 20% nel 2019.

Un altro elemento da considerare è il fattore di utilizzo, che per i carrelli, nelle imprese che operano su tre turni, al netto dei tre cambi conducente e batteria può arrivare a circa venti ore al giorno e a tre scariche del 60% - 80% della batteria. Facendo un parallelo, tre batterie al 70% ogni giorno corrisponderebbero a un kilometraggio da 100 mila a oltre 300 mila km all'anno per un'autovettura elettrica rispettivamente nel segmento A e D.

III. Punti di forza

Similmente ad altri settori del trasporto su terra, nell'intralogistica vi è la disponibilità di motorizzazioni a combustione interna, ibride o elettriche e alimentazione a gasolio, GPL, gas naturale, idrogeno ed energia elettrica. Per le batterie vi sono diverse modalità di carica (lenta, di opportunità e veloce) e una grande attenzione alla circolarità, con un riciclo molto spinto nel caso delle batterie al piombo. Per le batterie al litio si prospetta il riutilizzo negli accumuli stazionari, ma vi sono anche diversi esempi di riutilizzo nell'intralogistica delle batterie di provenienza automobilistica.

Rispetto ai veicoli stradali i carrelli elevatori hanno velocità ridotte, quindi accelerazioni e decelerazioni limitate, e soprattutto hanno la necessità di un contrappeso per evitare il ribaltamento; quindi, il peso non è un problema come nei veicoli stradali, ma una necessità.

In molti casi questi mezzi operano anche solo parzialmente in ambienti chiusi, dove vi è la necessità di ridurre le emissioni allo scarico, del particolato dai freni e dalla frizione, le emissioni acustiche, le vibrazioni, il calore, ecc. Inoltre, gli spostamenti avvengono in aree circoscritte. Queste condizioni al contorno hanno portato al successo la trazione elettrica con batterie al piombo che ha dimostrato un'estrema affidabilità e nel tempo ha beneficiato dell'introduzione dell'elettronica di potenza che ha permesso di utilizzare motori senza spazzole e di recuperare l'energia in frenata (ma solo in alcuni casi dalla discesa del carico), riducendo così la manutenzione e il consumo.

Sono quindi veicoli che storicamente nascono elettrici, le batterie sono facili da cambiare, dato che si potrebbe doverlo fare più volte al giorno, confinate in contenitori parallelepipedi e formate da celle standardizzate che si possono acquistare separatamente e facilmente rimuovibili per permettere l'operatività su tre turni sostituendole. Questo consente di cambiare in modo molto semplice la tecnologia della batteria o con limitate modifiche addirittura la fonte energetica, sostituendo al pacco batteria una fuel cell, una piccola batteria e aggiungendo un serbatoio per l'idrogeno.

Nei carrelli elevatori il sistema di carica ha un ruolo fondamentale, nel caso di macchine che lavorano su tre turni deve comprendere anche l'attrezzatura per sollevare e sostituire le pesanti batterie (al piombo o zavorrate). Il sistema di ricarica è solitamente esterno, al contrario di quello che accade per i veicoli stradali, in cui il caricatore a corrente alternata (AC) è a bordo e la colonnina

(o il cosiddetto “carichino” portatile, dato in dotazione alle autovetture) AC è solo un’interfaccia che contiene sistemi di sicurezza e indica la potenza che si può utilizzare, ma non ha influenza sull’efficienza della ricarica, a parte per i consumi interni in funzionamento e in standby.

Mentre in uno stabilimento il numero limitato di sistemi di ricarica rende lo standby trascurabile, la cumulata a livello nazionale non lo è. ARERA³ ha valutato il valore medio dello standby dei sistemi di ricarica per autoveicoli a catalogo in 12W per slow e quick e 60W per Fast e Ultrafast. Questo vuol dire 320 GWh all’anno al 2030 nello scenario PNIEC, 400 GWh in quello PNIRE e 300 GWh - 370 GWh in quello MOTUS -E.

I caricatori delle batterie al piombo sono ancora per la maggior parte a raddrizzatore e possono essere sostituiti con caricatori ad alta frequenza di qualità che, oltre a essere più efficienti (5% in media, ma anche oltre al 10% a seconda della tecnologia e delle caratteristiche dei caricatori che si confrontano), tenendo conto dello stato di carica (State of Charge – SOC), della temperatura, della resistenza interna, dell’età e di altri fattori, riescono a ottimizzare la carica⁴ e a ridurre la manutenzione della batteria, aumentando la durata.

Al contrario nelle autovetture i caricatori sono installati a bordo – tipicamente ottimizzati considerando il contenimento di pesi, dimensioni e costi di produzione – e risultano difficili da sostituire e da caratterizzare senza manometterli. Le case automobilistiche non forniscono i valori di efficienza media e neppure alle diverse potenze cui possono lavorare, ma in alcune prove di laboratori indipendenti⁵ sono risultate differenze di efficienza dal 4% a quasi il 30% tra diversi livelli di potenza. I suddetti dati di efficienza del caricatore alle differenti potenze sono fondamentali per decidere le strategie per ridurre la domanda (ridurre i carichi assorbiti dai mezzi in carica o interrompere⁶ una parte delle ricariche) e per valutare correttamente la convenienza economica ed energetica di un veicolo.

³ ARERA, [Rapporto finale della ricognizione MERCATO E CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI](#), aprile 2021

⁴ Riducendo la sovra carica, che se eccessiva porta solo a un maggior consumo di energia e al rilascio di idrogeno e ossigeno

⁵ Technical University of Denmark e Idaho National Laboratory

⁶ Interrompere la ricarica potrebbe rivelarsi in alcuni casi più efficiente dal punto di vista energetico, ma potrebbe essere interpretato dagli utilizzatori come un mal funzionamento. Inoltre, non è detto che tutti i veicoli riprendano la ricarica dopo che è stata interrotta

Efficienza di ricarica e ridotto assorbimento in standby potrebbero essere affrontate in tempi brevi con la predisposizione di un codice di condotta, come fatto dal JRC nel caso degli UPS (settore degli UPS nel quale tra l'altro l'Italia ha saputo eccellere in termini di efficienza). L'attenzione all'efficienza potrebbe diventare elemento qualificante e competitivo per l'industria nazionale, importante fornitrice di componenti per i veicoli dell'intralogistica, stradali e per la loro ricarica.

Il noleggio è una pratica piuttosto diffusa per i carrelli e i relativi caricatori. Dato che l'energia elettrica per la ricarica la paga l'impresa, può essere interessante valutare la sostituzione del caricatore meno efficiente con uno più efficiente. Vi può essere convenienza economica anche con ritocco verso l'alto del canone, che di solito è limitato anche in considerazione del fatto che caricatori più efficienti possono allungare la vita delle batterie.

Per quanto riguarda le batterie, non vi è stata una grande penetrazione del litio, sia per una questione di costi sia perché uno dei punti di forza – la riduzione del peso – non è un beneficio, anzi bisogna zavorrare i pacchi batteria al litio da montare sui carrelli nati per montare batterie al piombo. L'efficienza di ricarica della batteria, la possibilità di ricariche rapide o di biberonaggi e la durata dipendono sia per le batterie al piombo che per quelle al litio da SOC, temperatura e altre condizioni di lavoro. Inoltre, sono disponibili soluzioni per aumentare l'efficienza delle batterie al piombo, per esempio abbinando super condensatori e relativa elettronica di potenza che permettono una miglior efficienza (+5% circa) della batteria e maggior vita utile.

Considerazioni sulla convenienza o meno nel costo sul ciclo di vita delle diverse soluzioni vanno accuratamente valutate caso per caso.

Il caricamento rapido, che è possibile anche per le batterie al piombo, può essere un'opzione interessante laddove si debba operare su più turni di lavoro o ci siano impegni particolarmente gravosi, che altrimenti imporrebbero soste forzate o il cambio batteria. Le batterie vengono sottoposte a maggiori correnti di carica, ma la riduzione della vita è in parte compensata dal lavorare in una SOC tipicamente tra 40% e 80% e da una migliore gestione grazie al sistema di monitoraggio della batteria (normalmente non presente nelle batterie al piombo). Dal punto di vista dei consumi di energia potrebbe esserci un miglioramento o un peggioramento, in particolare a seconda delle prestazioni della ricarica lenta, della SOC delle batterie nel quale si lavora (vedasi per le batterie al piombo quanto già detto per i caricatori ad alta frequenza) e di quanto è spinta la ricarica rapida.

I benefici economici sono il costo evitato di altre batterie al piombo (per secondo e terzo turno), dell'attrezzatura per il cambio batteria e per le batterie al piombo la minor manutenzione e la possibilità di ricarica in luoghi più baricentrici riducendo le percorrenze, mentre vanno valutati caso per caso quelli in bolletta, considerando lo spostamento dei consumi e il possibile aumento della domanda di picco.

I benefici non energetici, se opportunamente presentati e possibilmente valorizzati, possono assumere un ruolo importante nella scelta della ricarica rapida. I benefici non energetici sono tipicamente quelli della maggior sicurezza e produttività in quanto:

- viene eliminato il cambio batteria e i relativi rischi, dovuti al peso delle batterie, alla presenza di gas del processo di carica, alla possibilità di urti tra i carrelli che si concentrano nell'area di ricarica e cambio batteria;
- i punti di ricarica possono essere posizionati vicino alle zone di utilizzo e di pausa, riducendo il traffico dei carrelli e quindi il rischio di incidenti;
- non è più necessario dedicare un ambiente separato per la ricarica delle batterie (anche per le batterie al piombo, dato che vi è una minor produzione di gas durante la ricarica);
- i sistemi di monitoraggio della batteria (richiesti dai caricatori ad alta frequenza per le batterie al piombo e nativamente presenti nelle batterie al litio) possono essere utilizzati per pianificare la manutenzione, tenere sotto controllo i consumi, ecc.

IV. Fuel Cell (FC)

La facilità di cambio della batteria nei carrelli elettrici permette in modo relativamente semplice la sostituzione della batteria al piombo con un modulo contenente celle a combustibile. Per ridurre la dimensione il serbatoio di H_2 viene tipicamente dimensionato per coprire metà turno, in considerazione anche dell'estrema rapidità del rifornimento. Le FC potrebbero permettere anche applicazioni che richiedono maggior energia, diventando un'alternativa, dal punto di vista tecnico, sia alle batterie che ai combustibili liquidi e gassosi. I costi di conversione oggi per un carrello da 2,5t sono circa tre volte quelli di una batteria al litio ma lo scoglio vero è rappresentato dall'infrastruttura per generare H_2 in loco e ricaricare i carrelli. Sono già state fatte alcune esperienze e con gli attuali costi la soluzione FC può essere valutata se si ha un congruo numero di carrelli, meglio se non troppo piccoli. Le cose diventano più inte-

ressanti se si ha già a disposizione l'idrogeno per esigenze produttive o si possono sfruttare sinergie con accumuli stazionari o il rifornimento di veicoli stradali. Nell'ultimo caso bisogna accertarsi che la stazione di rifornimento possa rifornire anche a 350 bar, pressione standard per le applicazioni non stradali.

Dal punto di vista energetico ai consumi dell'elettrolizzatore vanno aggiunti quelli del compressore ad alta pressione, l'efficienza della FC dell'elettronica di potenza, del motore, ecc.

V. Motori a combustione interna

Per i carrelli con motore a combustione interna, che come detto vengono utilizzati all'aperto e per impegni particolarmente gravosi. La maggior parte sono alimentati a gasolio, ma sono presenti sul mercato anche versioni ibride, che consentono di ridurre i consumi e la manutenzione e modelli alimentati a idrocarburi gassosi, sostituibili con i corrispettivi di origine biologica in base alla disponibilità locale e/o alla sensibilità delle imprese.

VI. Principali ostacoli

Sono stati evidenziati diversi possibili interventi da quelli di sostituzione dei caricatori, alla ricarica rapida al posto del cambio batteria, alla scelta della tipologia di batteria, al cambio del vettore energetico che, a seconda della situazione di partenza e delle necessità, potrebbero rivelarsi interessanti e con tempi di ritorno in alcuni casi molto brevi. Frenano il cambiamento da una parte la bassa incidenza dei consumi energetici dell'intralogistica su quelli totali dell'impresa, tranne che in alcuni settori come la logistica, che mettono gli interventi di efficientamento in secondo piano rispetto ad altri che permettono di efficientare maggiori quantità di energia. Dall'altra l'efficienza e l'affidabilità delle attuali tecnologie cui si contrappongono i costi d'investimento per le alternative con benefici da valutare attentamente caso per caso.

VII. Scenari di evoluzione al 2030

La standardizzazione dei moduli batteria e il caricatore esterno può permettere una facile conversione dei carrelli a trazione elettrica nel breve termine da batteria al piombo a quella al litio, per la riduzione dei costi stimolata dall'industria dei veicoli stradali e soprattutto dall'utilizzo di celle di recupero dalle autovetture.

L'attesa riduzione dei costi delle FC e degli elettrolizzatori permetterà una maggior diffusione del vettore H₂, inizialmente laddove ci sia già un utilizzo. Ci potrebbero però essere anche applicazioni di altri tipi di batterie, per esempio



quelle a flusso, che hanno la peculiarità di disaccoppiare la potenza (dimensione della cella) dall'energia (quantità di elettrolita carico) e delle quali si stanno sviluppando versioni basate su composti organici, reperibili e smaltibili facilmente ed economicamente. L'elettrolita liquido carico può essere imbarcato con operazioni simili al rifornimento di un combustibile liquido, recuperando al contempo da un secondo serbatoio l'elettrolita scarico, che verrebbe ricaricato nei modi e tempi più opportuni in considerazione di segnali di prezzo, partecipazione ai servizi di rete, picchi di produzione, ecc. o potrebbe essere condiviso con un sistema di accumulo stazionario di maggiori dimensioni.

Bibliografia

- ARERA**, [Rapporto finale della ricognizione MERCATO E CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DI RICARICA PER VEICOLI ELETTRICI](#), aprile 2021
- ACER**, [Transporting pure hydrogen by repurposing existing gas infrastructure](#), 16 luglio 2021
- CIB-CRPA-Veneto Agricoltura**, [Rapporto Farming For Future](#), ottobre 2020
- Commissione UE**, [Decisione di esecuzione 2021/488](#), 22 marzo 2021
- Commissione UE**, [Direttiva 2014/94/UE](#), 22 ottobre 2014
- Commissione UE**, [Direttiva 2018/2001](#), 11 dicembre 2018
- Commissione UE**, [Direttiva 2019/2011](#), 12 luglio 2019
- Commissione UE**, [Main takeaways by Vice-President Maroš Šefčovič following the Ministerial meeting of the European Battery Alliance](#), 12 marzo 2021
- Commissione UE**, [Sustainable and Smart Mobility Strategy](#), 9 dicembre 2020
- Commissione UE**, [Statistical pocketbook 2021 – Mobility and transport](#), settembre 2021
- Consiglio e Parlamento UE**, [Regolamento 2018/842](#), 30 maggio 2018
- David Williams, Tim Chatterton, Graham Parkhurst**, [Using disruption as an opportunity to change travel practices](#), University of West England, 6 novembre 2021
- European Biogas Association**, [Biomethane in transport](#), aprile 2016
- European Environment Agency**, [Greenhouse gas emissions from transport in Europe](#)

- Federmetano**, [Dati - Distributori biometano compresso per auto bioCNG](#)
- Federmetano**, [Dati – Parco veicolare italiano](#)
- Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking**, [Hydrogen Roadmap Europe](#), gennaio 2019
- Gas for Climate**, [European Hydrogen Backbone](#), luglio 2020
- H₂IT**, [Mobilità Idrogeno italia](#), novembre 2019
- Hydrogen Council**, [Path to hydrogen competitiveness - A cost perspective](#), 20 gennaio 2020
- IEA**, [The Future of Hydrogen](#), giugno 2019,
- ISPRA**, [Comunicato stampa NIR 2021](#), 15 aprile 2021
- ISPRA**, [Italian Greenhouse Inventory – National Inventory Report 2021](#), aprile 2021, p. 84
- Ministero dei Trasporti**, [Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile](#), 30 aprile 2019
- MOTUS-E**, [Analisi di mercato](#), maggio 2021
- MOTUS-E, Strategy& PwC**, [Il futuro della mobilità elettrica: l'infrastruttura di ricarica in Italia @2030](#), ottobre 2020
- Politecnico di Milano**, [Hydrogen Innovation Report – Key messages](#)



Position paper FREE

I VETTORI ENERGETICI
PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE
STATO DELL'ARTE
E PROSPETTIVE DI IMPIEGO

Coordinatore generale

Andrea Zaghi

Coordinamento di segreteria

Roberto Murano

Coordinamento editoriale

Cooperativa Econnection

Sergio Ferraris

Editing

Ester Stefania Lattanzio

Progetto grafico / impaginazione

Marco Giammaroli

Tipografia Giammarioli

www.tipografiagammaroli.com

Ottobre 2021

FREE