

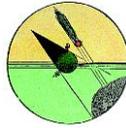
Diffusione dei veicoli elettrici nel mondo

Ricerca effettuata da Chiara D'Antonio

Stagista curriculare presso Fondazione Telios

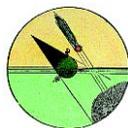
Dicembre 2016

Torino



Indice

- 1. Introduzione**
- 2. Breve storia dei veicoli elettrici (EV)**
- 3. Energia e inquinamento dell'aria**
 - Inquinamento legato ai trasporti nel mondo
- 4. I veicoli elettrici sono la soluzione**
- 5. Classificazione dei veicoli elettrici**
- 6. Breve descrizione FCEV (veicoli a idrogeno) e confronto con EV**
- 7. Analisi del mercato EV: sguardo globale sul numero di vendite, sulle infrastrutture di ricarica, sugli incentivi e sugli ostacoli (riciclo batterie)**
- 8. Analisi del mercato EV: Cina**
- 9. Analisi del mercato EV: USA**
- 10. Analisi del mercato EV: Europa**
 - Tabella: incentivi e classifica dei Paesi europei
 - Analisi dei Paesi europei
 - Analisi delle principali città europee (incentivi e infrastrutture di ricarica)
 - ITALIA: città top 10 e classifica regioni; incentivi nelle città italiane
- 11. Relazione tra la diffusione dei veicoli elettrici e gli incentivi**



1. Introduzione

Un italiano su cinque si affida alla sharing mobility e uno su tre è propenso all'uso dell'auto elettrica. Lo rivela il primo rapporto sulla mobilità sostenibile, realizzato da Lorien Consulting in collaborazione con La Nuova Ecologia e presentato il 24 Novembre a Roma.

Dal sondaggio risulta che gli italiani utilizzano 3,2 mezzi ciascuno, prediligendo per il 92% le auto proprie. Però chi utilizza la propria macchina, usa spesso anche i mezzi pubblici urbani o extraurbani (69%). Il 20% utilizza la sharing mobility, come il car pooling, il car sharing e le auto a noleggio. Il 37% degli intervistati ha dichiarato di usare la bicicletta.

Cresce la propensione nei confronti dell'auto elettrica, considerata la forma di alimentazione più sostenibile (33%). Gli italiani si dichiarano notevolmente favorevoli (72%) a estendere all'Europa e all'Italia la proposta olandese di vietare la vendita delle auto a benzina o diesel entro il 2025. Il 23% lo è addirittura "molto".

Il 78% afferma di essere disponibile a spendere di più per un'auto elettrica rispetto ad un'auto inquinante, in media l'11% in più. C'è poi un 32% disposto a spendere ancora di più.

Il 73% pensa che un costo inferiore della ricarica o incentivi fiscali potrebbero aiutare nell'acquisto dell'auto elettrica. Per il 65% aiuterebbe anche facilitare il rifornimento, con punti di ricarica diffusi e la possibilità di ricaricare la propria auto da casa. (ANSA).

Perché, nonostante questo interesse, ce ne sono così poche? A fine 2015, a livello mondiale, si conta un po' più di 1 milione di veicoli elettrici (1.260.000 per l'esattezza), contro 1 miliardo e 200 milioni di veicoli endotermici, una delle maggiori fonti di inquinamento atmosferico.

Se oltre ad essere elettriche, volassero, ad esempio grazie ad una forma avanzata di levitazione magnetica, allora sì che il loro successo sarebbe travolgente!





Battuta poco felice? In realtà, solo se promettessero **di più** rispetto alle concorrenti endotermiche, avrebbero quello spontaneo successo che ha sempre arriso ai mezzi di locomozione che, appunto, promettevano di più rispetto ai concorrenti meno evoluti.

Più velocità, innanzitutto. Carrozza a cavalli contro il “cavallo di San Francesco” (pedibus calcantibus). Poi treno a vapore contro carrozza a cavalli.



Più libertà di movimento. Ecco il trionfo dei veicoli privati a due e quattro ruote.

Velocità, comfort, “protesi”: l'auto, magari sportiva, come parte dell'immagine dell'uomo che vuol far colpo (non solo sulle ragazze).

Oggi, che la velocità ha un limite invalicabile costituito dal traffico, la pubblicità delle case costruttrici punta su vari gadget, dalla guida autonoma (ultima trovata) alla capacità di essere all-roads (i SUV), ma non certo sulla riduzione delle emissioni, che è vissuta più come un obbligo (magari da aggirare, vedi VW) che come un appeal, salvo poi far balenare la parola “green” in tutti i modi possibili allo scopo di tranquillizzare un pubblico che sente tutti i giorni la tiritera ambientalista, e che comunque è sensibile all'argomento.

Purtroppo, le auto e i veicoli elettrici in genere promettono **di meno** rispetto ai concorrenti endotermici, e nello stesso tempo obbligano a cambiare piccole o meno piccole abitudini in conseguenza di una più limitata autonomia di percorrenza, di tempi di ricarica comunque maggiori, di una rete di ricarica più rarefatta o del tutto assente.

E costano di più, e non poco.

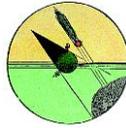


Velocità massima: 144 km/h

Costo: € 32.000

Batteria (energia a bordo): 24 kWh

Autonomia reale 125 km



Non avvelenano l'aria? Ciò non basta per garantire il loro successo. La gente è abituata all'aria inquinata delle strade cittadine, si lamenta ma sopporta. Nessuno si è ancora accasciato sul marciapiede non potendo più respirare l'aria circostante.

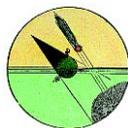


Quando – e se - ciò accadrà, allora probabilmente sarà molto più facile far adottare provvedimenti radicali dalle autorità competenti, così com'è successo, ad esempio, proprio a Torino alla nuova stazione ferroviaria sotterranea di Porta Susa⁽¹⁾.

Pensare quindi che solo la nostra coscienza ecologica possa essere la molla capace di far sostituire veicoli endotermici con elettrici, è piuttosto irrealistico.

Infatti, le regioni a livello mondiale che hanno registrato la prima impennata significativa di vendite di auto elettriche, California, Norvegia e Cina, sono state anche le prime ad adottare provvedimenti incisivi sia di tipo obbligatorio che di tipo economico.

(1) Quando la nuova stazione di Porta Susa, interamente sotterranea, fu inaugurata nell'ottobre 2009, arrivarono i vari treni che prima sostavano in superficie. A nessuno venne in mente che i locomotori a gasolio, che trainavano i treni della linea Torino - Aosta e Torino - casale, avrebbero reso irrespirabile l'aria, essendo al chiuso e non più ventilata come prima. Risultato? La gente protestò vivacemente, ci furono manifestazioni e petizioni, e dopo appena un paio di mesi la Regione intervenne chiedendo alle Ferrovie di sostituire i locomotori a gasolio con altri elettrici.



2. Breve storia dei veicoli elettrici

Il veicolo elettrico è stato sviluppato nel 1830 da un certo numero di inventori, tra cui Thomas Davenport e Robert Anderson e nel 1880 il primo veicolo elettrico è stato introdotto nel mercato tedesco.

I veicoli elettrici hanno acquistato popolarità molto presto e altri veicoli sono stati introdotti in diversi mercati, sia europei sia statunitensi. Nello stesso periodo sono stati introdotti anche i primi veicoli con motore a combustione interna (ICE), i motori che fanno muovere quasi tutti i veicoli al giorno d'oggi.

Durante i primi anni, l'interesse per i veicoli elettrici ha superato quello per i veicoli ICE e i veicoli elettrici sono stati ampiamente utilizzati durante la Prima Guerra Mondiale. Tuttavia, i problemi riguardanti le infrastrutture di ricarica e il tempo di ricarica, e la competizione con i veicoli ICE, hanno colpito sfavorevolmente il mercato EV e parecchie compagnie produttrici di EV sono andate in bancarotta dopo il crollo della borsa del 1929.

I veicoli elettrici sono venuti nuovamente alla ribalta per un breve periodo poco dopo la Seconda Guerra Mondiale. Nel periodo tra i primi anni Cinquanta e la fine degli anni Ottanta, ci sono stati diversi tentativi di diffondere gli EV: a fianco dei veicoli elettrici, i tram elettrici sono stati tra i primi veicoli elettrici a guadagnarsi il consenso nelle città.

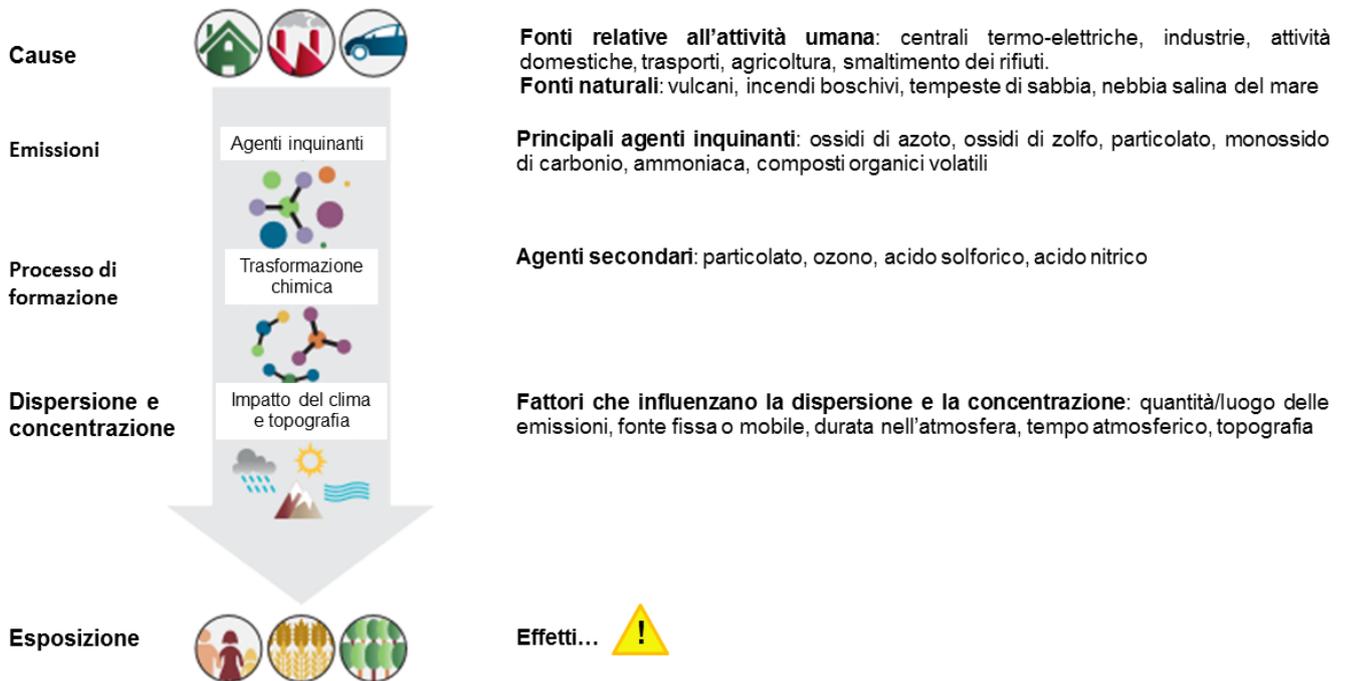
È stato nei primi anni Novanta, quando l'interesse riguardo alle emissioni dei veicoli e il cambiamento globale del clima è iniziato a crescere, che gli EV hanno riacquisito l'attenzione dei produttori. Negli anni Novanta, lo stato della California ha stabilito precisi e stretti standard riguardanti le emissioni, per ridurre i problemi di salute causati da inquinanti tossici presenti nell'aria.

Le grandi dimensioni del mercato automobilistico della California hanno influenzato l'industria automobilistica non solo negli Stati Uniti ma anche a livello mondiale. Costretti dal Californian Zero Emission Vehicle Mandate, grandi produttori di automobili hanno mostrato un interesse crescente verso la tecnologia dei veicoli elettrici. Analogamente, alcuni progetti di dimostrazione in Europa hanno mostrato successo.

Dal 2005, si è verificata una nuova spinta per la mobilità elettrica a seguito di preoccupazioni riguardo al cambiamento del clima e alla sicurezza energetica. Questo rinnovato interesse per i veicoli elettrici è stato descritto dalla IEA (International Energy Agency) come la "terza epoca" degli EV.



3. Energia e inquinamento dell'aria

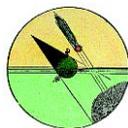


Circa 18.000 persone muoiono ogni giorno a causa dell'inquinamento dell'aria. Infatti, il numero di morti attribuibili all'inquinamento atmosferico ogni anno -6.5 milioni di morti- è, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), molto più alto del numero di morti causato insieme da HIV/AIDS, tubercolosi e incidenti stradali. E ciò fa dell'inquinamento atmosferico la quarta più grande minaccia per la salute dell'uomo, dietro all'alta pressione sanguigna, rischi legati alla dieta alimentare e fumo. L'inquinamento dell'aria porta anche costi maggiori all'economia e danni all'ambiente. La produzione e l'uso di energia sono la principale fonte di inquinamento dell'aria, proveniente dall'attività dell'uomo.

Senza cambiamenti nel modo in cui il mondo produce e usa energia, rovinosi danni sono destinati ad aumentare.

Effetti

- **Danni alla salute:** tubercolosi, cataratta, cancro alla gola, asma, malattie ai bronchi, ridotta funzionalità dei polmoni e altre malattie ai polmoni → 18.000 morti ogni giorno - 6.5 milioni di morti ogni anno
- **Danni economici:** costi relativi ai problemi di salute
- **Danni ambientali:**
 - agricoltura: danni ai raccolti
 - vegetazione e biodiversità
 - vita animale
 - cambiamenti dell'ecosistema



- piogge acide
- cambiamento del clima
- danni ai siti culturali
- ridotta visibilità

I principali agenti inquinanti presenti nell'aria, e che rappresentano l'85% delle sostanze, sono il particolato e gli ossidi di zolfo e azoto. Questi tre agenti inquinanti sono responsabili per gli impatti più diffusi di inquinamento atmosferico, o direttamente o una volta trasformati in altri agenti inquinanti attraverso reazioni chimiche che avvengono nell'atmosfera.

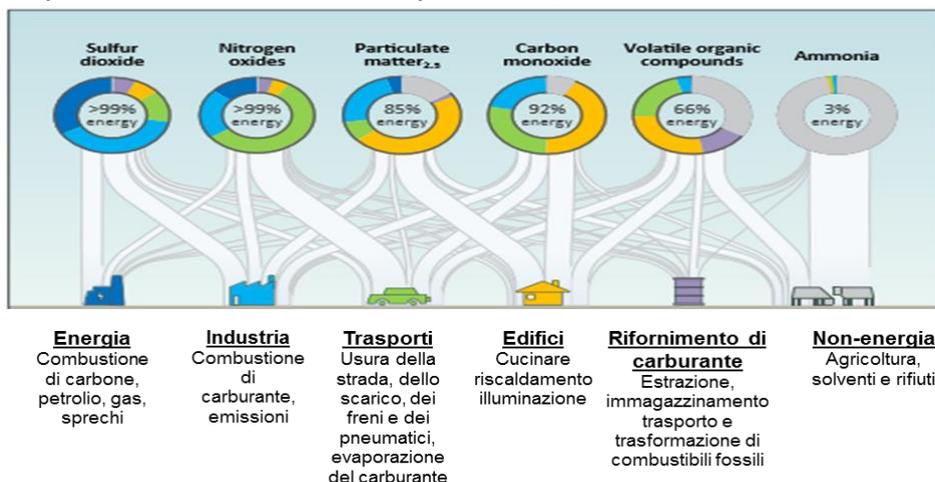
Essi sono il risultato di un intenso sviluppo dei combustibili fossili e di una continua urbanizzazione: il carbone e il petrolio hanno spinto la crescita economica in molti Paesi, ma la loro ininterrotta combustione nelle centrali elettriche, nelle strutture industriali e nei veicoli è la causa principale dell'inquinamento esterno.

Il carbone è responsabile di circa il 60% della combustione globale, è la causa di malattie respiratorie ed è il precursore delle piogge acide. I carburanti usati per i trasporti, primo fra tutti il gasolio (diesel), generano più della metà di ossidi di azoto emessi a livello globale. Essi possono scatenare problemi respiratori e la formazione di altri pericolosi agenti inquinanti.

Nelle città, l'impatto delle emissioni dei veicoli è amplificato dal fatto che esse sono scaricate non dall'alto delle ciminiere ma direttamente nelle strade, al livello in cui sono respirate dai pedoni.

Riduzioni nelle emissioni inquinanti nel mondo industrializzato (Cina) sono accompagnate da una modesta crescita in India, sud est dell'Asia e in parti dell'Africa.

Nonostante misure e politiche siano state intensificate, i trend demografici regionali, l'aumento nell'uso di energia e l'urbanizzazione, specialmente in Asia, fanno sì che il numero di morti premature attribuibili all'inquinamento atmosferico continui a crescere.



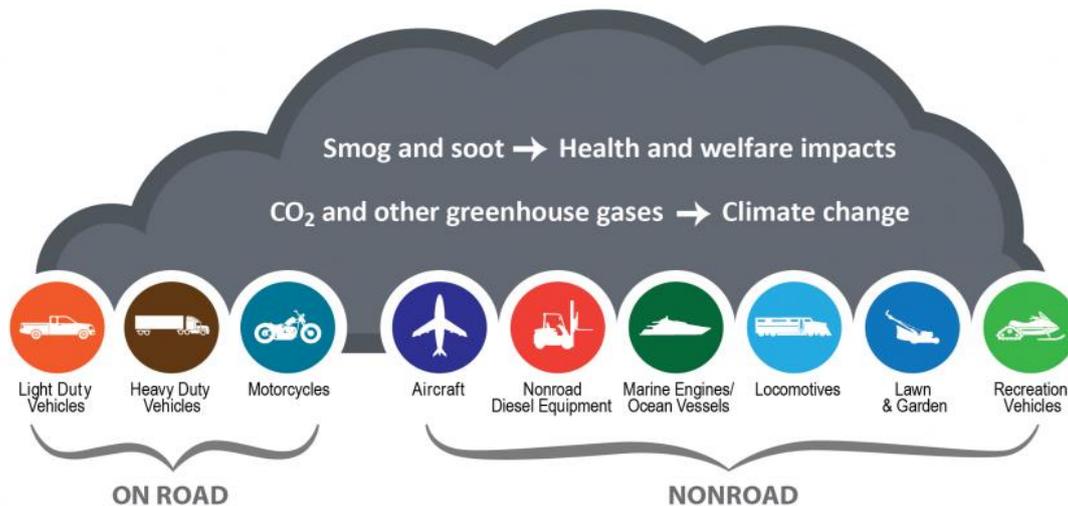


- Trasporti

Dato l'elevato numero di veicoli circolanti nel mondo, **1 miliardo e 200 milioni** (su 7 miliardi e 240 milioni di persone, 2015), il settore dei trasporti rimane una delle maggiori fonti di inquinanti atmosferici.

Il settore dei trasporti è responsabile di circa metà di tutte le emissioni di ossido di azoto ed è una importante fonte di particolato. Queste emissioni possono essere divise in:

- Emissioni di gas di scarico: prodotte durante la combustione, la quantità di ogni agente inquinante dipende fortemente dal tipo di carburante utilizzato.
- Emissioni da abrasione: prodotte dall'usura e dalla corrosione dei componenti del veicolo, materiali stradali e barriere di sicurezza.
- Emissioni evaporative: risultano dall'evaporazione del combustibile.



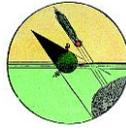
- **Stati Uniti**

Standard sulle emissioni dei gas di scarico, negli Stati Uniti, risalgono al Federal Clean Air Act del 1963. Gli USA sono stati il primo paese a stabilire un frame work nazionale per controllare gli impatti dei veicoli sulla qualità dell'aria. Negli Stati Uniti, il settore dei trasporti contribuisce a circa la metà di emissioni di ossido di azoto

- **Messico**

L'inquinamento atmosferico è un problema significativo in Messico, sia negli agglomerati urbani, sia nelle aree rurali. La situazione è legata alla geografia: l'altitudine delle grandi città del Messico comporta bassi livelli di ossigeno nell'atmosfera e ciò aggrava un'incompleta combustione di carburante.

Standard sulle emissioni sono stati adottati nel 2006 e, dal 2008, questi sono stati stabiliti in conformità con gli standard statunitensi ed europei. Al giorno d'oggi, in Messico, i trasporti costituiscono il 55% delle emissioni totali di ossido di azoto.



- **Unione Europea**

I trasporti dell'Unione Europea dipendono fortemente dai combustibili fossili, nel 2012 i carburanti derivati dal petrolio rappresentavano circa il 94 % delle forniture totali di energia del settore, l'86% dei quali importati.



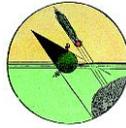
Spesa dei paesi europei in benzina e diesel nel 2012. Fonte Eurostat, E3ME

Per questo l'UE ha stabilito diversi obiettivi di riduzione dei consumi energetici da combustibili fossili, riduzione delle emissioni di CO₂ e miglioramento della qualità dell'aria e riduzione del rumore.

L'utilizzo di standard di regolamentazione per controllare le emissioni di CO₂ dei veicoli endotermici si è rivelata una misura efficace.

Tra il 1990 e il 2013, le emissioni di ossido di zolfo sono diminuite del 90% e quelle di particolato sono diminuite di un quinto dal 2000. Nonostante ciò, l'inquinamento atmosferico è ancora il rischio più grave sia per l'ambiente sia per la salute nell'UE. Nel 2015, la morte prematura di circa 340.000 persone è stata attribuita all'inquinamento dell'aria e l'aspettativa media della vita è diminuita di sei mesi.

Gli standard europei che regolano le emissioni inquinanti prodotte dai veicoli stradali ("Euro" standard) sono basati su diversi emendamenti fino ad arrivare ad una direttiva del 1970.



La norma vigente è Euro VI. Inoltre sono presenti limiti sulla qualità del carburante, che non può avere più di una determinata concentrazione di zolfo.

I veicoli adibiti al trasporto di persone sono responsabili del 40% delle emissioni totali di ossido di azoto legate ai trasporti, i camion che trasportano merci producono il 30% e i veicoli commerciali leggeri il 10%. Inoltre, il 60% dei veicoli si concentra nelle aree urbane e ciò comporta una maggiore esposizione umana alle emissioni. I trasporti, nell'UE, emettono il 10% di emissioni di particolato.

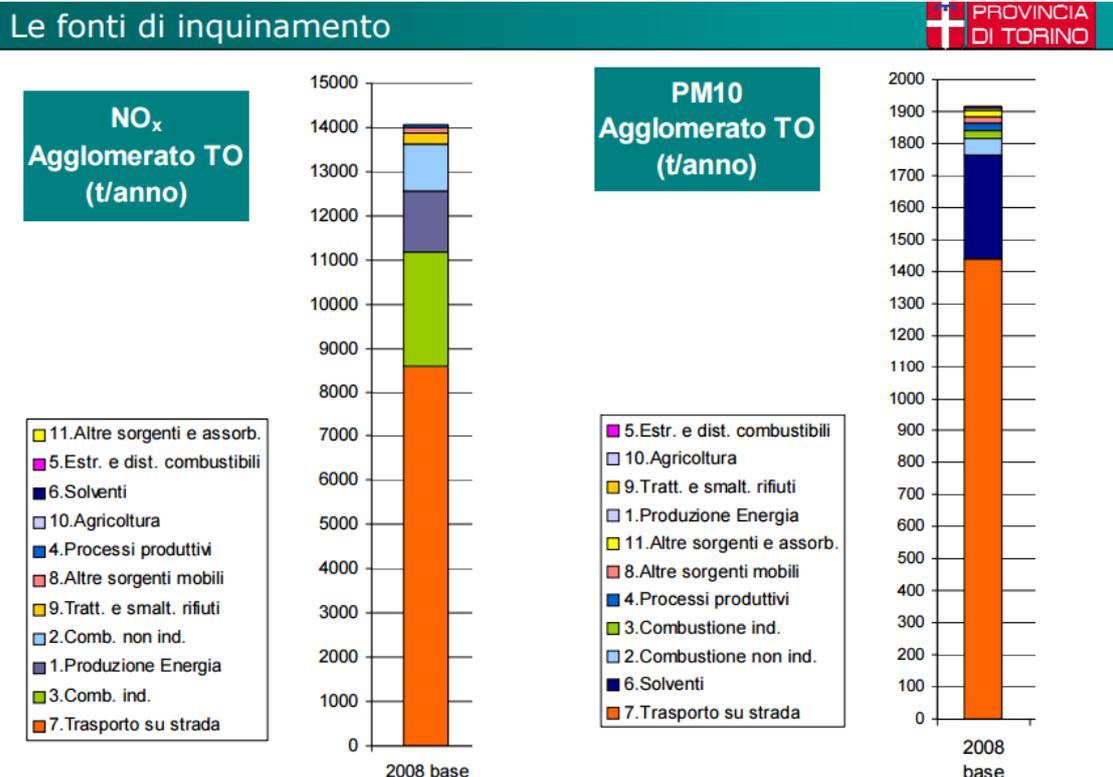
Per quanto riguarda l'Italia, nel periodo 1990-2013, le emissioni dei trasporti sono aumentate dello 0,7 % e, al 2013, rappresentano il 24 % delle emissioni totali nazionali.

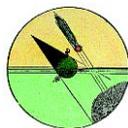
L'Italia è il Paese dell'Unione europea che registra più morti premature a causa dell'inquinamento dell'aria. In Italia, nel 2012, 59.500 decessi prematuri sono attribuibili al particolato, 3.300 all'ozono e 21.600 al biossido di azoto.

L'ultimo rapporto sulla qualità dell'aria "Mal'ARIA di città 2016", pubblicato da Legambiente, evidenzia come in Italia il problema dell'inquinamento atmosferico sia diffuso e giunto ad un livello ormai cronico.

Nel rapporto sono stati analizzati i livelli di inquinamento in 90 città italiane. È emerso che nel corso del 2015 in più della metà (il 53%) il livello di PM10 ha oltrepassato il limite, fissato per legge a 50 microgrammi per metro cubo da non superare per più di 35 volte in un anno.

Per quanto riguarda Torino, circa il 70% delle emissioni, sia di zolfo sia di particolato, sono dovute ai trasporti.





- **Cina**

Circa 1 milione di morti premature oggi possono essere attribuite all'inquinamento dell'aria e l'aspettativa media della vita si è ridotta di 25 mesi.

Nel corso degli ultimi decenni, la Cina ha subito un processo di rapida industrializzazione e urbanizzazione. La percentuale della popolazione che vive nelle aree urbane è raddoppiata, mentre il reddito medio pro-capite è cresciuto più di sette volte.

La domanda di energia oggi è quasi 3,5 volte più alta di quanto non fosse nel 1990. Più del 90% dell'aumento è stato soddisfatto dai combustibili fossili.

La crescita della domanda di energia è andata di pari passo con la trasformazione economica e lo sviluppo sociale; ma c'è stato un costo elevato per l'ambiente.

Secondo il Ministero della Protezione Ambientale, solo 8 delle 74 principali città cinesi, che sono attualmente oggetto di monitoraggio della qualità dell'aria, hanno raggiunto lo standard nazionale per l'aria pulita nel 2014.

I principali centri industriali del Paese, in particolare Pechino, Tianjin e la provincia di Hebei, hanno registrato le più alte intensità di emissioni di tutti i principali inquinanti. Si stima che oggi solo il 3% della popolazione cinese goda di un livello di esposizione al particolato in linea con gli standard della World Health Organization, mentre circa il 55% è esposta a livelli ben sopra le norme.

Il governo cinese ha da tempo riconosciuto la gravità di questo problema e ora sta facendo duri sforzi per risolverlo.

Un'iniziativa chiave è l'Action Plan for Air Pollution Prevention and Control del 2013.

Nelle aree urbane, la popolazione è sottoposta ad un alto livello di esposizione agli agenti inquinanti prodotti dai trasporti. Infatti, più dell'80% dei veicoli adibiti al trasporto di persone e circa il 60% dei trasporti di merci si concentrano nelle città.

Il trasporto su strada contribuisce a più del 20% delle emissioni totali di particolato a Shanghai e Guangzhou, più del 30% a Pechino e più del 40% a Shenzhen.

In Cina, i programmi di controllo sulle emissioni dei veicoli risalgono ai primi anni Ottanta, ma un moderno programma di controllo a livello nazionale è iniziato solo nei tardi anni Novanta.

L'importante ruolo che i veicoli adibiti al trasporto di persone hanno nell'inquinamento atmosferico si riflette in alcune misure prese a livello cittadino: Pechino ha ristretto il numero di nuove registrazioni di veicoli a 150.000 nel 2015, 30.000 dei quali erano riservati ai cosiddetti "New Energy Vehicles".

Sia Pechino sia Shanghai hanno vietato il transito dei motorini nelle città ed è permesso soltanto l'utilizzo di motorini elettrici. Inoltre è previsto, entro il 2017, il ritiro di tutti i veicoli che non rispettano i requisiti minimi di inquinamento.



- **India**

11 delle 20 città più inquinate al mondo, come Delhi, sono in India e questo comporta gravi problemi alla sanità pubblica: circa 590.000 morti premature sono attribuibili all'inquinamento atmosferico nel 2015 e l'aspettativa media della vita si è ridotta di 23 mesi.

Il numero di veicoli adibiti al trasporto di persone è quasi triplicato nell'ultimo decennio, portando ad un grave aumento di emissioni di gas di scarico e quindi ad un peggioramento della salute umana, anche perché la maggior parte di questi veicoli si concentra nelle aree urbane.

I primi standard sulle emissioni risalgono agli anni Ottanta.

Oltre alle iniziative prese a diversi livelli di governo, la Corte Suprema Indiana ha stabilito, per la conurbazione di Delhi, il ritiro di tutti i veicoli commerciali più vecchi di 15 anni.

- **Sud-Est Asiatico**

Nonostante gli standard concernenti la qualità dell'aria siano presenti, la loro applicazione è piuttosto debole.

Nel 2015 l'Indonesia ha avuto circa 70.000 morti premature associate all'inquinamento dell'aria.

Le politiche sui trasporti nei 10 paesi del sud est asiatico variano molto: Cambogia, Laos e Myanmar non impongono nessuno standard sulle emissioni dei veicoli, mentre a Singapore essi risalgono al 1980. In Thailandia, il traffico è una grande fonte di inquinamento nelle aree urbane.

Un ruolo importante nell'inquinamento è ricoperto dai veicoli a due ruote, i quali soddisfano meglio la domanda di mobilità in quelle regioni. Le emissioni che ne risultano (circa il 20%), sono concentrate nelle aree urbane. I bus contribuiscono al 15% delle emissioni di particolato.

I trasporti sono responsabili del 5% delle emissioni di diossido di zolfo, il 55% delle quali viene dalla navigazione, a causa dei numerosi porti presenti nella regione.

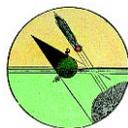
- **Africa**

L'Africa sta affrontando molte sfide a livello di sviluppo e di ambiente.

L'inquinamento atmosferico, legato soprattutto alla mancanza di accesso a moderni servizi di energia, causa circa 1.5 milioni di morti premature ogni anno nell'Africa sub-sahariana.

Le città sono sempre più soffocate dall'uso di veicoli che non sono regolati da norme di emissione, dall'uso di generatori poiché l'elettricità spesso è assente e dalla diffusa combustione di rifiuti.

Al giorno d'oggi, Sud Africa e Nigeria sono gli unici paesi in Africa che fanno rispettare gli standard sui veicoli, mentre il resto del continente non ha norme che regolino le emissioni di gas di scarico. Il Sud Africa è responsabile per il 15% di tutte le emissioni dovute ai trasporti in Africa.



4. I veicoli elettrici sono la soluzione



*“Limiting the global temperature increase to below 2 degrees Celsius requires changing the transport emissions trajectory, which involves the development of an integrated electro-mobility ecosystem. [...] At least **20 percent of all road transport** vehicles globally to **be electrically driven by 2030**. [...] We commit to advance our work individually as well as collectively wherever possible to increase electro-mobility to levels compatible with a less-than 2-degree pathway”.*

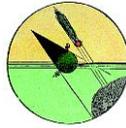
La 21° Conferenza delle Parti (COP21) della Convenzione delle Nazioni Unite sui Cambiamenti climatici (UNFCCC), svoltasi a Parigi nel dicembre 2015, ha ribadito l'urgenza di rafforzare, nel contesto della transizione verso lo sviluppo sostenibile, la risposta globale alla minaccia dei cambiamenti climatici.

L'accordo di Parigi ha chiaramente posto l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto di 2°C.

Il settore dei trasporti rappresenta circa un quarto (23%) delle emissioni di gas serra globale. Inoltre, per le emissioni di gas serra dovute ai trasporti, è previsto un aumento di quasi il 20% entro il 2030 e quasi il 50% entro il 2050.

Per questo, la dichiarazione di Parigi ha insistito sull'importanza della transizione alla mobilità elettrica.

Oggi, i veicoli elettrici rappresentano solo una piccola frazione dello stock globale dei veicoli (0,1% per le auto) ma la COP21 ha fissato l'obiettivo di raggiungere, a livello globale, 100 milioni di auto elettriche e 400 milioni di veicoli elettrici a 2 e 3 ruote nel 2030.



5. Classificazione dei veicoli elettrici

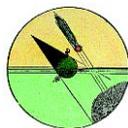
I veicoli elettrici plug-in, in inglese PEVs - plug-in electric vehicles (plug-in = attaccare alla corrente) possono essere classificati in due tipi:

- Veicoli elettrici⁽²⁾ puri a batteria (BEVs = battery electric vehicles): hanno un motore elettrico al posto del motore a combustione e utilizzano l'elettricità immagazzinata nelle batterie.
- Veicoli elettrici ibridi plug-in (PHEVs = plug-in hybrid electric vehicles): utilizzano le batterie per far muovere un motore elettrico e il carburante come la benzina o il diesel per far muovere un motore a combustione o altre fonti di propulsione.

Esistono anche i veicoli a idrogeno (FCEV – fuel cell electric vehicles) che convertono l'energia chimica dell'idrogeno in energia meccanica, facendolo reagire con l'ossigeno in una pila a combustibile, producendo elettricità.

(2) I veicoli elettrici includono un'ampia gamma di veicoli, dai veicoli elettrici a due ruote, a tre ruote (risciò), automobili e bus elettrici.

- *Veicoli elettrici a due ruote (E2Ws = electric two-wheelers): biciclette elettriche e scooter (motorini)*
- *Veicoli elettrici a quattro ruote (E4Ws = electric four-wheelers)*
- *Veicoli elettrici a tre ruote (E3Ws = electric three-wheelers)*
- *E-bus: bus elettrici*



6. FCEV

Veicoli a idrogeno (FCEV – fuel cell electric vehicles): convertono l'energia chimica dell'idrogeno in energia meccanica, facendolo reagire con l'ossigeno in una pila a combustibile, producendo elettricità.

Giappone

Attualmente, il Giappone ha circa 400 veicoli ad idrogeno e circa 80 stazioni di rifornimento di idrogeno.

L'obiettivo è di avere 40.000 veicoli a idrogeno circolanti entro il 2020, fino a raggiungere 800.000 unità entro il 2030. È stata anche pianificata l'estensione delle stazioni di ricarica: 160 entro il 2020 e 320 entro i cinque anni seguenti.

È presente un incentivo da parte del governo di ~US\$19,600 e il costo della Toyota Mirai è di ~US\$57,400. Il governo prevede anche un incentivo del 50% sui costi di installazione. Una stazione di ricarica, in Giappone, costa ~US\$2.4 milioni.

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-03-16/japan-eyes-40-000-fuel-cell-cars-160-hydrogen-stations-by-2020>

Stati Uniti

Le prime 57 unità sono state vendute in California in ottobre e novembre 2015. Fino a settembre 2016, sono state vendute circa 710 unità.

Alcuni Stati hanno stabilito incentivi ed esenzioni fiscali per i veicoli a idrogeno: sconto di \$5.000 sull'acquisto.

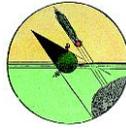
Europa

Il lancio sul mercato è avvenuto nel settembre 2015. Regno Unito, Germania e Danimarca sono stati i primi Paesi europei in cui la Toyota Mirai è stata venduta.

In Germania, il prezzo è di €60,000 (~US\$75,140) più IVA.

Da giugno 2016, si sono aggiunti Belgio e Norvegia.

https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Mirai



Paesi	Automobili FCEV	Bus FCEV	Altri FCEV
Francia	13	0	127
Olanda	25	0	3
Svizzera	27	0	2
Regno Unito	25	0	10
Austria	9	0	0
Belgio	15	0	0
Danimarca	62	0	0
Finlandia	1	0	0
Germania	95	0	0
Irlanda	1	0	0
Italia	11	0	0
Norvegia	31	0	0
Svezia	13	0	0

Anno: 2016

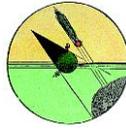
https://it.wikipedia.org/wiki/Veicolo_a_idrogeno
https://it.wikipedia.org/wiki/Economia_dell%27idrogeno

Tecnologie per la produzione dell'idrogeno

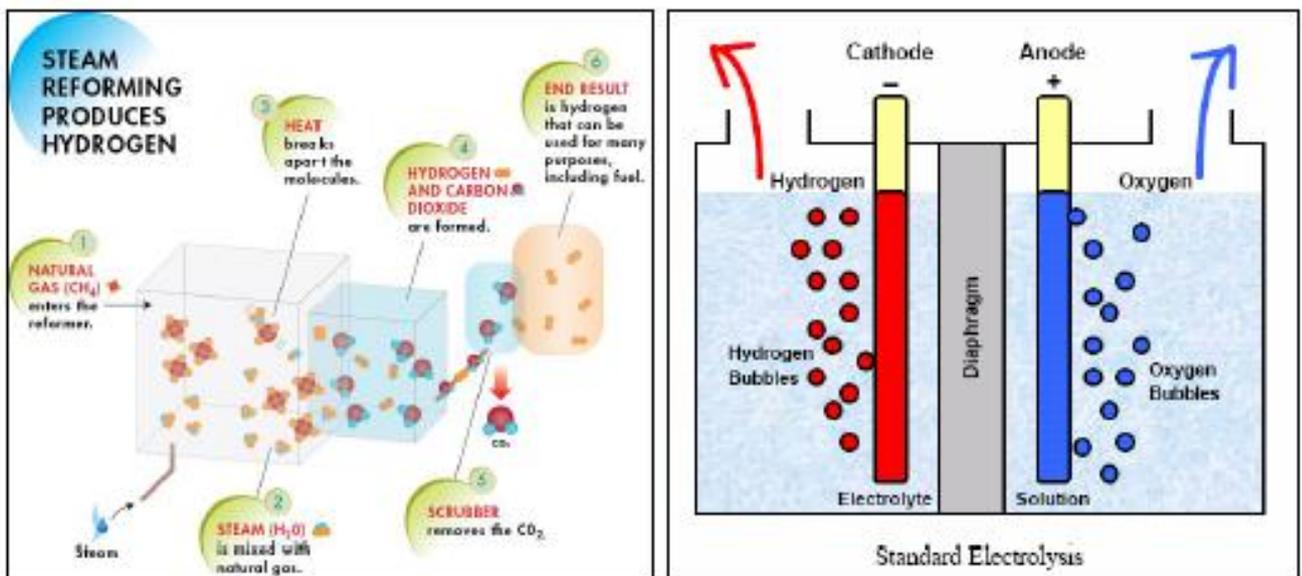
Esistono varie tecnologie in grado di separare l'idrogeno dagli altri elementi chimici cui è naturalmente associato.

L'idrogeno può essere prodotto da gas naturale mediante SMR (Steam Methane Reforming), dal carbone tramite gassificazione del carbone e reforming, dalle biomasse sempre mediante gassificazione e reforming e infine da energia elettrica (elettrolisi). Attualmente, più del 95% dell'idrogeno è prodotto da fonti fossili.

Il costo di produzione dell'idrogeno (levelised cost of hydrogen generation) è calcolato sulla base di parametri economici quali i costi di investimento, i costi della fonte primaria, il prezzo del carbonio, i costi operativi e di manutenzione e il tasso di interesse, così come sulla base di parametri tecnologici come l'efficienza di conversione, la vita e i fattori di utilizzo annuali.



- **Steam Methane Reforming (SMR):** il 48% dell'idrogeno mondiale è attualmente prodotto da gas naturale mediante il processo di Steam Methane Reforming (SMR). Questo processo si basa su una reazione tra metano e vapore acqueo ad alta temperatura in presenza di un catalizzatore. La concentrazione di CO₂ nei gas di scarico è alta, per questo motivo gli impianti di SMR sono candidati promettenti per l'applicazione della tecnologia CCS (Carbon Capture and Storage), che potrebbe condurre a una riduzione dell'80% delle emissioni di carbonio. Prodotto su larga scala, in grandi impianti, i costi dell'idrogeno dipendono principalmente dal prezzo del gas naturale, e sono attualmente tra 0.65 €/kg negli Stati Uniti, 1.60 €/kg in Europa e 2.32 €/kg in Giappone.
- **Elettrolisi:** è un processo di scissione dell'acqua in idrogeno e ossigeno; applicando una corrente continua è possibile convertire energia elettrica in energia chimica. Il costo dell'idrogeno da elettrolisi è in gran parte determinato dal costo dell'energia elettrica e dei costi di investimento relativi all'elettrolizzatore. La produzione di idrogeno mediante elettrolisi presenta costi dalle due alle cinque volte superiori rispetto alla produzione mediante SMR. Tuttavia vanno considerati due altri aspetti: la possibilità di produrre idrogeno in maniera completamente rinnovabile e priva di emissioni di carbonio (green hydrogen se prodotto da energia elettrica rinnovabile come quella idroelettrica, fotovoltaica, eolica) e la possibilità di utilizzare (sempre più in futuro) energia elettrica in surplus a basso costo.

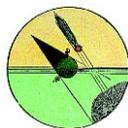


Rappresentazione schematica dei due principali processi di produzione dell'idrogeno: SMR ed elettrolisi

Trasporto dell'idrogeno

Le stazioni di rifornimento di idrogeno possono essere alimentate in due diversi modi:

- 1) Produzione di idrogeno on-site direttamente nella stazione di rifornimento;
- 2) Produzione di idrogeno in impianti centralizzati e trasporto alla stazione di rifornimento.



Varie opzioni sono disponibili per il trasporto dell'idrogeno: trasporto gassoso su camion, trasporto liquefatto su camion, pompaggio di idrogeno gassoso in condotte. Per quanto riguarda i costi di trasporto per l'idrogeno gassoso su camion, questi attualmente variano tra 2 e 3 €/kg a seconda della distanza da percorrere.

Stazioni di rifornimento dell'idrogeno

Le caratteristiche progettuali di una stazione di rifornimento di idrogeno sono determinate dalla domanda giornaliera di idrogeno, dalla modalità di stoccaggio dell'idrogeno a bordo dei veicoli (ad esempio la pressione a 350 bar o 700 bar), e il modo in cui l'idrogeno è consegnato o prodotto in stazione.

Il rischio di investimento associato con lo sviluppo delle stazioni di rifornimento è dovuto principalmente all'elevato investimento di capitale e ai costi operativi, e al sottoutilizzo degli impianti durante la prima fase di sviluppo del mercato FCEV, che può portare a un flusso di cassa negativo nei primi 10-15 anni.

Tipologia Stazione	2015	2020	2030 – 2050	Unità
Stazione 50 kg/giorno CAPEX	1,250,000	850,000	550,000	€
Stazione 100 kg/giorno CAPEX	1,350,000	900,000	600,000	€
Stazione 200 kg/giorno CAPEX	1,500,000	1,000,000	700,000	€
Stazione 500 kg/giorno CAPEX	2,000,000	1,300,000	1,000,000	€
Stazione 1000 kg/giorno CAPEX	3,000,000	2,000,000	1,500,000	€

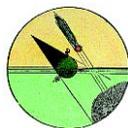
CAPEX per le stazioni di rifornimento dell'idrogeno

Tecnologie per la conversione e lo stoccaggio dell'idrogeno

La cella a combustibile (fuel cell) è il generatore in grado di convertire l'energia chimica dell'idrogeno (H₂) in elettricità e calore. Questa reazione avviene all'interno di un sistema denominato cella, composto di due elettrodi (l'anodo e il catodo) separati da un elettrolita. Attraverso questo processo sono prodotte elettricità e acqua.

Anche se le celle a combustibile hanno visto un notevole sviluppo negli ultimi dieci anni, gli alti costi di investimento e i tempi di vita relativamente limitati rimangono i maggiori ostacoli alla loro più ampia applicazione. I costi di investimento dipendono fortemente dai costi di produzione.

L'idrogeno può essere immagazzinato in forma gassosa, liquida o solida. La ricerca applicativa delle principali case automobilistiche è attualmente concentrata sulla forma gassosa.



A livello italiano esistono allo stato attuale delle norme di legge più restrittive di quelle applicate negli altri Paesi e questo ha fatto sì che, in una prima fase, le case automobilistiche abbiano scartato l'Italia come mercato di sbocco iniziale delle auto a fuel-cell che saranno distribuite nei prossimi anni.

In particolare, la pubblicazione del Decreto 31 agosto 2006 avveniva prima dei più recenti e concreti sviluppi tecnologici a livello internazionale e prevedeva una limitazione a 350 bar della pressione di compressione ed erogazione di idrogeno presso le stazioni di servizio e sui veicoli.

I Paesi, maggiormente interessati all'idrogeno come combustibile del futuro (USA, Canada, Germania) stanno elaborando norme e standard per raggiungere un elevato grado di sicurezza in tutti gli impianti che dovranno essere costruiti per la produzione, la distribuzione, lo stoccaggio dell'idrogeno e il rifornimento dei veicoli stradali.

Da alcuni anni anche l'ISO (International Organization for Standardization) ha iniziato ad occuparsi di standard per l'utilizzo dell'idrogeno nei veicoli stradali, affrontando i problemi inerenti alla sicurezza e all'operabilità sia degli impianti di bordo sia delle stazioni di rifornimento.

Alcuni esempi: ISO/TC22/SC25; ISO/TC58/SC3; ISO/TC50/SC4; ISO/TC 197; ISO/TC 22/SC21; ISO/TC 220.

Confronto tra BEV e FCEV

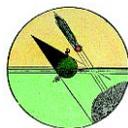
- BEV

I veicoli elettrici si basano sulla stessa architettura delle convenzionali automobili a combustione interna ma sono dotate di un motore elettrico che fornisce energia meccanica alle ruote.

In un veicolo elettrico, l'energia chimica immagazzinata nella batteria è convertita in energia elettrica con livelli di efficienza molto alti e che possono superare addirittura il 90% con le batterie agli ioni di litio. Una piccola quantità di energia è dispersa sotto forma di calore nelle celle e in altre parti della batteria, come conduttori e fusibili.

Considerando anche la conversione dell'energia elettrica in energia meccanica per il movimento delle ruote l'efficienza complessiva di guida supera l'80% nella maggior parte dei veicoli commercializzati, quasi il triplo rispetto a un veicolo con motore a combustione interna.

I vantaggi ambientali relativi alla crescente adozione di automobili elettriche dipendono tuttavia dalla fonte da cui è generata l'energia elettrica. Qualora l'elettricità utilizzata per ricaricare le batterie provenga da combustibili fossili i vantaggi in termini di minor inquinamento si riducono sensibilmente.



Ne deriva che un ulteriore sviluppo e utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica sia imprescindibile al fine di diminuire drasticamente le emissioni di gas serra e l'inquinamento atmosferico.

All'interno della stessa area geografica, l'impatto ambientale dell'utilizzo diffuso di veicoli elettrici per il trasporto urbano può variare in maniera rilevante. La rete che attraversa il Quebec in Canada è basata sull'utilizzo di fonti idriche per la produzione di energia elettrica, mentre nello stato dell'Alberta in Canada la produzione si fonda principalmente su idrocarburi (in particolare il carbone). Nel secondo caso si può affermare che l'utilizzo di un'auto elettrica, comprendendo il suo intero ciclo di vita, causi perfino più emissioni di anidride carbonica rispetto ad una moderna automobile ICE (Internal Combustion Engine).

- **FCEV**

I veicoli elettrici a celle combustibili (FCEV - Fuel cell electric vehicle) si basano sulla stessa architettura delle convenzionali automobili a combustione interna ma sono dotate di un sistema di celle combustibili e di un motore elettrico che fornisce energia meccanica alle ruote.

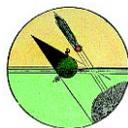
Il motore elettrico utilizza l'energia elettrica generata dalla reazione chimica che avviene all'interno delle celle, dove l'idrogeno contenuto in un serbatoio interno all'auto è combinato con l'ossigeno presente nell'aria.

Le celle combustibili installate nei veicoli operano a temperature modeste (circa 85°C) e la reazione chimica che avviene al loro interno, oltre a energia elettrica, produce quasi solo vapore acqueo: non produce né monossido di carbonio, né incombusti, né ossidi di zolfo, né polveri sottili, ma solo una minima quantità di ossidi di azoto; perciò un FCEV può essere descritto come veicolo a emissioni zero.

L'impatto ambientale complessivo dipende però dalla provenienza dell'idrogeno; solo se l'idrogeno è prodotto con fonti rinnovabili si può parlare di completo abbattimento delle emissioni di anidride carbonica.

Si devono considerare poi le difficoltà nel trasporto e nell'immagazzinamento dell'idrogeno dovute al suo elevato livello di energia specifica (energia per kilogrammo), che lo rende il carburante ideale per le missioni nello spazio, e alla bassa densità di energia (energia per metro cubo).

L'idrogeno può essere distribuito in forma gassosa e in forma liquida, a seconda della quantità e delle distanze previste. Le diverse opzioni, pur se correntemente impiegate, sono tutte abbastanza costose e richiedono notevoli quantità di energia; vanno quindi ottimizzate per un loro impiego su larga scala.



In entrambi gli scenari l'idrogeno dovrebbe essere poi trasportato e conservato in stazioni di rifornimento locali, in cui i veicoli potrebbero rifornirsi esattamente come avviene con gasolio o benzina.

Attualmente pochissime strutture di questo tipo esistono in tutta Europa. Solo la Germania e i Paesi Scandinavi vantano già una rete di rifornimento nel proprio territorio, seppur ancora limitata alle città principali.

La conservazione dell'idrogeno sotto forma gassosa in cilindri pressurizzati è il metodo più percorribile, applicato peraltro nei modelli di automobili e autobus prodotti finora. L'idrogeno allo stato aeriforme è contenuto in cilindri di alluminio e fibra di carbonio ad una pressione di 700 bar.

L'autonomia dei veicoli fuel-cell non desta particolari preoccupazioni, dato che il rifornimento di un pieno di idrogeno avviene in meno di 5 minuti e automobili dimostrative come la Hyundai Tucson FCEV del 2005 vantano un range di 300 km.

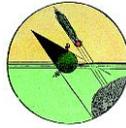
Tuttavia, ancora troppi problemi devono essere affrontati per considerare i veicoli a celle a combustibile come alternativa commerciale possibile in un futuro prossimo.

Le principali sfide riguardano la fornitura di idrogeno e tutta la rete infrastrutturale per il rifornimento. Certo, anche lo sviluppo dei veicoli elettrici richiede investimenti per il potenziamento della rete di distribuzione dell'elettricità e lo sviluppo di infrastrutture di ricarica e di sostituzione veloce dell'intero blocco delle batterie esaurite, ma una buona parte della catena tecnologica è ben nota e consolidata. Inoltre, basandosi sulla rete elettrica già esistente, la diffusione di questi veicoli per percorrenze limitate nei centri urbani, dove i benefici ambientali giustificano i maggiori costi, può avvenire da subito e in modo graduale.

Non bisogna dimenticarsi anche che i benefici ambientali complessivi connessi a questa tecnologia diminuiscono drasticamente se l'idrogeno non è prodotto da fonti rinnovabili. La produzione da fonti fossili (gas naturale, carbone) è attualmente la più impiegata e potrà avere un ruolo importante anche in futuro, se accoppiata alla separazione dell'anidride carbonica prodotta insieme all'idrogeno.

La produzione da fonti rinnovabili, e da nucleare, richiede ancora, generalmente, un notevole sforzo di ricerca, sviluppo e dimostrazione e la sua disponibilità per un impiego su larga scala può essere prevista nel medio - lungo termine.

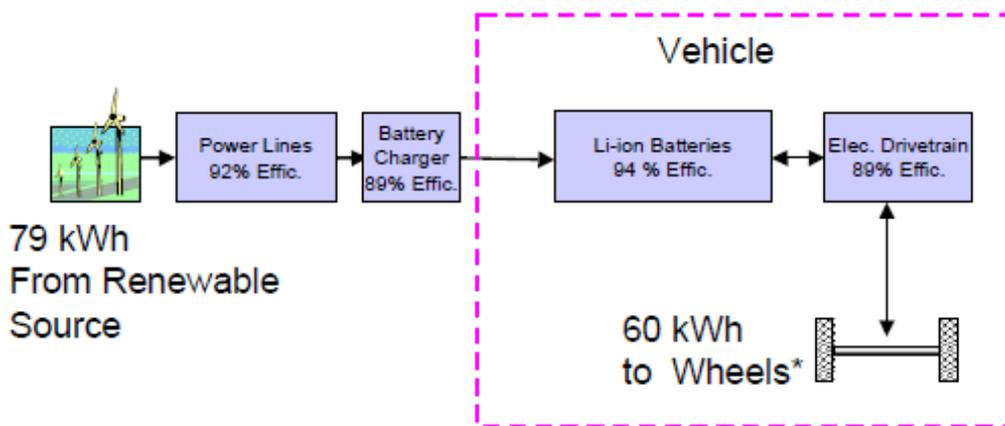
Altre incertezze riguardano il costo delle celle, che attualmente è ancora alto e la durata del circuito delle celle combustibili.



Il seguente confronto tra BEV e FCEV si basa sul modello di un veicolo che è in grado di erogare 100 kW come picco di potenza e 60 kWh di energia totale alle ruote. Questo si traduce in un veicolo in grado di fornire 135 cavalli e percorrere circa 300 miglia (in realtà la fonte è ottimistica, poiché si percorrono circa 300 km, mentre 300 miglia corrispondono a 480 km circa).

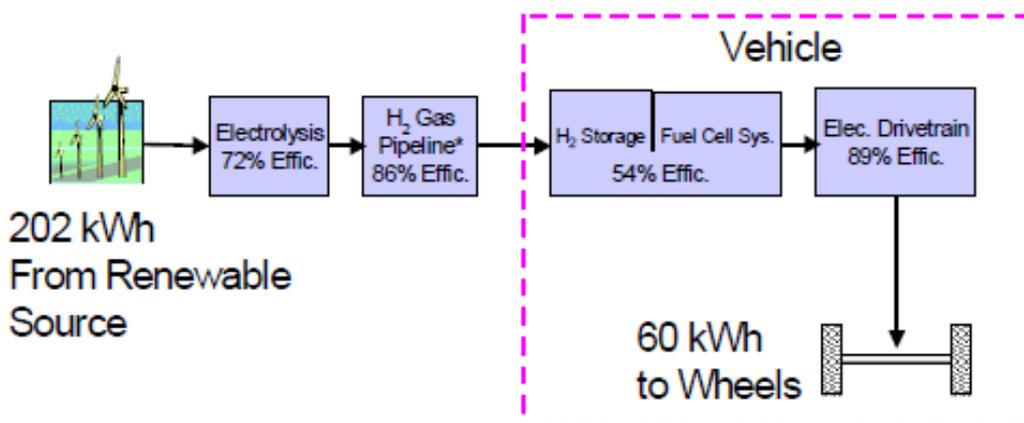
- Efficienza energetica

Il percorso “dal pozzo alla ruota” dell’energia necessaria a muovere un veicolo (well-to-wheel pathway) è il percorso tra la fonte originale di energia e le ruote del veicolo. Le parti di questo percorso sono la produzione e la conversione di energia, la distribuzione e le fasi di stoccaggio.



*The BEV regeneration capability reduces the 60 kWh requirement by 6kWh while achieving the same range

Well-to-Wheel Energy Pathway for Battery Electric Vehicle

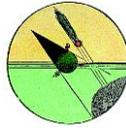


**Pipeline” includes losses from compression, expansion, storage and distribution

Well-to-Wheel Energy Pathway for Fuel Cell Vehicle

Fonte: Stephen Eaves, James Eaves

Eaves Devices, Charlestown, RI, Arizona State University-East, Mesa, AZ



Nella figura precedente, sono illustrati i percorsi per i BEV e per i FCEV.

La prima fase per entrambi è la generazione di energia elettrica (da fonti rinnovabili). Il solo metodo stabilito per convertire l'elettricità in idrogeno è il processo dell'elettrolisi, che separa elettricamente l'acqua nei suoi componenti, idrogeno e ossigeno.

Per i BEV, l'elettricità è fornita ad un caricabatterie che ricarica una batteria agli ioni di litio, la quale immagazzina l'energia a bordo del veicolo. Oltre allo stoccaggio e alle due fasi di distribuzione, il percorso dei BEV consiste anche in due fasi di conversione (la conversione del vento in elettricità e la conversione dell'elettricità in energia meccanica).

La figura mostra che l'intero percorso dei BEV è efficiente al 77%. Circa 79kWh di energia devono essere generati per erogare i 60 kWh di elettricità necessari alle ruote.

Nel percorso dei FCEV, l'energia ricavata dall'impianto elettrico è utilizzata per il processo di elettrolisi, dopo il quale l'idrogeno è compresso e distribuito alle stazioni di ricarica. L'idrogeno a bordo del veicolo è poi combinato con l'ossigeno preso dall'atmosfera per produrre l'energia elettrica che alimenta il veicolo.

Oltre ad una fase di distribuzione e ad una di stoccaggio, il percorso consiste anche in quattro fasi di conversione: la conversione del vento in elettricità, la conversione dell'elettricità in idrogeno, la conversione dell'idrogeno in elettricità e, infine, la conversione dell'elettricità in energia meccanica.

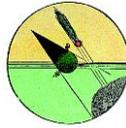
Dato che ci sono due fasi di conversione in più rispetto ai BEV e dato che la conversione che avviene a bordo del veicolo è efficiente solo al 54%, il percorso dei FCEV è efficiente solo al 30%. Il risultato mostra che il percorso per i FCEV richiede la produzione di 202 kWh di elettricità dall'impianto elettrico per erogare i 60 kWh necessari alle ruote. In altri termini, 2,6 volte in più rispetto ai BEV. Ciò significa che servirebbero 2,6 volte in più di impianti eolici o pannelli solari per caricare i FCEV rispetto ai BEV.

- Peso, volume e costo

I FCEV sono basati su quanti Watt di potenza possono essere erogati per unità di peso, volume e costo. Per i BEV, si tratta di quanti Watt-hours di energia possono essere erogati per unità di peso, volume e costo.

Peso

Una moderna cella a combustibile è in grado di erogare 182 Watt di potenza per kg di cella a combustibile. Considerando anche il drivetrain e il peso del serbatoio, un sistema di propulsione a celle combustibili (in grado di produrre 60 kWh come detto sopra) pesa circa 721 kg.



Una batteria agli ioni di litio, invece, è in grado di erogare 143 Watt-hours di energia per kg di batteria. Considerando un drivetrain equivalente a quello dei FCEV, la batteria pesa circa 504 kg (per produrre 60 kWh).

Volume

La cella a combustibile eroga 95 Watt per litro di cella a combustibile che, insieme al volume del serbatoio per l'idrogeno e al volume dei componenti del drivetrain, produce un volume totale di 1465 litri.

Una batteria agli ioni di litio eroga 161 Watt-hours per litro di batteria. Combinato con il volume del drivetrain, si ottiene un volume totale di 469 litri.

Costo

Per la cella a combustibile si ha un costo di \$205 per kW per una cella a combustibile di 100 kW. Aggiungendo il costo del motore elettrico, l'elettronica di controllo e il serbatoio per l'idrogeno, si arriva ad un costo totale di \$29.147 (per il sistema di propulsione a celle combustibili).

Per i BEV, il costo di una batteria agli ioni di litio è di circa \$250/kWh. Considerando anche il drivetrain, si arriva ad un costo totale di \$19,951 (per il sistema di propulsione).

Nella tabella seguente sono riassunti i dati forniti in precedenza.

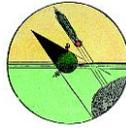
Table 1
Estimated weight, on-board space, and mass-production cost requirements of the FCV propulsion system

Component	Weight	Volume	Cost	Reference
Fuel-Cell	617 kg	1182 liters	\$23,033	ADL(2001)
3.2 kg storage tank	51 kg	215 liters	\$2,288	Padro and Putsch(1999)
Drivetrain	53 kg	68 liters	\$3,826	AC Propulsion, Inc.(2001), Solectria Corp (2001)
Total	721 kg	1465 liters	\$29,147	

Table 2
Estimated weight, on-board space, and mass-production cost requirements of a BEV propulsion systems

Component	Weight	Volume	Cost	Reference
Li-ion Battery	451 kg	401 liters	\$16,125	Gaines and Cuenca(2000)
Drivetrain	53 kg	68 liters	\$3,826	Cuenca and Gains (1999)
Total	504 kg	469 liters	\$19,951	

Fonte: Stephen Eaves, James Eaves
Eaves Devices, Charlestown, RI, Arizona State University-East, Mesa, AZ



Il confronto tra BEV e FCEV è importante, perché i governi e le industrie stanno ponendo sempre maggiore attenzione allo sviluppo dei veicoli a idrogeno. Infatti, la IEA prevede per i tre principali mercati, Stati Uniti, EU4 (Francia, Germania, Regno Unito, Italia) e Giappone i seguenti target commerciali:

- 2020: saranno in circolazione circa 30,000 FCEVs;
- 2025: le vendite annue raggiungono i 400,000 FCEVs;
- 2030: le vendite cumulate raggiungono gli 8 milioni di FCEVs (2,3 milioni di vendite annue);
- 2050: la quota di FCEVs sul totale delle vendite di autovetture è di circa il 30% (25% lo share sullo stock complessivo dei veicoli in circolazione); la frazione di veicoli convenzionali ICE e ibridi senza la possibilità di inserimento nella rete elettrica dovrà scendere a circa il 30 % del parco veicoli.

Ovviamente è importante trovare soluzioni per diminuire sempre di più l'inquinamento atmosferico dovuto ai trasporti, ma è altresì importante che queste soluzioni siano efficienti e non causino danni aggiuntivi (ad esempio **ottenere l'idrogeno da fonti fossili per alimentare veicoli a emissioni zero è un controsenso; anche utilizzare il processo di elettrolisi, per il quale serve l'acqua, può portare, in tempi più o meno lunghi, a gravi conseguenze**).

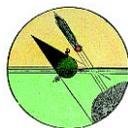
Un fattore su cui si punta molto per convincere all'uso di un veicolo a idrogeno è la bassa quantità di tempo necessaria al rifornimento.

Questo permette di non cambiare le abitudini che sono vissute fino ad oggi, in quanto, come detto prima, un veicolo a idrogeno impiega circa lo stesso tempo di un veicolo endotermico per il rifornimento.

Però è anche importante chiedersi: è meglio non cambiare le abitudini oppure è meglio cambiare veramente il modo in cui si produce/consuma energia, anche a costo di qualche cambiamento, appunto, nelle abitudini quotidiane?

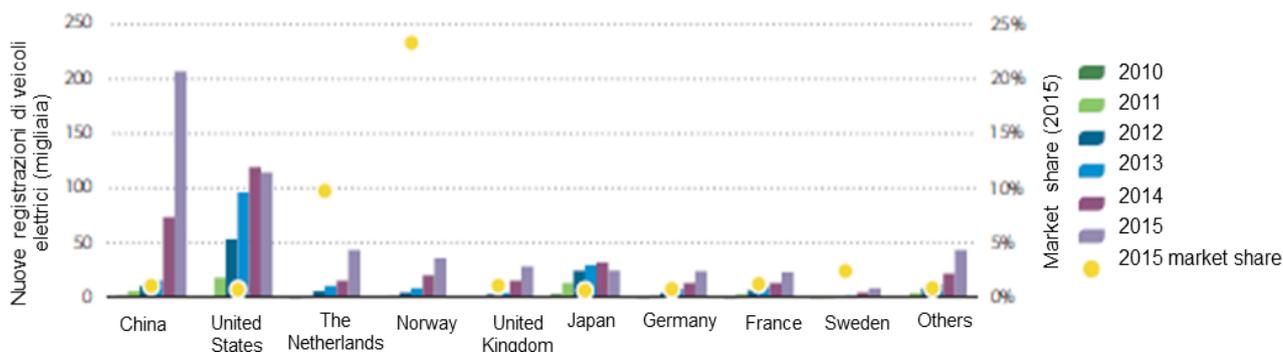
Concludendo il confronto tra veicoli elettrici e veicoli a idrogeno, i risultati sono i seguenti (considerando un'economia basata su energie rinnovabili):

- un FCEV richiede una produzione di energia di 2,6 volte in più rispetto ad un BEV equivalente
- il sistema di propulsione di un FCEV pesa il 43% in più, consuma quasi tre volte di spazio in più a bordo del veicolo, per ottenere lo stesso output di potenza e costa circa il 46% in più del sistema di un BEV
- il costo di rifornimento di un FCEV è circa tre volte maggiore.



7. Analisi del mercato EV

- Sguardo globale sul numero di vendite

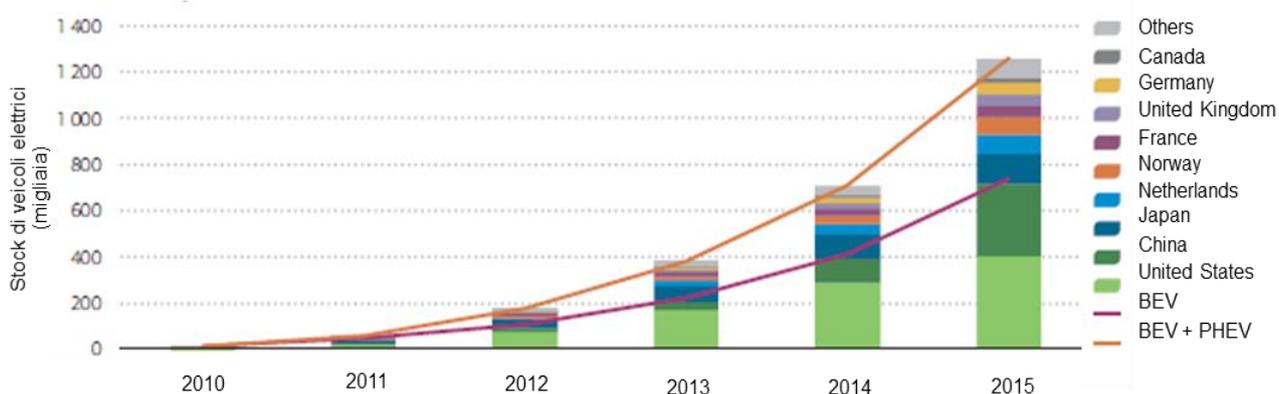


Vendita di EV e market share nel 2015

Il 2015 ha visto la soglia globale di 1.26 milioni di veicoli elettrici sulla strada, con oltre 550.000 veicoli venduti in tutto il mondo nel 2015. Il 90% di queste vendite ha avuto luogo in otto principali mercati: Cina, Stati Uniti, Paesi Bassi, Norvegia, Regno Unito, Giappone, Germania e Francia.

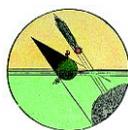
Questo è un risultato che, seppur simbolico, evidenzia notevoli sforzi dispiegati congiuntamente dai governi e dall'industria negli ultimi dieci anni.

Nel 2014, solo circa la metà dei veicoli elettrici presenti oggi esisteva. Nel 2005, i veicoli elettrici erano ancora misurati in centinaia.



Evoluzione dello stock globale di veicoli elettrici, 2010-15

Gli Stati Uniti sono stati superati dalla Cina, con oltre 200.000 nuove registrazioni. Presi insieme, questi due mercati hanno rappresentato più della metà delle nuove immatricolazioni di auto elettriche a livello globale nel 2015.



Il numero di nuove immatricolazioni di veicoli elettrici è diminuito negli Stati Uniti tra il 2014 e il 2015, mentre in Cina il numero è triplicato.

Il 2015, inoltre, ha visto una crescita delle vendite per i veicoli elettrici che ha superato il 75% in Francia, Germania, Corea, Norvegia, Svezia, Regno Unito e India.

Gli incentivi finanziari e la disponibilità di infrastrutture di ricarica sono emersi come fattori che sono stati positivamente correlati con la crescita delle quote di mercato dei veicoli elettrici.

TABELLA: Vendite EV nel mondo

Numero di veicoli leggeri elettrici * e market share del totale delle vendite di veicoli nuovi nei primi 10 Paesi al mondo, fino a Dicembre 2015							
Paese	Veicoli circolanti a tutto il...			market share (su endotermici)			Vendite a partire da
	2015	2014	2013	2015	2014	2013	
United States	~410,000	291,332	172,000	0.66%	0.72%	0.62%	2008
China	258,328	83,198	28,619	0.84%	0.23%	0.08%	2008
Japan	126,420	108,248	74,124	n.a.	1.06%	0.85%	2009
Netherlands	88,991	45,020	28,673	9.74%	3.87%	5.37%	2009
Norway	84,401	43,442	20,486	22.39%	13.84%	5.60%	2003
France	74,294	43,605	28,560	1.2%	0.70%	0.65%	2010
United Kingdom	53,524	~24,500	9,982	1.1%	0.59%	0.16%	2006
Germany	48,669	25,205	12,156	0.73%	0.43%	0.25%	2006
Canada	17,058	10,658	5,596	0.35%	0.27%	0.18%	2011
Sweden	16,996	8,076	3,138	2.49%	1.53%	0.57%	2011
Totale (dal 2003)	1,235,000	712,000	405,000				

Numero di veicoli leggeri elettrici * e market share del totale delle vendite di veicoli nuovi in alcuni mercati

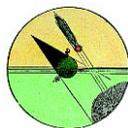
Europe	425,849	233,022	n.a.	1.41%	0.66%	0.49%	2010
California	191,65	129,484	69,999	3.1%	3.2%	2.5%	2010

Numero di veicoli elettrici (tutte le categorie) in Cina

China	444,447	113,355	38,592				
-------	---------	---------	--------	--	--	--	--

https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country

* in inglese "light - duty vehicles" corrisponde alle nostre automobili quattro posti per trasporto persone.



Come si può notare dalla tabella, la **Cina** ha circa 444.000 veicoli elettrici, di cui 260.000 sono automobili. Inoltre, con un valore stimato di 200 milioni di ciclomotori e simili, la Cina è il leader mondiale nel mercato elettrico a 2 ruote e quasi l'unico rilevante player a livello globale in questo settore, soprattutto a causa del divieto dell'uso dei veicoli a due ruote endotermici per ridurre l'inquinamento locale. Per quanto riguarda gli autobus elettrici, la Cina conta circa 170.000 autobus già in circolazione oggi (fonte: IEA).

Entro il 2020, la Cina prevede di avere più di 200.000 autobus elettrici sulle sue strade, accompagnati da una rete di quasi 4.000 stazioni di ricarica dedicate agli autobus.

In alcuni altri Paesi, piccole flotte di bus elettrici esistono solo a livello di poche decine di unità (100 in India, 94 nei Paesi Bassi, 79 in Inghilterra, 30 in Svezia e 21 in Giappone).

Inoltre, il market share dei veicoli elettrici degli **Stati Uniti** è 0,66%; si tratta di un valore piuttosto basso rispetto ad altri Paesi come la Germania (0,73%) ma ciò è dovuto al fatto che il valore degli Stati Uniti è dato dalla combinazione di valori molto bassi (Stati in cui i veicoli elettrici sono quasi assenti) e valori molto alti come in California (3,1%). Infatti, a tutt'oggi, la California ha il 40% del numero totale di veicoli elettrici presenti negli USA. Questo è avvenuto grazie alla creazione, nel 1990, dello ZEV Mandate.

Per quanto riguarda la **Norvegia**, il suo market share è 22,39%, un valore nettamente superiore a tutti gli altri. Questo è dovuto al fatto che la Norvegia ha messo in atto una serie di politiche che offrono significativi incentivi sia fiscali che non. Infatti, il Paese fornisce forti incentivi sotto forma di riduzioni fiscali di registrazione e, per i BEVs (veicoli elettrici puri), l'esenzione dall'imposta sul valore aggiunto (IVA), l'esonero dai pedaggi stradali e l'accesso alle corsie preferenziali nelle città⁽³⁾.

Un altro esempio è quello dei **Paesi Bassi**, dove le auto elettriche godono di una riduzione molto significativa sul costo di immatricolazione e sulle imposte di circolazione, così come godono dell'accesso privilegiato ad alcune parti della viabilità urbana.

(3) *Il caso della Norvegia è ulteriormente significativo sotto il profilo dell'importanza della cultura civica generalizzata di ciascun Paese, ai fini del successo delle politiche ambientali. Si è visto, infatti, come in Norvegia, a differenza della Cina e della stessa California, non vi siano divieti o obblighi all'acquisto di veicoli endotermici o percentuali obbligatorie di vendita di veicoli elettrici, come nei due Paesi citati. Perché allora una percentuale di veicoli elettrici, in Norvegia, che primeggia rispetto a tutti gli altri Paesi del mondo? Una spiegazione potrebbe essere l'elevato senso civico di quella popolazione, dimostrato ad esempio dalle modalità di pagamento dei pedaggi stradali. A differenza di tutti gli altri Paesi europei, in Norvegia non esistono barriere che non consentano di proseguire senza aver pagato il pedaggio, ma semplici colonnine nelle quali si inserisce il denaro/carta di credito per poi proseguire senza che si debba alzare alcuna sbarra.*



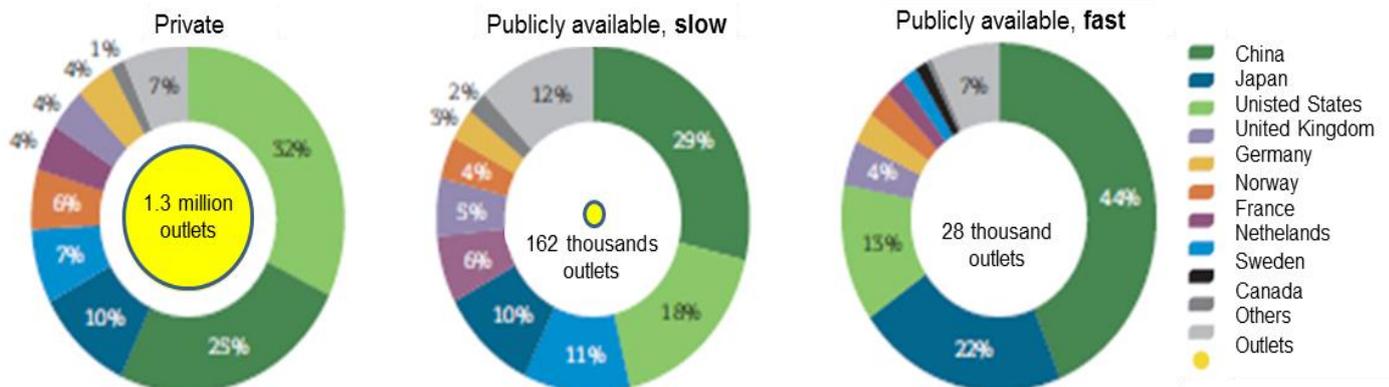
- Infrastrutture di ricarica

Il dispiegamento e l'aumento degli EV nelle aree urbane dipendono molto dalla qualità e dall'accesso delle infrastrutture di ricarica.

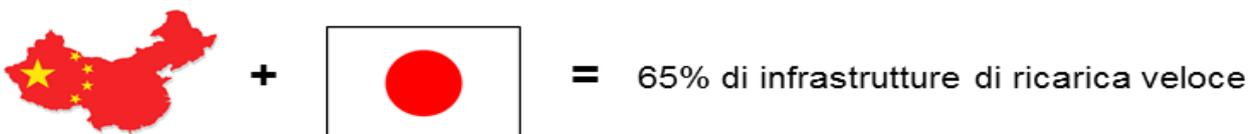
Esse includono stazioni di ricarica a bassa velocità (a casa e nei luoghi di lavoro) e punti di ricarica ad alta velocità, situati in aree pubbliche.

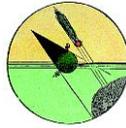
A livello globale, i governi di molte città hanno introdotto piani e politiche per migliorare le infrastrutture degli EV: il caso di Amsterdam è un buon esempio che illustra come le infrastrutture pubbliche di ricarica, insieme ad adeguate misure, possono giocare un ruolo positivo nello stimolare la mobilità elettrica in un contesto cittadino. Oggi, infatti, la città ha più di 400 stazioni di ricarica.

1.45 milioni punti di ricarica



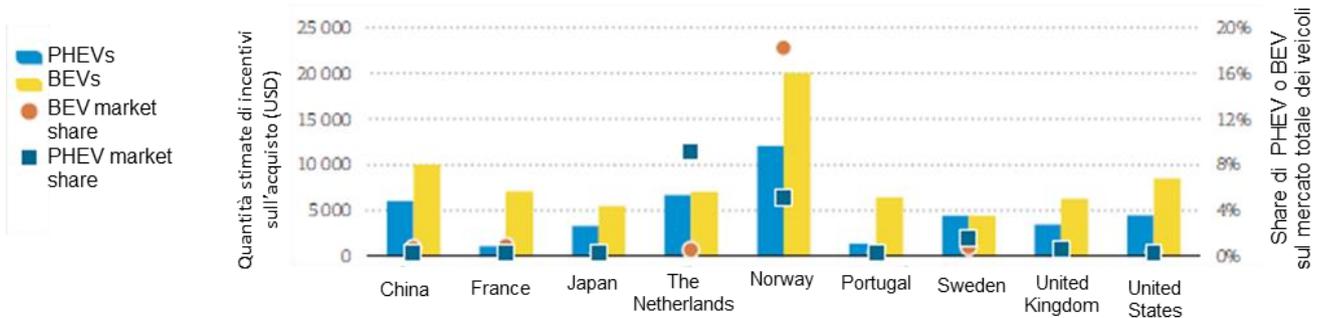
Distribuzione geografica delle infrastrutture di ricarica, in base al tipo, 2015





- Politiche di supporto – incentivi

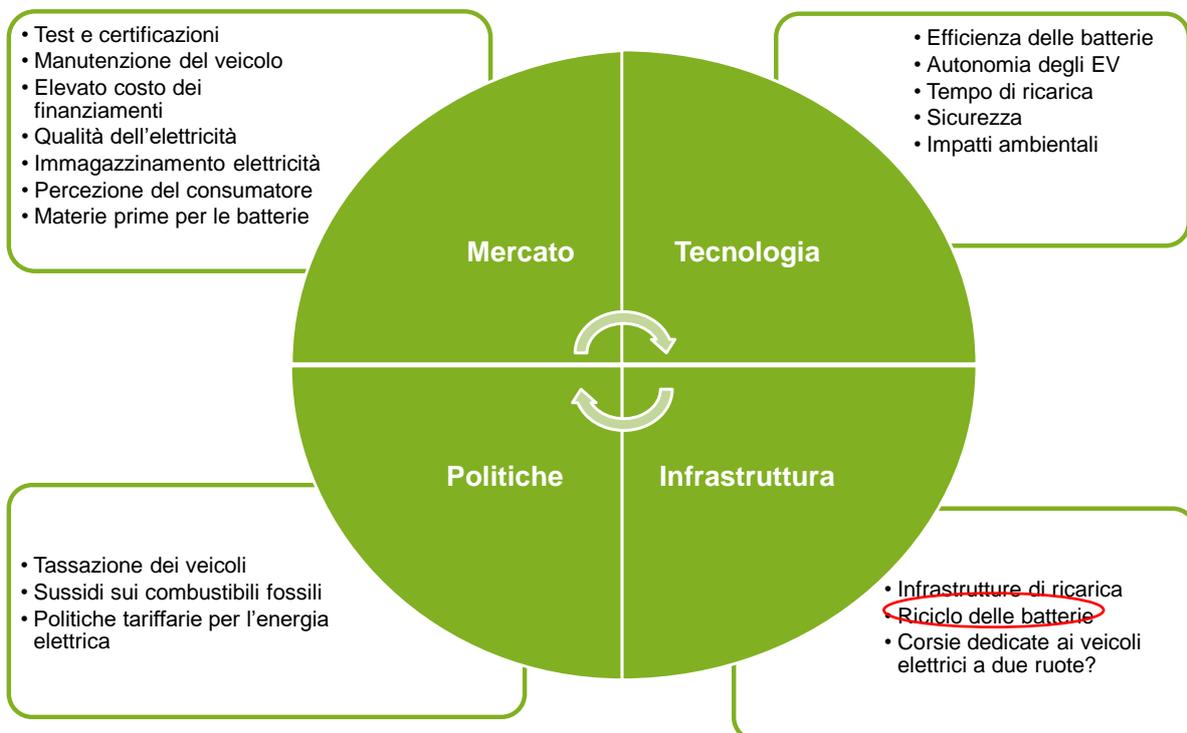
Gli incentivi sugli acquisti sono stati considerati come lo strumento più efficace per promuovere la vendita dei veicoli elettrici.



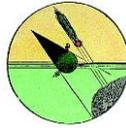
Incentivi sugli acquisti per BEVs and PHEVs, 2015

- Ostacoli per gli EV

Gli EV stanno ricevendo sempre maggiore attenzione e ciò è dovuto a diversi fattori, ma questo deve far fronte con molti ostacoli tecnici, come l'efficienza delle batterie, il tempo di ricarica e la distanza che si può percorrere.



Ostacoli per i veicoli elettrici



Un fattore importante da considerare è lo smaltimento delle batterie.

Infatti, l'aumento previsto per i veicoli elettrici porterà inevitabilmente a un elevato numero di batterie che raggiungeranno la fine di vita (End-Of-Life).

Per questo devono essere creati processi al fine di garantire una gestione sostenibile e rispettare le norme riguardo al riciclo e devono inoltre essere orientati ad un maggiore recupero di litio, in modo da contrastare una futura mancanza di questo materiale.

I giacimenti di litio si trovano in Bolivia, Argentina, Cile, Cina, Stati Uniti e Australia. Invece, la produzione di batterie al litio è concentrata in Asia (60% della produzione mondiale nel 2012), con il Giappone che fa da apripista.

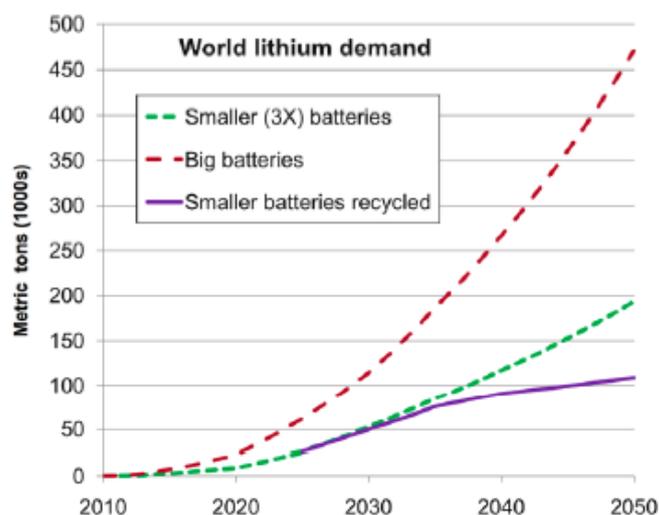


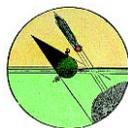
Figure 1. Worldwide Lithium Demand (Gaines & Nelson, 2009)

Le batterie dei veicoli elettrici sono, appunto, batterie agli ioni di litio (LIB - Lithium-Ion Battery).

Per quanto riguarda la struttura, i componenti di base sono un anodo, un catodo, un elettrolita e un separatore. L'anodo è una lamina di rame, coperto di grafite. Il carbonio è di solito il materiale anodico attivo delle batterie ed è legato su un piatto conduttore di rame con un legante polimerico. La piastra conduttrice del catodo è costituita da una lamina di alluminio rivestita con un materiale elettrochimicamente attivo. Le LIBs utilizzano diversi tipi di materiali catodici.

La componente fondamentale è sempre un lithium-transition-metal-oxide (cobalto, manganese, nichel).

Le batterie litio - ion sono considerate più sostenibili da un punto di vista ambientale rispetto agli altri tipi di batterie.



Il pericolo del litio è dovuto alla sua reattività con l'aria, poiché reagisce con l'ossigeno, generando prodotti tossici. Tuttavia, il litio non si trova in eccessiva quantità nelle batterie. La sua pericolosità viene dall'elettrolita (miscela fra un solvente organico e un sale di litio), il quale è tossico e infiammabile.

Un'esposizione a questo elettrolita nel breve periodo può causare effetti negativi sulla pelle, o all'intestino se ingerito. Tuttavia, il solvente a contatto con l'aria si volatilizza.

A differenza del piombo che è nocivo per la salute umana e si accumula nella natura, il litio non è pericoloso per la flora e la fauna e le piante lo assorbono facilmente.

E' vero anche che un eccesso di concentrazione di litio nell'ambiente potrebbe essere altamente tossico.

Una delle ragioni più importanti del riciclo di queste batterie è il recupero di materiali pregiati, come nichel, cobalto e rame.

Il riciclo delle batterie è fortemente guidato dal prezzo e i materiali sono spesso recuperati solo se possono essere venduti e se quindi si può ottenere un profitto.

Alcuni materiali sono più preziosi di altri, ad esempio il litio carbonato non è così prezioso, in termini di prezzo, come il cobalto o il nickel.

Table 1. Valuable Materials in Battery Systems based on the Current Price (2016)

Material	Current Price (US\$/ m ton)	Source (2016)
Nickel	8,960.0	(InvestmentMine, 2016)
Cobalt	23,800.0	(InvestmentMine, 2016)
Aluminium	1,591.9	(InvestmentMine, 2016)
Copper	4,692.1	(InvestmentMine, 2016)
Steel	300.0	(Quandl, 2016)
Lithium Carbonate	6,000.0	(Lithium Investing News, 2016)

Le fluttuazioni del mercato causano, nel tempo, una variazione dei prezzi di mercato dei materiali.

I principali materiali recuperati dal riciclo, come cobalto, nichel e rame, stanno notevolmente diminuendo in valore.

Invece il prezzo di mercato del litio è in continuo aumento, a causa di una crescente domanda di litio in tutto il mondo e una prevista futura carenza.

Lo smaltimento delle batterie dei veicoli è regolato dalla legge, soprattutto in Europa, l'unica regione al mondo dotata di leggi estese nel campo del riciclo.



Anche se non esiste una normativa che tratti soltanto le batterie al litio, è presente la Direttiva 2006/66/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 6 settembre 2006, relativa a pile e accumulatori in generale e ai rispettivi rifiuti.

I metalli utilizzati in queste pile e accumulatori variano considerevolmente (mercurio, piombo, cadmio, nichel, rame, zinco, manganese e litio) e il loro smaltimento è fonte di inquinamento atmosferico (nel caso dell'incenerimento) e di contaminazione dei terreni e delle acque (nel caso di smaltimento in discarica o di interrimento).

Quindi, la direttiva ha lo scopo di ridurre l'inquinamento ambientale cagionato da questi rifiuti e anche il recupero, attraverso il riciclo, di migliaia di tonnellate di metalli.

“La presente direttiva vieta l'immissione sul mercato di taluni tipi di pile e accumulatori contenenti mercurio o cadmio in quantità superiori ad una soglia prestabilita. Essa promuove inoltre un livello elevato di raccolta e di riciclo dei rifiuti di pile e accumulatori, e una migliore prestazione ambientale di tutti gli operatori coinvolti nel ciclo di vita di pile e accumulatori, particolarmente nella fase di riciclo e di smaltimento dei rifiuti di pile e di accumulatori.

Per raggiungere un livello elevato di riciclo di tutti i rifiuti di pile e accumulatori, gli Stati membri adottano le necessarie misure (ricorrendo eventualmente a strumenti economici) per promuovere e ottimizzare la raccolta differenziata dei rifiuti, evitando così che le pile e gli accumulatori siano smaltiti come rifiuti urbani misti. Gli Stati membri devono predisporre dei sistemi affinché le pile e gli accumulatori usati possano essere depositati in punti di raccolta nelle vicinanze degli utenti finali e possano essere recuperati gratuitamente dai produttori.

I tassi di raccolta dovevano raggiungere almeno il 25 % entro il 26 settembre 2012 e almeno il 45 % entro il 26 settembre 2016.

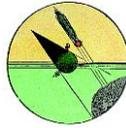
La direttiva introduce inoltre degli obblighi relativi all'efficienza del processo di riciclo cui le pile sono sottoposte, in base alla loro composizione chimica.

È inoltre vietato lo smaltimento in discarica o mediante incenerimento dei rifiuti delle pile e degli accumulatori industriali e per autoveicoli; solo i residui derivanti da trattamento e riciclo possono essere smaltiti in discarica o mediante incenerimento”.

Negli Stati Uniti, l'Environmental Protection Agency (EPA) regola lo smaltimento delle batterie in grandi quantità sotto le norme che riguardano i rifiuti pericolosi.

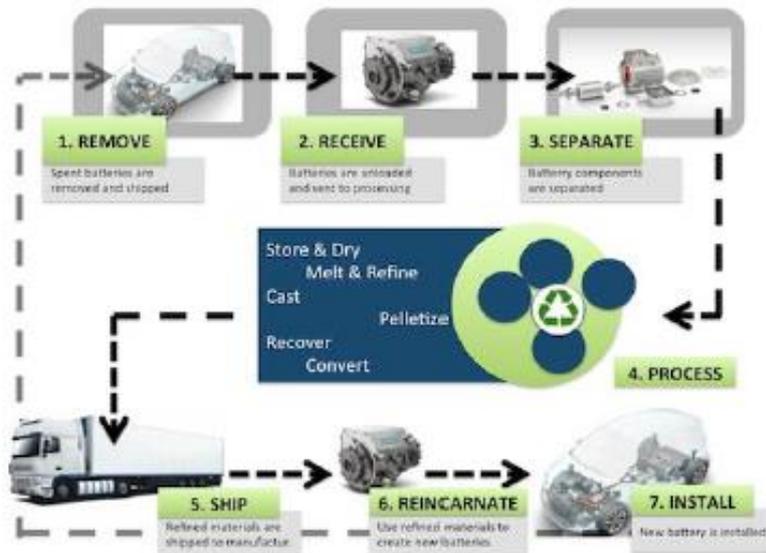
Non ci sono regolamenti federali per lo smaltimento di LIBs, quindi ogni stato può stabilire le proprie linee guida.

Solo la California e New York hanno preso in considerazione le batterie agli ioni di litio.



Le fasi del riciclo

Un processo di riciclo generico per le LIBS dei veicoli elettrici può essere strutturato come una sequenza di diverse fasi: raccolta, selezione, trattamento, eliminazione e distribuzione, con l'obiettivo di recuperare materiali utili.



Industrialized Recycling Processes for EV LIBs

La figura mostra le diverse fasi del processo di riciclo di una batteria EV.

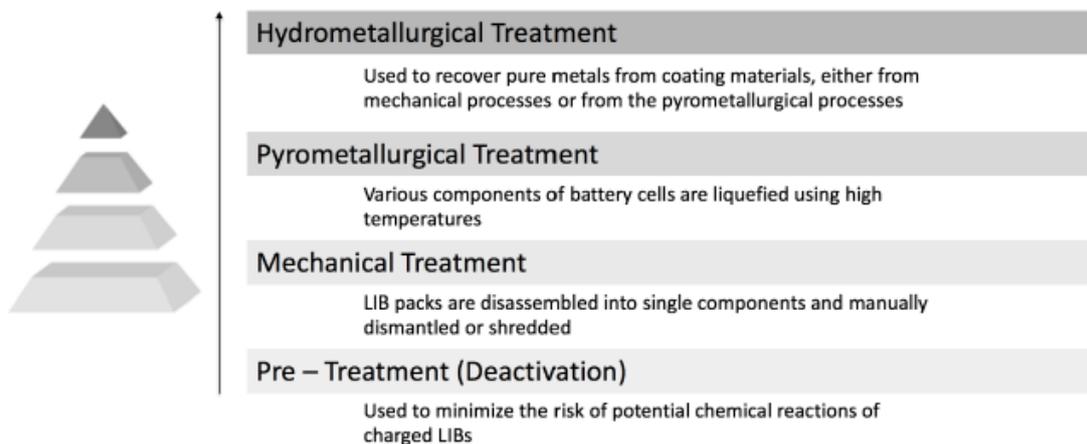
Dopo che le batterie esauste sono rimosse dai veicoli e sono trasportate ai riciclatori, esse sono separate nei vari componenti.

Successivamente, le batterie sono trattate con diversi processi (trattamento meccanico-, idro-, piro- metallurgico) e i materiali raffinati sono spediti ai produttori.

Tali materiali recuperati sono utilizzati per creare nuove batterie, che sono successivamente poste in nuove automobili.

Esistono diversi processi di riciclo a livello mondiale per le LIBs, attuati in aziende europee (Germania, Svizzera, Francia) e statunitensi.

Come accennato sopra, le batterie sono prima trattate meccanicamente e poi con i processi idrometallurgico e pirometallurgico.





La prima fase è quella di disattivazione: è considerata parte del trattamento meccanico e viene utilizzata per minimizzare il rischio di reazioni chimiche di batterie cariche.

Il trattamento meccanico comporta anche la frantumazione delle batterie al fine di ordinare e classificare materiali pregiati.

Nei processi pirometallurgici, vari componenti delle batterie sono liquefatti ad alte temperature. Questi processi consentono il recupero di metalli come nichel, cobalto e rame, mentre litio e alluminio rimangono nelle scorie.

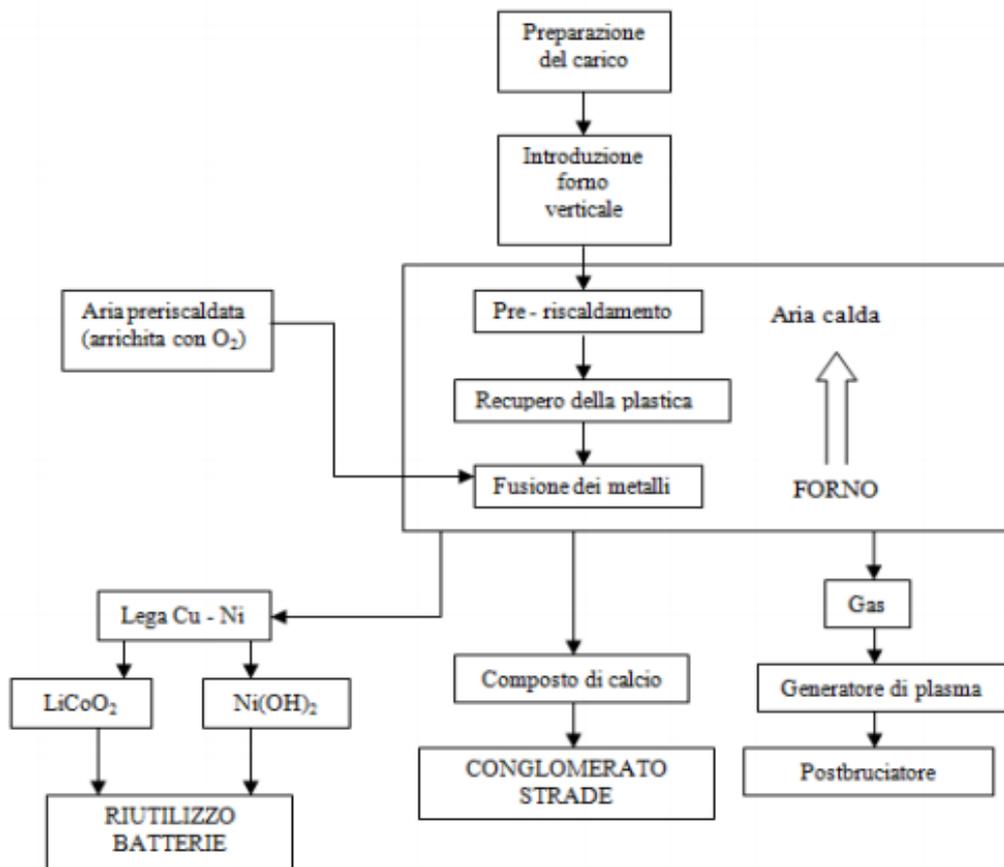
La pirolisi, la fusione, la distillazione e la raffinazione sono solo alcuni trattamenti termici utilizzati durante i processi pirometallurgici.

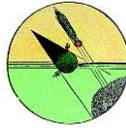
A causa della necessità di elevate temperature durante questo processo di riciclo, sono consumate grandi quantità di energia.

Il litio non viene recuperato dal processo pirometallurgico; infatti, rimane nelle scorie e deve essere poi trattato attraverso un processo idrometallurgico.

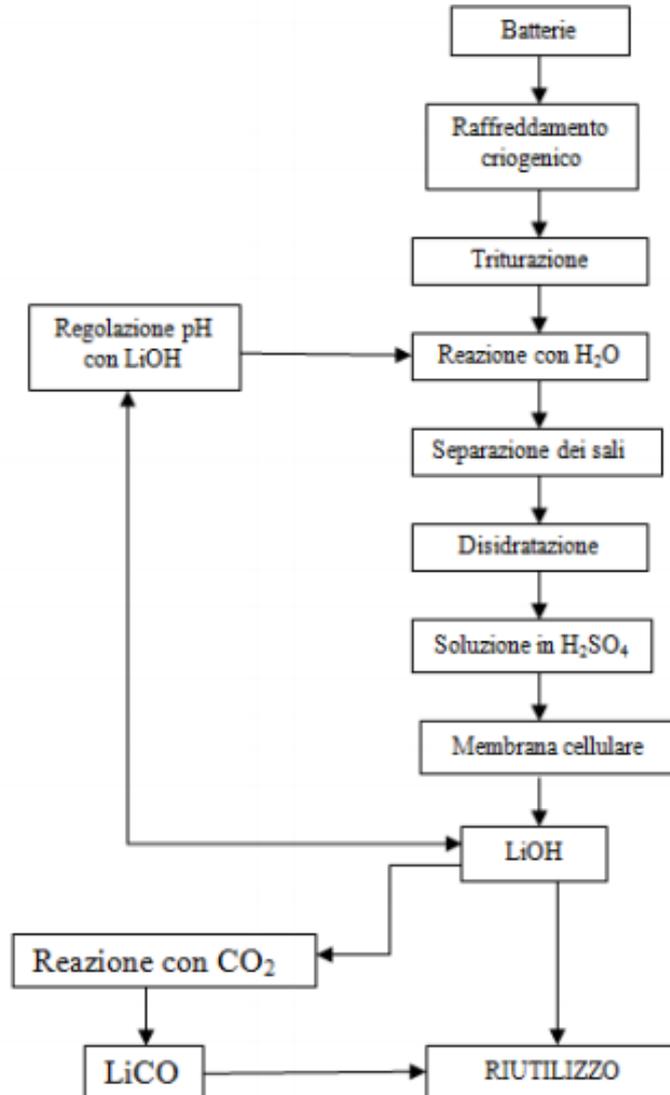
I processi di riciclo idrometallurgici sono considerati appropriati per il recupero di metalli dalle LIBS, grazie a buona purezza, basso fabbisogno energetico e minime emissioni nell'aria.

Processo pirometallurgico





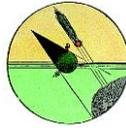
Processo idrometallurgico



Per valutare gli impatti ambientali di un prodotto, viene utilizzato il Life Cycle Assessment (LCA). In particolare, si tratta di un modello che è utilizzato per analizzare e valutare gli impatti ambientali di un materiale/prodotto/processo durante il suo intero ciclo di vita (estrazione di materie prime, produzione, trasporto, uso e smaltimento finale). Per ogni singola fase viene analizzato l'impatto ambientale.

Il LCA è definito come segue dall'ISO 14040:2006:

"LCA addresses the environmental aspects and potential environmental impacts (e.g. use of resources and the environmental consequences of releases) throughout a product's life cycle from raw material acquisition through production, use, end-of-life treatment, recycling and final disposal [ISO 14040:2006]".



Il riciclo delle batterie è vantaggioso per l'ambiente perché si riduce il bisogno di estrazione delle materie prime; tuttavia i processi di riciclo attuali hanno ancora degli effetti negativi. L'obiettivo, quindi, da raggiungere, è quello di minimizzare questi effetti per ridurre l'impatto complessivo sull'ambiente.

L'applicazione del metodo LCA viene usato per esaminare gli impatti ambientali derivanti dalle attività dell'impianto di riciclo. Così possono essere identificate le emissioni di gas serra e vengono esaminate tre categorie di impatto:

- Potenziale di riscaldamento globale, espresso in chilogrammi di anidride carbonica equivalente (kg CO₂eq)
- Potenziale di tossicità per l'uomo
- Potenziale di eco tossicità terrestre

Processi di riciclo

Esistono diverse aziende in Europa (Germania, Francia, Svizzera) e negli Stati Uniti che si occupano di riciclo e che operano a livello globale.

Vengono utilizzate diverse combinazioni dei processi visti in precedenza.

Panoramica dei diversi processi di riciclo industrializzati

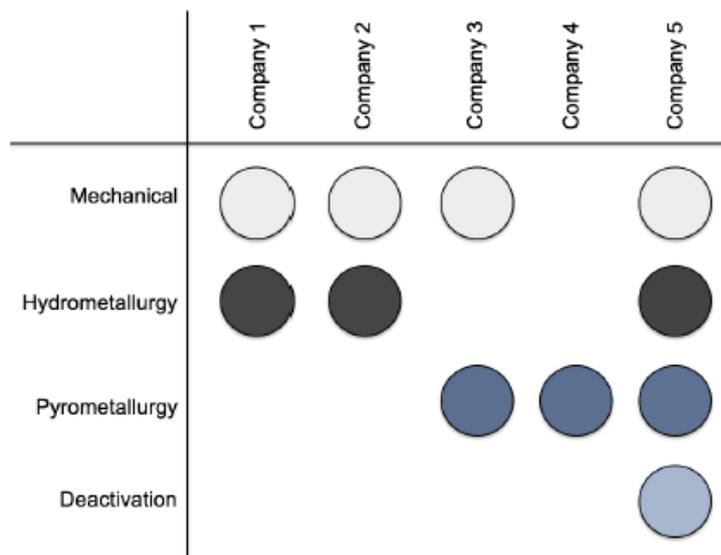


Figure 9. Unit Operations of Industrialized Recycling Processes for EV LIBs

I risultati ottenuti dal LCA nei diversi processi evidenziano che una parte importante degli impatti ambientali dei processi di riciclo è legata alla discarica dei rifiuti, l'incenerimento di materie plastiche e l'energia elettrica che ne viene generata (in particolare nei processi energetici intensivi, come il trattamento di fusione).

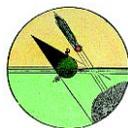


- Processo idrometallurgico: effetto sul riscaldamento globale dovuto alla discarica dei residui e del gesso prodotti dal processo
- Processo pirometallurgico: incenerimento di materie plastiche

Il trattamento meccanico e quello idrometallurgico sono in grado di recuperare una maggiore quantità di materiali e consumano meno energia rispetto al processo pirometallurgico.

Un grande svantaggio di tutto il riciclo pirometallurgico è il fatto che il carbonato di litio non possa essere recuperato.

Dato che le forniture di litio si ridurranno nel tempo, la tendenza si sta spostando da processi puramente pirometallurgici a trattamenti idrometallurgici, in modo da ottimizzare il processo di riciclo.



8. CINA

New Energy Vehicles Program

Come già detto prima, la Cina conta più di 444.000 veicoli elettrici a tutto il 2015 e più di 200 milioni di veicoli elettrici a due ruote.

Questi grandi numeri sono stati possibili grazie ad una serie di programmi messi in atto in diverse città cinesi.

Il più importante è il *New Energy Vehicles Program*, attuato nel 2009 dal governo cinese in dieci città, con l'intento di stimolare lo sviluppo dei veicoli elettrici.

Le dieci città incluse inizialmente nel programma sono: Pechino, Shenzhen, Shanghai, Jinan, Chongqing, Wuhan, Changchun, Hefei, Dalian, e Hangzhou. Dopo il lancio in queste città, il programma è stato ampliato due volte, prima a Changsha, Kunming, e Nanchang e poi a Tianjin, Haikou, Zhengzhou, Xiamen, Suzhou, Tangshan, e Guangzhou.

Il programma prevedeva la vendita di almeno 1000 veicoli elettrici in ogni città e il focus iniziale comprendeva veicoli per il governo, bus, camion della nettezza urbana e taxi.

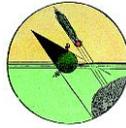
Inoltre, per incoraggiare l'adozione degli EV da parte dei consumatori, il governo centrale della Cina ha anche introdotto incentivi sull'acquisto: fino a 60,000 yuan (~US\$9.281) per l'acquisto di nuovi veicoli elettrici da parte di privati e fino a 50,000 yuan (~US\$7.634) per i veicoli elettrici ibridi.

Per quanto riguarda i veicoli elettrici a due ruote, la Cina non è soltanto il leader nel numero di vendite, ma è anche il più grande produttore ed esportatore.

Le principali destinazioni di esportazione sono Paesi Bassi, Germania, Stati Uniti, Italia, Bangladesh, Giappone, Belgio, Brasile, Regno Unito e Spagna.

I Paesi Bassi sono attualmente la più grande destinazione di esportazione, prendendo il 14,2% del totale delle esportazioni della Cina.

Per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, la Cina è diventata il leader nella produzione di batterie Li-ion, mentre in Europa, l'attività per gli EV è stata guidata da città come Londra, Parigi e Berlino.



Analisi delle principali città cinesi

- Pechino

Nel 2015 è stata attuata una restrizione del numero di nuove registrazioni (immatricolazioni) di veicoli limitate a 150.000 in totale, 30.000 delle quali dovevano essere riservate a veicoli elettrici.

Nel luglio 2014 il governo municipale di Pechino ha promulgato il nuovo piano d'azione per il 2014-2017.

Misure principali:

- Tutti i nuovi taxi devono essere elettrici e i taxi attuali saranno sostituiti da quelli elettrici
- Sviluppare progetti di dimostrazione
- Promuovere l'uso di EV nel settore della logistica
- Promuovere gli EV come le vetture ufficiali di organizzazioni non governative
- Promuovere gli EV nel settore igienico-sanitario
- Incoraggiare le imprese e le persone ad acquistare veicoli elettrici: saranno fornite 170.000 targhe⁽⁴⁾ per i veicoli elettrici (di queste, 20.000 sono state fornite nel 2014)
- Infrastrutture: costruire 3 grandi stazioni di ricarica per gli autobus pubblici.

- Hong Kong

Da settembre 2014, ci sono 986 veicoli elettrici in uso a Hong Kong, in crescita da meno di 100 nel 2010 e ci sono circa 1000 punti di ricarica.

- Hubei

Il mercato EV della provincia di Hubei è più sviluppato nelle città di Wuhan e Xiangyang. Attualmente, ci sono circa 1000 veicoli elettrici a Wuhan e 300 a Xiangyang. I veicoli elettrici sono per lo più autobus per il trasporto pubblico, così come alcuni taxi, corrieri e furgoni postali di pulizia.

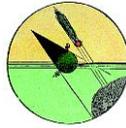
- Jiangsu

Le statistiche mostrano che nella provincia di Jiangsu, fino alla fine del mese di ottobre 2014, 3651 veicoli elettrici sono stati messi sul mercato. Fra quelli, 994 sono EV puri, 1.458 sono autobus elettrici puri e 836 sono autobus ibridi plug-in.

- Liaoning

A Dalian ci sono circa 30 autobus elettrici che attraversano la zona turistica e circa 200 auto elettriche. Ci sono 4 stazioni di ricarica e circa 200 pali di ricarica a corrente alternata. A Shenyang, ci sono circa 140 autobus elettrici, con 3 stazioni di ricarica e 300 pali di ricarica a corrente alternata.

(4) In Cina, per controllare il numero di veicoli circolanti, prima di acquistare un veicolo, bisogna acquistare la targa. In alcune città, le targhe si possono ottenere attraverso un'asta o una lotteria.



- Shandong

Alla fine del 2013, Shandong aveva costruito 28 stazioni di ricarica e 651 pali di ricarica a corrente alternata in tutta la provincia.

- Shanghai

Ci sono circa 9000 EV (rispetto a 1.410.000 automobili con motore a combustione). Circa 300 pali di ricarica sono pubblicamente disponibili. In totale ci sono circa 100 autobus operativi. Riguardo alle misure di sostegno, gli acquirenti di veicoli elettrici sono esenti dal costoso acquisto della targa.

- Sichuan

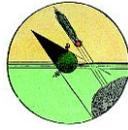
Ci sono più di 1000 punti di ricarica in Sichuan e la maggior parte di essi si trova nella capitale Chengdu.

Per facilitare lo sviluppo del settore EV, Chengdu ha costruito 14 stazioni di ricarica e 688 pali di ricarica a corrente alternata.

Più di 1000 sono i veicoli elettrici utilizzati nel Sichuan, prevalentemente autobus pubblici, auto del governo e veicoli per il servizio pubblico.

Per incoraggiare ulteriormente gli EV, sono stati emessi diversi piani e politiche.

Il governo del Sichuan ha stabilito che, dal 2014, nelle città di Chengdu e Luzhou, se i governi acquistano veicoli nuovi, la percentuale di EV non deve essere inferiore al 30% dell'acquisto totale.



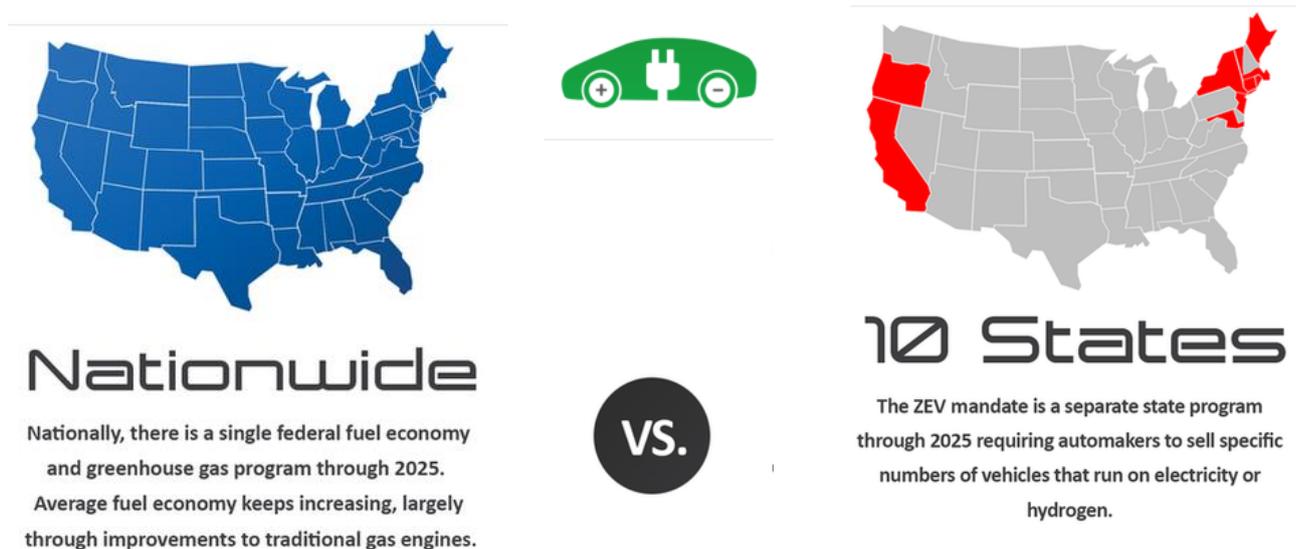
9. USA

Gli Stati Uniti rappresentano circa un quarto del totale delle vendite di auto elettriche a livello mondiale. Gli Stati USA dove primeggiano queste vendite sono California, Connecticut, Maryland, Massachusetts, New York, Oregon, Rhode Island e Vermont. Il governatore della California ha annunciato l'ambizioso obiettivo di raggiungere 1,5 milioni di veicoli emissioni zero nelle strade della California entro il 2025.

A tutto il settembre 2016, le vendite negli Stati Uniti sono state pari a 522.519 unità. La California è il più grande mercato regionale di veicoli elettrici nel Paese, con oltre 223.000 veicoli elettrici immatricolati fino a giugno 2016, seguita da Colorado, Florida, Georgia, New York, Oregon e Texas.

Al 31 gennaio 2016, gli Stati Uniti avevano 12.203 stazioni di ricarica in tutto il Paese, con in testa la California con 2.976 stazioni (24,4%). In termini di punti di ricarica pubblici, ce ne sono 30,669 disponibili in tutto il Paese, ancora una volta in testa c'è la California, con 9.086 punti di ricarica (29,6%).

Tutti questi numeri sono stati raggiunti anche grazie alla creazione, nel 1990, dello **ZEV (Zero-Emissions Vehicles) Mandate**.



1990: adozione dello ZEV Mandate come parte del Low Emission Vehicle Program, disciplinato dal California Air Resources Board.

1998-2017: inizialmente, lo ZEV Mandate richiedeva, obbligatoriamente, che il 2% dei veicoli prodotti da grandi costruttori e destinati alla vendita in California, doveva essere ZEV entro il 1998, aumentati al 5% nel 2001 e al 10% nel 2003.

Spese impreviste, tempi inaspettatamente lunghi, sfide tecniche con le batterie e, soprattutto, le pressioni in senso contrario delle lobby petrolifere e delle case automobilistiche hanno portato all'adozione di una serie di significative modifiche al



regolamento iniziale del 1990, la più importante delle quali è l'annullamento dell'obbligatorietà delle percentuali di cui sopra.

Successivamente, disposizioni particolari del Clean Air Act (una legge federale degli Stati Uniti progettata per controllare l'inquinamento atmosferico a livello nazionale) autorizzano gli Stati a seguire i requisiti federali o ad adottare le norme della California sulle emissioni dei veicoli.

Oltre alla California, altri nove Stati hanno adottato lo ZEV Mandate: Connecticut, Maine, Maryland, Massachusetts, New Jersey, New York, Oregon, Rhode Island e Vermont.

Nel 2012, la California ha adottato le norme più recenti, le quali richiedono che, nel 2025, il 15% dei nuovi veicoli venduti sia ZEV e, negli anni precedenti, percentuali crescenti per avvicinarsi al 15% sono state rese obbligatorie.

Ecco perché FCA, ossia FIAT, vende le 500 elettriche in California e non in Italia.
<http://www.zevfacts.com/zev-mandate.html>

Per quanto riguarda gli incentivi, essi sono stati messi in atto dopo la creazione di diversi programmi: Energy Improvement and Extension Act (2008), American Clean Energy and Security Act (2009) e American Recovery and Reinvestment Act (2009), i quali garantiscono crediti d'imposta per i nuovi veicoli elettrici. Inoltre sono stati introdotti crediti d'imposta federali che vanno da 2500 a 7500 dollari, in proporzione alle emissioni del veicolo.

Inoltre, dal novembre 2014, 37 stati e Washington DC, oltre agli incentivi monetari, hanno messo in atto altri incentivi, come il parcheggio gratuito e l'accesso a corsie preferenziali.

Di seguito, una tabella dettagliata riguardo agli incentivi presenti nei vari Stati USA.

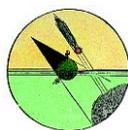
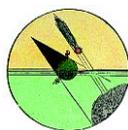


TABELLA: incentivi negli Stati USA

* Negli Stati Uniti, le corsie preferenziali sono dette carpool lane o HOV (high-occupancy vehicle) lane: sono corsie alle quali possono accedere i veicoli che contengono almeno due o tre persone, compreso il conducente.

Stato	Valore degli incentivi	Tipo di PEV	Tipi di incentivi	Accesso alle corsie riservate*	Commenti
Arizona		BEVs	Minore tassa sulla licenza dei veicoli	Yes	
California	fino a \$2,500	BEVs	Sconti sull'acquisto	Yes	<i>Libero accesso alle corsie preferenziali fino a gennaio 2019. L'importo delle sovvenzioni ricevute è limitato dal reddito annuo a partire dal 29 marzo 2016.</i>
	fino a \$2,500	PHEVs	Sconti sull'acquisto	Yes	<i>Libero accesso alle corsie preferenziali fino a gennaio 2019. Il tetto massimo era per i primi 70,000 richiedenti. Il numero è stato aumentato fino a 85,000 e il limite è stato raggiunto nel Dicembre 2015.</i>
	fino a \$1,500	Motocicli elettrici e NEVs	Sconti sull'acquisto	No	
Colorado	fino a \$6,000	BEVs, PHEVs	Credito d'imposta sul reddito	No	<i>Credito d'imposta fino all'85% del costo per veicoli che usano o sono convertiti all'uso di carburante alternativo. Inoltre, 20% di sconto per l'installazione di punti di ricarica per EV.</i>
Connecticut	fino a \$3,000	BEVs, PHEV	Sconto	No	<i>Fino a \$3,000 per fuel cell EV, EV o veicoli elettrici ibridi.</i>
Delaware	fino a \$2,200	EV	Sconto	No	
District of Columbia		BEVs, PHEVs	Esenzione fiscale e minori costi di registrazione	No	<i>Credito d'imposta fino a 50% dei costi delle attrezzature per l'acquisto e l'installazione di stazioni di ricarica, fino a \$1,000 per l'installazione residenziale.</i>
Florida		BEVs, PHEVs		Yes	



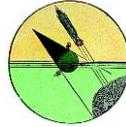
Stato	Valore degli incentivi	Tipo di PEV	Tipi di incentivi	Accesso alle corsie riservate*	Commenti
Georgia	fino a \$5,000	ZEVs	Credito d'imposta sul reddito	Yes	<i>Credito d'imposta del 20% del costo di un veicolo a zero emissioni, fino a \$5,000 per veicoli acquistati prima di luglio 2015. I veicoli elettrici ibridi non avevano diritto a questo incentivo.</i>
	fino a \$2,500	Conversione a carburanti alternativi	Credito d'imposta sul reddito	Yes	<i>Credito d'imposta del 10% sul costo di conversione di un veicolo convertito per usare soltanto carburante alternativo e che rispetti gli standard per i veicoli a basse emissioni, fino a \$2,500.</i>
	fino a \$20,000	AFVs commerciali	Credito d'imposta sul reddito	Yes	<i>Credito d'imposta per i nuovi veicoli commerciali che usano almeno per il 90% carburante alternativo, fino a giugno 2017.</i>
Hawaii		BEVs, PHEVs	Parcheggio	Yes	
Idaho		BEVs, PHEV	Esenzioni dai controlli	No	
Illinois		BEVs, PHEVs	Esenzioni dai controlli	No	
Indiana	fino a \$1,650	BEVs, PHEV		No	<i>Incentivi per l'installazione di stazioni di ricarica residenziali e ricarica gratuita nelle ore non di punta, fino a gennaio 2017.</i>
Louisiana	fino a \$3,000	BEVs, PHEVs	Esenzioni dai controlli	No	<i>Credito d'imposta fino al 50% del costo di BEV/PHEV, 50% del costo di conversione. Questi vengono applicati anche ai costi delle stazioni di ricarica.</i>
Maryland	fino a \$3,000	BEVs, PHEVs		Yes	
Massachusetts	fino a \$1,000	BEVs, PHEVs	Sconto sull'acquisto		
Michigan		BEVs, PHEV	Esenzioni dai controlli	No	
Minnesota		BEVs, PHEV		No	
Mississippi		BEVs, PHEV	Credito d'imposta sul reddito	No	<i>Finanziamenti agevolati per i comuni che acquistano scuolabus con carburante alternativo e stazioni di ricarica.</i>



Stato	Valore degli incentivi	Tipo di PEV	Tipi di incentivi	Accesso alle corsie riservate*	Commenti
Missouri	fino a \$15,000	BEVs, PHEV		No	
Montana	fino a \$500	Carburanti alternativi	Credito d'imposta sul reddito	No	<i>Incentivi soltanto per i costi di conversione fino a \$500.</i>
Nebraska		BEVs, PHEV	Prestiti	No	<i>Prestiti a basso costo per l'acquisto di EV, per la conversione di veicoli convenzionali in veicoli che utilizzano carburante alternativo e per l'installazione di stazioni di ricarica.</i>
Nevada		BEVs, PHEV		Yes	
New Jersey		BEVs	Esenzioni fiscali	No	<i>Esenzioni sulla tassa di acquisto solo per i veicoli elettrici puri.</i>
New York		BEVs, PHEVs, HEVs		Yes	<i>I veicoli elettrici che rispettano il California Air Resources Board SULEV emissions standard hanno diritto al Clean Pass Program. Questi veicoli che espongono il contrassegno del Clean Pass hanno il permesso di accedere alle corsie del Long Island Expressway. Inoltre è presente un credito d'imposta del 50%, fino a \$5,000, sul costo di acquisto e installazione di stazioni di ricarica, fino a Dicembre 2017.</i>
North Carolina		PHEV		Yes	
Ohio		EV		Yes	
Oklahoma	75% costo		Credito d'imposta sul reddito	No	<i>Credito d'imposta fino al 75% sul costo di installazione di stazioni di ricarica.</i>
Oregon		BEVs	Credito d'imposta sul reddito	No	<i>Credito d'imposta del 25% sui costi delle stazioni di ricarica, fino a \$750.</i>
Pennsylvania	fino a \$2,000	BEVs, PHEVs	Sconto sull'acquisto	No	
Rhode Island		PHEV	Inspection exemption	No	
South Carolina	fino a \$1,500	BEVs, PHEVs	Credito d'imposta sul reddito	No	<i>Incentivi federali del 20% per PHEVs e BEVs.</i>
Tennessee	fino a \$2,500	BEVs, PHEVs	Sconto	Yes	
Texas	fino a US\$2,500	BEVs, PHEVs	Sconto	No	



Stato	Valore degli incentivi	Tipo di PEV	Tipi di incentivi	Accesso alle corsie riservate*	Commenti
Utah	fino a \$1,500	Solo conversioni	Credito d'imposta sul reddito	Yes	
	fino a \$1,500	BEVs, PHEVs	Credito d'imposta sul reddito	Yes	
Virginia		BEVs, PHEVs		No	
Washington		BEVs	Imposta sulle vendite	No	<i>Rispettare il California motor vehicle emissions standard e le regole stabilite dal Washington Department of Ecology. Esenzioni fiscali sull'acquisto sono applicate soltanto ai veicoli che hanno un valore di mercato inferiore a US\$35,000 e dura fino al 2019 o deve concludersi nel momento in cui vengono venduti 7,500 veicoli nello Stato.</i>
Washington, D.C.		BEVs	Imposta sulle vendite	No	



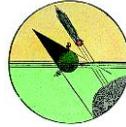
10. Analisi del mercato EV: Europa

TABELLA: Incentivi Europa

PAESI	INCENTIVI SULL'ACQUISTO	BENEFICI SULLA TASSA DI REGISTRAZIONE	BENEFICI FISCALI SULLA PROPRIETÁ	BENEFICI FISCALI PER LE AZIENDE	BENEFICI SULL'IVA	ALTRI BENEFICI ECONOMICI	INCENTIVI LOCALI	INCENTIVI PER LE INFRASTRUTTURE
Austria	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Belgio	✓	✓	✓	✓				
Bulgaria								
Croazia		✓						
Cipro		✓	✓					
Repubblica Ceca		✓	✓					
Danimarca	✓	✓					✓	✓
Estonia								
Finlandia		✓	✓					
Francia	✓	✓	✓	✓			✓	
Germania	✓		✓	✓			✓	
Grecia		✓	✓			✓		
Ungheria		✓	✓	✓			✓	
Islanda		✓	✓		✓		✓	✓
Irlanda	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Italia	* ✓		✓					✓
Lettonia		✓	✓				✓	
Liechtenstein								
Lituania		✓					✓	

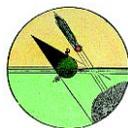
*solo nel 2013

	PAESE	MARKET SHARE (2016)	AUTOMOBILI ELETTRICHE CIRCOLANTI
1	Norvegia	29,12%	102.302
2	Islanda	4,22%	1.508
3	Svezia	3,46%	25.368
4	Olanda	2,80%	96.716
5	Svizzera	1,79%	14.803
6	Belgio	1,64%	14.854
7	Austria	1,50%	10.604
8	Francia	1,44%	75.868
9	Regno Unito	1,33%	79.401
10	Finlandia	1,10%	2.591
11	Portogallo	0,80%	3.313
12	Germania	0,66%	66.146
13	Lussemburgo	0,58%	1.114
14	Irlanda	0,45%	1.707
15	Danimarca	0,44%	9.008
16	Lituania	0,43%	125
17	Estonia	0,32%	1.185
18	Lettonia	0,28%	261
19	Spagna	0,28%	8.405



PAESI	INCENTIVI SULL'ACQUISTO	BENEFICI SULLA TASSA DI REGISTRAZIONE	BENEFICI FISCALI SULLA PROPRIETÁ	BENEFICI FISCALI PER LE AZIENDE	BENEFICI SULL'IVA	ALTRI BENEFICI ECONOMICI	INCENTIVI LOCALI	INCENTIVI PER LE INFRASTRUTTURE	PAESE	MARKET SHARE (2016)	AUTOMOBILI ELETTRICHE CIRCOLANTI	
Lussemburgo			✓						20	Slovenia	0,27%	395
Malta	✓	✓	✓	✓			✓	✓	21	Cipro	0,20%	53
Olanda		✓	✓	✓					22	Croazia	0,16%	436
Norvegia		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	23	Italia	0,14%	7.432
Polonia									24	Romania	0,13%	221
Portogallo	✓	✓	✓	✓			✓		25	Repubblica Ceca	0,12%	1.089
Romania	✓	✓	✓					✓	26	Ungheria	0,11%	567
Slovacchia									27	Malta	0,10%	94
Slovenia			✓						28	Grecia	0,06%	163
Spagna	✓	✓	✓			✓	✓	✓	29	Polonia	0,05%	976
Svezia	✓		✓	✓					30	Slovacchia	0,03%	148
Svizzera			✓			✓			31	Bulgaria	0,02%	51
Turchia					✓				32	Turchia	0,01%	387
Regno Unito	✓	✓	✓	✓			✓	✓	33	Liechtenstein	0	0

<http://www.eafo.eu/europe>



I Paesi in cui vengono attuate almeno cinque delle otto categorie di incentivi presenti nella tabella sono Austria, Norvegia, Francia, Islanda, Portogallo, Regno Unito, Spagna e Malta.

Di questi, la Norvegia si piazza al primo posto nella vendita di EV, con un market share pari a 29,12% (2016), nettamente superiore a tutti gli altri. A seguire, ci sono: Islanda (secondo posto), Austria (settimo posto), Francia (ottavo posto), Regno Unito (nono posto), Portogallo (undicesimo posto), Irlanda (quattordicesimo posto), Spagna (diciannovesimo posto) e Malta (ventisettesimo posto).

Ci sono poi alcuni Paesi in cui sono presenti meno di cinque categorie di incentivi ma, nonostante ciò, si tratta dei Paesi piazzati più in alto in classifica: Svezia (terzo posto), Olanda (quarto posto), Svizzera (quinto posto), Belgio (sesto posto), Finlandia (decimo posto), Germania (dodicesimo posto), e Danimarca (quindicesimo posto).

Questo fatto può essere dovuto soprattutto alla presenza di forti incentivi sull'acquisto e a benefici sulla tassa di registrazione. Ecco alcuni esempi:

Islanda:

- incentivi dal governo fino a € 5.000
- benefici sulla tassa di registrazione fino a € 5.000

Francia:

- € 6.300 per l'acquisto di veicoli elettrici puri
- € 3.700 per la rottamazione di un veicolo diesel anteriore al 2001, purché collegato all'acquisto di un EV (totale cumulativo € 10.000)

Regno Unito:

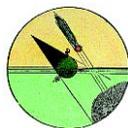
- fino a GB£ 5.000 per automobili
- fino a GB£ 8.000 per furgoni

Portogallo:

- incentivi dal governo di € 5.000 per i primi 5.000 veicoli elettrici nuovi venduti
- dal 2016, incentivi sull'acquisto di € 2.250 per elettrici puri e di € 1.125 per veicoli ibridi

Spagna:

- incentivo fino a € 5.500 per automobili
- incentivo fino a € 8.000 o € 20.000 per furgoni e bus



Olanda:

- incentivo di € 3.000 sull'acquisto di taxi elettrici puri o furgoni per le consegne. Questo incentivo aumenta a € 5.000 per i veicoli di Amsterdam, Rotterdam, The Hague, Utrecht, e l'area metropolitana di Arnhem-Nijmegen
- Rotterdam offre un incentivo di € 2.500 alle aziende che sostituiscono i vecchi veicoli con veicoli elettrici puri (valido per i primi 5.000 richiedenti entro dicembre 2013).
- esenzione totale dalla tassa di registrazione

Belgio:

- incentivo fino a €9.190, valido fino al 2012
- ora, incentivo di € 5.000

Germania:

- incentivo fino a €5.000 → valido fino al 2020, entro il quale è stato stabilito il raggiungimento di 1 milione di veicoli elettrici sulle strade tedesche. Dopo tale anno, gli incentivi saranno ridotti di €500 ogni anno.

https://en.wikipedia.org/wiki/Government_incentives_for_plug-in_electric_vehicles

<http://www.eafo.eu/countries>

Infine, per quanto riguarda la Norvegia, come già accennato, si tratta di un caso a sé. Nonostante l'assenza di incentivi monetari diretti sull'acquisto, la presenza di molti altri incentivi (esenzione fiscale sull'acquisto per veicoli puri e fino a € 10.000 per veicoli ibridi), insieme all'elevato senso civico di quella popolazione, ha portato al raggiungimento di oltre 100.000 veicoli elettrici circolanti.

Nella tabella che segue, sono descritti in dettaglio gli incentivi presenti nelle città europee più significative.

<http://www.eafo.eu/cities/targets>

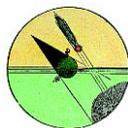
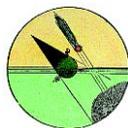


TABELLA: Descrizione incentivi in città significative

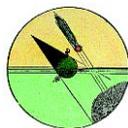
Copenhagen	Punti di ricarica pubblici	<i>Una serie di stazioni di ricarica in diverse sedi, in particolare ospedali, con relativi posti auto utilizzabili dai visitatori e dai membri del personale.</i>
	Pagamento per uso punti di ricarica pubblici	<i>I punti di ricarica pubblici accessibili sono solitamente detenuti e gestiti da operatori privati. Normalmente il pagamento è effettuato in base ai kWh, ma un piccolo operatore può includere la ricarica nel costo del parcheggio.</i>
	Copertura punti di ricarica nelle città	<i>Alta frequenza di punti di ricarica pubblici accessibili, includendo anche le periferie circostanti ed in altre città di medie dimensioni. Nelle piccole città e nelle zone rurali della regione non sono ancora state stabilite infrastrutture di ricarica pubblicamente accessibili. Una strategia combinata tra regione e comune per infrastrutture di ricarica pubblicamente accessibili è in fase di studio.</i>
	Gestione punti di ricarica	<i>I punti di ricarica pubblici accessibili sono solitamente detenuti e gestiti da operatori privati.</i>
	Incentivi sull'acquisto per enti privati	<i>Nel 2014, 2015 e 2016 la regione di Copenhagen ha amministrato una parte del programma nazionale offrendo supporto finanziario a compagnie e istituzioni pubbliche sussidiando veicoli elettrici (approx. 6 - 7,000 Euro/veicolo).</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Una serie di stazioni di ricarica in diverse sedi, in particolare ospedali, con relativi posti auto utilizzabili dai visitatori e dai membri del personale.</i>
	Incentivi sull'acquisto di infrastrutture	<i>Una serie di stazioni di ricarica in diverse sedi, in particolare ospedali, con relativi posti auto utilizzabili dai visitatori e dai membri del personale.</i>
	Obiettivi da raggiungere	<i>Uno dei focus principali è il Green Growth and Development → ridurre CO2 il più possibile. Questo include un protocollo di acquisti per i veicoli AF (alternative fuels).</i>
	AFV Policies	<i>Stabilito che tutti i propri veicoli leggeri (autovetture e veicoli commerciali) acquistati dopo il primo luglio 2014 devono essere AFV (alternative fuel vehicles).</i>
Aachen	Uso di energie rinnovabili per alimentare le infrastrutture	<i>L'energia fornita dalle infrastrutture di ricarica pubbliche è rinnovabile al 100%.</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Parcheggio gratuito durante la ricarica fino a 4 ore.</i>
Stuttgart	Punti di ricarica pubblici	<i>320 punti di ricarica in aree pubbliche. Circa 80 punti di ricarica in aree semi-pubbliche (supermercati).</i>
	Uso di aree riservate	<i>L'accesso alle corsie riservate degli autobus è stato discusso ma poi revocato per effetti negativi per i trasporti pubblici.</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Parcheggio gratuito per tutti i veicoli elettrici (puri e ibridi) in tutta la città.</i>
	Incentivi sull'acquisto di infrastrutture	<i>Per tutti i punti di ricarica pubblicamente accessibili, la città offre uno spazio per il parcheggio di fronte ad essi (gratuito solo per la durata della ricarica).</i>
	Obiettivi da raggiungere	<i>Direttiva del sindaco 09/2016: tutti i nuovi veicoli, della flotta della città, adibiti al trasporto di persone devono essere completamente elettrici.</i>
	AFV Policies	<i>Direttiva del sindaco 09/2016: tutti i nuovi veicoli, della flotta della città, adibiti al trasporto di persone devono essere completamente elettrici.</i>



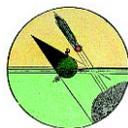
Amsterdam	SUMP - Sustainable Urban Mobility Plan	<i>La città ha un programma di sostenibilità e piani per la qualità dell'aria.</i>
	Uso di energie rinnovabili per alimentare le infrastrutture	<i>L'energia proveniente dai punti di ricarica è energia eolica certificata e prodotta localmente</i>
	Copertura punti di ricarica nelle città	<i>È già presente un'ampia copertura di punti di ricarica (oltre 2000) e questa rete verrà estesa a 4000 nei prossimi due anni.</i>

Oslo	Mobility City Apps	<i>Ci sono diverse app per i punti di ricarica</i>
	Incentivi sulla ricarica nei luoghi di lavoro	<i>Incentivi fino al 60% dei costi di investimento (sotto determinate condizioni).</i>
	Uso di energie rinnovabili per alimentare le infrastrutture	<i>100% rinnovabili</i>
	Punti di ricarica pubblici	<i>Sì, più di 1000 punti di ricarica posseduti dalla Città</i>
	Pagamento per uso punti di ricarica pubblici	<i>No, è gratuito</i>
	Uso di aree riservate	<i>Con alcune limitazioni nelle ore di punta, è consentito il libero accesso alle corsie degli autobus.</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Parcheggio gratuito per i BEV e per i veicoli a idrogeno.</i>

Madrid	SUMP - Sustainable Urban Mobility Plan	<i>Il Piano prende in considerazione la riduzione delle emissioni provocate dalla circolazione stradale. Due misure specifiche sono focalizzate sulla riduzione delle emissioni degli autobus pubblici e dei taxi.</i>
	Uso di aree riservate	<i>I veicoli a emissioni zero possono accedere alle "Residential Priority Areas" dove solo i residenti e i veicoli autorizzati possono entrare.</i>
	Obiettivi da raggiungere	<i>Il "Sustainable Development Service" lavora a stretto contatto con diversi servizi municipali. "Madrid's Air Quality Plan" e "Madrid's Energy and Climate Change Plan" (Horizon 2020) hanno stabilito specifici obiettivi su questo tema. Le aziende municipali come EMT (Public Bus Service) hanno fissato obiettivi ambiziosi riguardo alle loro flotte di veicoli, la maggior parte dei quali ora usa CNG.</i>
	Incentivi sull'acquisto per enti privati	<i>A livello comunale, la Città di Madrid ha aperto un programma di finanziamento focalizzato sui taxi "puliti". Il Comune offre sconti sulla tassa di circolazione per i proprietari di veicoli AF.</i>
	AFV Policies	<i>L'uso di veicoli a gasolio è stato ridotto dalla maggior parte dei servizi municipali. La riduzione delle emissioni di ossidi di azoto è considerata come l'obiettivo più importante a livello ambientale. I carburanti alternativi (Zero Emissions, CNG, LPG and Hybrid) sono considerati come l'opzione più valida. Alcuni servizi e aziende municipali, come EMT (Public Bus Service) o il Waste Collection Service, hanno stabilito obiettivi ambiziosi riguardo alle loro flotte di veicoli, la maggior parte dei quali ora usa CNG.</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>I veicoli a emissioni zero (BEV, PHEV and FCEV) hanno il permesso di parcheggiare gratuitamente senza restrizioni di tempo nell'intero "On street regulated parked area" (nel primo anello della città). GPL, GNC e ibridi possono beneficiare di sconti fino al 20% sulle tariffe del parcheggio di strada.</i>



Stoccolma	Punti di ricarica pubblici	<i>Non si vuole incoraggiare il parcheggio lungo le strade. Però vengono offerte aree per il parcheggio con opportunità di ricarica.</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Vietato dalla legge svedese.</i>
	Incentivi sull'acquisto di infrastrutture	<i>Incentivi sull'investimento sono vietati dalla legge svedese. Si fornisce un aiuto con informazioni e progetti UE.</i>
Londra	Copertura punti di ricarica nelle città	<i>Uno degli obiettivi di Go Ultra Low City Scheme è fornire un'ampia rete di punti di ricarica in tutta la città, in modo tale che copra tutti i quartieri di Londra; anche la rete di punti di ricarica privati si sta espandendo. Ad esempio il Source London network ha preso pubblicamente l'impegno di espandere i punti da 1400 a 6000 entro il 2018.</i>
	Uso di aree riservate	<i>Londra ha effettuato uno studio attraverso il quale si è arrivati alla conclusione che la presenza di EV nelle corsie degli autobus sarebbe dannosa all'intero sistema dei trasporti. Per accedere al centro della città, i veicoli endotermici devono pagare £11,50 al giorno (Congestion Charge).L'accesso è invece gratuito per i veicoli elettrici.</i>
	Obiettivi da raggiungere	<i>Mayor's Air Quality Strategy; Mayor's Air Quality Fund (MAQF); different projects within the MAQF such as Low Emission Neighbourhoods and the Zero Emission Network</i>
Manchester	SUMP - Sustainable Urban Mobility Plan	<i>Collegato al 2040 strategy e al GM Low Emission Strategy and Air Quality Action Plan</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Il Greater Manchester EV public charging network è attualmente gratuito per gli utilizzatori (parcheggio e consumo di energia gratuiti).</i>
Dundee	Copertura punti di ricarica nelle città	<i>La città ha uno dei più completi sistemi di infrastrutture per gli EV nel Regno Unito; tuttavia è necessaria una maggiore espansione per facilitare l'aumento di EV previsto.</i>
	Incentivi sul parcheggio	<i>Chi guida gli EV ha 4 ore di parcheggio gratuito nella città.</i>



Ecco, ora, uno sguardo sulla situazione in Italia.

In Italia ci sono 7432 veicoli elettrici, rispetto ai 37 milioni di veicoli in circolazione.

Di seguito, la suddivisione in percentuale di questi veicoli tra le prime dieci città e tra le varie regioni, secondo l'ordine decrescente.

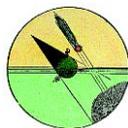
	CITTÁ	
1	Roma	19,20%
2	Milano	10,80%
3	Bolzano	6,10%
4	Trento	5,90%
5	Firenze	4,10%
6	Reggio Emilia	3,70%
6	Torino	3,70%
8	Bologna	2,70%
9	Brescia	1,90%
10	Palermo	1,80%

60% del totale
delle auto
elettriche in Italia

	REGIONI	
	Lazio	20,17%
	Lombardia	20,03%
	Trentino Alto-Adige	12,04%
	Emilia Romagna	9,71%
	Toscana	7,06%
	Veneto	6,21%
	Piemonte	5,63%
	Sicilia	4,55%
	Campania	3,18%
	Puglia	2,42%
	Marche	1,69%
	Sardegna	1,43%
	Calabria	1,25%
	Liguria	1,14%
	Friuli Venezia Giulia	1,08%
	Abruzzo	1,02%
	Umbria	0,64%
	Valle d'Aosta	0,47%
	Basilicata	0,26%
	Molise	0,03%

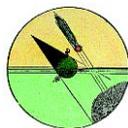
<http://www.eafo.eu/europe>

<http://www.continental-pneumatici.it/auto/press/news/centro-studi/parco-circolante-auto>



In questa tabella sono dettagliate le misure incentivanti adottate nella maggior parte delle città capoluogo di Provincia.

REGIONE	CITTÁ	INCENTIVI
Valle d'Aosta	Aosta	Libero accesso alla ZTL (permesso gratuito)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu (esporre contrassegno)
Piemonte	Cuneo	Libero accesso alla ZTL (senza autorizzazione)
	Novara	Libero accesso alla ZTL (senza autorizzazione)
		Parcheggio gratuito su strisce blu (consegnare carta di circolazione)
	Torino	Libero accesso alla ZTL (contrassegno dal comune)
	Vercelli	Parcheggio gratuito su strisce blu (consegnare carta di circolazione)
Alessandria	Libero accesso alla ZTL (senza autorizzazione)	
Lombardia	Milano	Libero accesso alla ZTL-Area C
		Parcheggio gratuito su strisce blu (esporre contrassegno)
	Brescia	Libero accesso alla ZTL (contrassegno gratuito)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu (esporre contrassegno)
Bergamo	Libero accesso alla ZTL (comunicare targa)	
Como	Libero accesso alla ZTL (richiedere autorizzazione)	
Veneto	Padova	Libero accesso alla ZTL
	Venezia	Libero accesso alla ZTL (esporre contrassegno)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu (di Mestre)
Vicenza	Parcheggio gratuito sulle strisce blu (cartellino rilasciato da AIM Mobilità Srl)	
Friuli Venezia Giulia	Udine	Esenzione dai divieti di circolazione
Trentino Alto-Adige	Bolzano	Esenzione dal divieto di circolazione → accedere alle zone di interdizione al traffico (senza autorizzazione)
	Trento	Libero accesso alla ZTL (permesso gratuito)

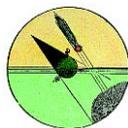


REGIONE	CITTÁ	INCENTIVI
Liguria	Genova	Libero accesso alla ZTL (permesso gratuito - registrazione targa)
	La Spezia	Libero accesso alla ZTL (permesso gratuito)
Toscana	Firenze	Libero accesso alla ZTL (esporre contrassegno)
	Lucca	Parcheggio gratuito sulle strisce blu
	Arezzo	Libero accesso alla ZTL (senza autorizzazione)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu
	Massa Carrara	Libero accesso alla ZTL
	Siena	Accedere alla ZTL pagando 30 euro l'anno
	Livorno	Libero accesso alla ZTL (comunicare targa)
Grosseto	Libero accesso alla ZTL (esporre contrassegno)	
Emilia Romagna	Bologna	Libero accesso alla ZTL (comunicare targa al comune)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu
	Cesena	Libero accesso alla ZTL (comunicare targa ed esporre contrassegno gratuito)
	Ferrara	Libero accesso alla ZTL
		Sosta gratuita sulle strisce blu
	Forlì	Libero accesso alla ZTL (richiedere tagliandino al comune)
		Sosta gratuita sulle strisce blu
	Parma	Libero accesso alla ZTL (fare richiesta al comune)
		Libero accesso alla ZTL per ciclomotori elettrici senza rilascio dell'autorizzazione dal comune
		Sosta gratuita sulle strisce blu
	Modena	Libero accesso alla ZTL per veicoli elettrici puri (comunicare targa ed esporre contrassegno)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu
	Piacenza	Libero accesso alla ZTL (registrazione al comune)
	Reggio Emilia	Libero accesso alla ZTL (richiedere permesso)
Parcheggio gratuito sulle strisce blu		
Ravenna	Libero accesso alla ZTL per veicoli elettrici puri (esporre contrassegno)	
	Parcheggio gratuito sulle strisce blu	
Rimini	Libero accesso alla ZTL (richiedere permesso)	



REGIONE	CITTÁ	INCENTIVI
Lazio	Frosinone	Esenzione da limitazioni alla circolazione
	Rieti	Libero accesso e sosta nella ZTL per veicoli elettrici puri (richiedere permesso)
	Roma	Libero accesso alla ZTL per veicoli elettrici puri (permesso gratuito)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu
Latina	Libero accesso alla ZTL per veicoli elettrici puri	
Marche	Pesaro	Esenzione dai provvedimenti speciali contro l'inquinamento atmosferico
Umbria	Perugia	Libero accesso alla ZTL
		Sosta a tariffa agevolata sulle strisce blu
	Terni	Libero accesso alla ZTL e all'area pedonale urbana
Basilicata	Matera	Circolare liberamente nella ZTL
Campania	Avellino	Esenzione dal blocco di circolazione per le domeniche ecologiche fino a luglio 2016
	Salerno	Libero accesso alla ZTL (comunicare targa)
		Parcheggio agevolato sulle strisce blu (abbonamento simbolico di 10 euro all'anno → sosta illimitata su tutte le strisce blu)
	Caserta	Libero accesso alla ZTL
Napoli	Libero accesso alla ZTL (fare richiesta al comune del permesso di accesso: gratuito per i veicoli elettrici , a pagamento per i veicoli ibridi)	
	Parcheggio gratuito sulle strisce blu (esporre contrassegno consegnato dal comune)	
Puglia	Taranto	Libero accesso alla ZTL
	Lecce	Libero accesso alla ZTL (esporre contrassegno)
Sicilia	Catania	Libero accesso alla ZTL (gratuito e senza contrassegno)
		Parcheggio gratuito sulle strisce blu (esporre contrassegno)
	Palermo	Libero accesso alla ZTL (gratuito e senza contrassegno)

https://www.renault.it/servizi/renault-ze/agevolazioni-veicoli-elettrici/agevolazioni_comuni.html



11. Conclusione

Relazione tra la diffusione dei veicoli elettrici e gli incentivi

Come dimostrato dalle tabelle precedenti, è un dato di fatto che siano necessarie politiche ben progettate per garantire la diffusione sul mercato dei veicoli elettrici.

I valori più alti di market share si trovano in mercati come Norvegia, Paesi Bassi, Shanghai, California, Pechino e Washington.

Questi mercati hanno incentivi che rendono i veicoli elettrici più paragonabili ai veicoli convenzionali e, infatti, sono i principali mercati di veicoli elettrici.

Francia, Regno Unito e Giappone offrono una grande varietà di incentivi, infatti, sono i principali mercati di veicoli elettrici per dimensione, ma la loro crescita è avvenuta principalmente dal 2015.

Le politiche volte a incentivare la mobilità elettrica devono tenere conto del contesto socio-economico e demografico del Paese in considerazione e adattare gli incentivi alle esigenze dei consumatori.

Ad esempio la Norvegia, un Paese con arcipelaghi e catene montuose, offre tariffe ridotte o gratuite per l'accesso a gallerie, ponti e altre strade a pedaggio, per incentivare la diffusione dei veicoli elettrici.

Questa misura spiega l'alta diffusione dei veicoli elettrici nelle regioni costiere, dove le strade a pedaggio sono abbondanti.

Il volume degli incentivi varia da Paese a Paese, ma ciò che accomuna tutti è il fatto che il livello degli incentivi finanziari e la densità di infrastrutture di ricarica, in genere, creano una buona risposta sul market share di EV.

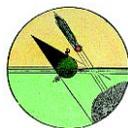
- Incentivi diretti: i Paesi e le città con alti incentivi fiscali hanno avuto maggiore successo nella transizione alla mobilità elettrica. La Norvegia e, in particolare le città di Oslo e Bergen, ne sono il principale esempio.

Infatti, come già emerso, la Norvegia ha i più alti incentivi fiscali e la più alta quota di mercato.

Nonostante ciò, molto spesso gli incentivi fiscali da soli non sono sufficienti a garantire una rapida diffusione dei veicoli elettrici.

Ad esempio, i Paesi con il market share più alto impongono notevoli tasse sui veicoli endotermici: Norvegia e Paesi Bassi, due Paesi privi di case automobilistiche nazionali, impongono rispettivamente 5.812 euro e 10.795 euro per le tasse di registrazione e proprietà (per un veicolo di medie dimensioni).

In contrasto, Germania e Regno Unito impongono meno di 400 euro di imposte sullo stesso modello di veicolo.



- Incentivi indiretti: alcuni esempi sono l'accesso alle corsie preferenziali per i veicoli elettrici, il car sharing elettrico, l'uso di veicoli elettrici nelle flotte pubbliche e anche attività di promozione e sensibilizzazione per aumentare la visibilità dei veicoli elettrici e per creare la consapevolezza dei consumatori, in modo da raggiungere l'adozione di EV su vasta scala.
Per esempio, la distribuzione EV nelle città di Bergen, Oslo, e Utrecht - dove un maggior numero di azioni promozionali per gli EV è in atto – hanno raggiunto un elevato market share.
- Infrastrutture di ricarica: la disponibilità di infrastrutture di ricarica è un altro prerequisito per la mobilità elettrica, poiché contribuisce al superamento di uno dei maggiori ostacoli alla diffusione di EV.
I Paesi con una fitta rete di infrastrutture di ricarica pubbliche hanno un market share più elevato, anche se altri fattori quali la disponibilità di infrastrutture di ricarica veloce e opportunità per ricaricare a casa devono essere considerati.
- Design Policy: informazioni sugli incentivi e sulla mobilità elettrica devono essere trasparenti e facilmente accessibili, perché la consapevolezza dei consumatori è un prerequisito per la mobilità elettrica.
Nel progettare le politiche, i governi dovrebbero prendere in considerazione l'implementazione di forti incentivi nazionali e lo sviluppo di strategie nazionali.
In questo modo, le varie città possono integrare le politiche nazionali alle esigenze locali.

<http://www.theicct.org/>

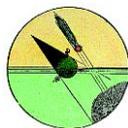
<http://www.eea.europa.eu/highlights/electric-vehicles-will-help-the>

<http://www.eea.europa.eu/themes/transport/electric-vehicles/electric-vehicles-and-energy>

Per raggiungere gli obiettivi prefissati a livello globale (come il raggiungimento di circa 500 milioni di veicoli elettrici a due, tre e quattro ruote entro il 2030) e a livello dei singoli Paesi (ad esempio in California il raggiungimento di 1,5 milioni di veicoli a emissioni zero entro il 2025), devono essere attuate anche delle proibizioni nei confronti dei veicoli endotermici.

Il caso più evidente è avvenuto in Cina, dove il governo ha vietato l'uso dei veicoli a due ruote endotermici.

Un altro esempio è quello di Olanda e Norvegia, dove è in corso un iter legislativo che dovrebbe portare, nel 2025, al bando dei veicoli con motore a combustione interna in favore di quelli elettrici. Inoltre, il Comune di Oslo progetta di espellere dal centro i veicoli privati.



Parigi ha vietato la circolazione delle vetture costruite prima del 1997 (con la prospettiva di bandire tutti i diesel entro il 2020), mentre Londra ha previsto, a partire dal prossimo anno, la T-Charge. Si tratta di una tassa aggiuntiva per accedere al centro di Londra, che sarà a carico dei mezzi più inquinanti (veicoli registrati prima degli standard Euro IV, ovvero registrati prima del 2005) e che andrà a sommarsi alla tradizionale Congestion Charge (£11,50 al giorno, per i veicoli endotermici, per accedere al centro della città).

http://www.quattroruote.it/news/eco_news/2016/12/06/motori_diesel_al_bando_in_quattro_capitali_dal_2025.html

Le auto elettriche costano molto e, infatti, questo è uno dei principali ostacoli alla loro diffusione. Ad esempio, la nuova Opel Ampera-e, in uscita nel 2017, avrà un costo di circa 35.000 euro. Nonostante abbia un'autonomia effettiva di 300 km avendo 60 kWh di batteria a bordo, il prezzo elevato può ostacolarne una diffusione su una scala più ampia, soprattutto dove non sono presenti incentivi.

Dato che al momento in Italia non sono previsti incentivi sull'acquisto, è indispensabile intervenire almeno a livello comunale, cercando di offrire ai cittadini il maggior numero di incentivi secondari, come il parcheggio gratuito, l'accesso gratuito alla ZTL, l'accesso alle vie riservate e il miglioramento della rete dei punti di ricarica.