

**Quali  
auto  
per un  
futuro  
migliore ?**



*Un uomo è vecchio solo quando i rimpianti, in lui, superano i sogni*  
*Albert Einstein*

*Il mondo è nelle mani di coloro che hanno il coraggio di sognare  
e di correre il rischio di vivere i propri sogni*

*Paulo Coelho*

# Che auto guideremo nei prossimi anni?



# Ieri, oggi, domani

L'auto ha accompagnato il nostro sviluppo sociale incidendo profondamente nel bene e nel male sul nostro stile di vita .

➔ Fino a circa 10 anni fa , l'auto era il mezzo per socializzare, rendersi liberi, connettersi col mondo , con la prima patente si instaurava un rapporto auto cittadino esclusivo, avvolgente e stimolante.

➔ Con la **crisi economica dal 2008**, questo rapporto comincia ad incrinarsi ed anche in Italia si abbatte la crisi dell'auto che in pochi anni porta ad una diminuzione del mercato del nuovo di quasi il **50% toccando il fondo nel 2013**.

➔ Poi una risalita prima timida e poi sostenuta con incrementi a due cifre delle vendite negli ultimi due anni.

**Tutto come prima quindi ? Non proprio.**

Gli attuali scenari tecnologici e sociali ci indicano chiaramente che il mondo dell'auto vivrà nei prossimi anni profondi ed irreversibili cambiamenti.

# Comparti strategici dell'auto del domani

Già oggi possiamo toccare con mano soluzioni tecniche e funzionalità che solo pochi anni fa erano impensabili .



## Motorizzazioni verso la e-mobility

- Veicoli ibridi ( PHEV ) → Elettrico + Termico
- Veicoli elettrici a batteria ( BEV ) zero emissione
- Veicoli elettrici a Idrogeno ( FCEV ) zero emissione



## Sistemi di trasmissione ( cambi automatici , trazione integrale)



## Assistenza e sicurezza di guida



## Connettività multimediale



## Sistemi d'illuminazione ( Led , Laser , Oled )



## Sistemi per migliorare le condizioni ambientali dell'abitacolo

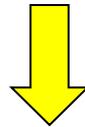


## Gestione del traffico nelle aree metropolitane

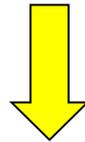
**Crescenti contraddizioni e problematiche che impattano sul territorio e l'ambiente , specie nelle grandi aree metropolitane.**



**Problemi di gestione ed inquinamento ambientale, anche se va detto che le statistiche dei dati d'inquinamento ci dicono che non è l'automobile la prima causa dell'inquinamento ambientale .**



**E' l'auto privata invece la causa prima della congestione ambientale specie nelle aree metropolitane dove sempre di più vivrà l'umanità.**



**Crescente diffusione della mobilità condivisa → “ car sharing”  
che in Italia nelle grandi città sta diventando una realtà matura e in grado di contenere in modo significativo la congestione delle aree cittadine.**

## **Il “ car sharing” in Italia**

**Nell’ultimo triennio si è registrato un tasso di crescita annuale di veicoli in “car sharing” a disposizione dei privati , di circa il 90 %**

**Attualmente circa una trentina di città italiane hanno servizi operativi di “ car sharing” con un parco circolante già ora costituito da oltre il 15% di auto elettriche.**

**Si profila dunque anche sul piano della gestione della mobilità un passaggio epocale dell’auto unitamente ai profondi e irreversibili cambiamenti tecnologici in atto .**

**Da anni infatti quasi tutti i maggiori gruppi automobilistici mondiali studiano e realizzano auto ecologiche in alternativa ai cicli Otto e Diesel.**

# A proposito di car sharing a Milano

Nel sito ufficiale del comune di Milano ( pagina dei Servizi) si legge:

- **Con il termine car sharing** (dall'inglese car "automobile" e il verbo to share "condividere") si intende l'uso collettivo di una o più automobili.  
**Diversamente** dal noleggio, con il car sharing si può utilizzare un'automobile all'occorrenza anche per poco tempo, addirittura solo per alcune ore.  
*Milano, attraverso l'implementazione di questo nuovo servizio, prosegue il suo percorso per portare la sostenibilità sempre più al centro della mobilità cittadina e per farsi trovare pronta ad accogliere qualsiasi esigenza di spostamento.*
- **Il car sharing è conveniente:** non ci sono costi di acquisto e costi fissi annuali (tranne il canone annuale), costi di assicurazione, bollo, parcheggio o affitto garage.  
*Il servizio di car sharing amplia la possibilità per i cittadini di rinunciare all'auto privata a favore di modalità di spostamento più efficienti e sostenibili.  
Le automobili in condivisione possono infine entrare liberamente in Area C e parcheggiare nelle strisce gialle e blu grazie a un contributo annuo versato al Comune di Milano dalla società.*

*Molte sono le società che a Milano offrono il servizio di “car sharing” dislocati in vari punti della città*

*Car2go ... E-vai ...*

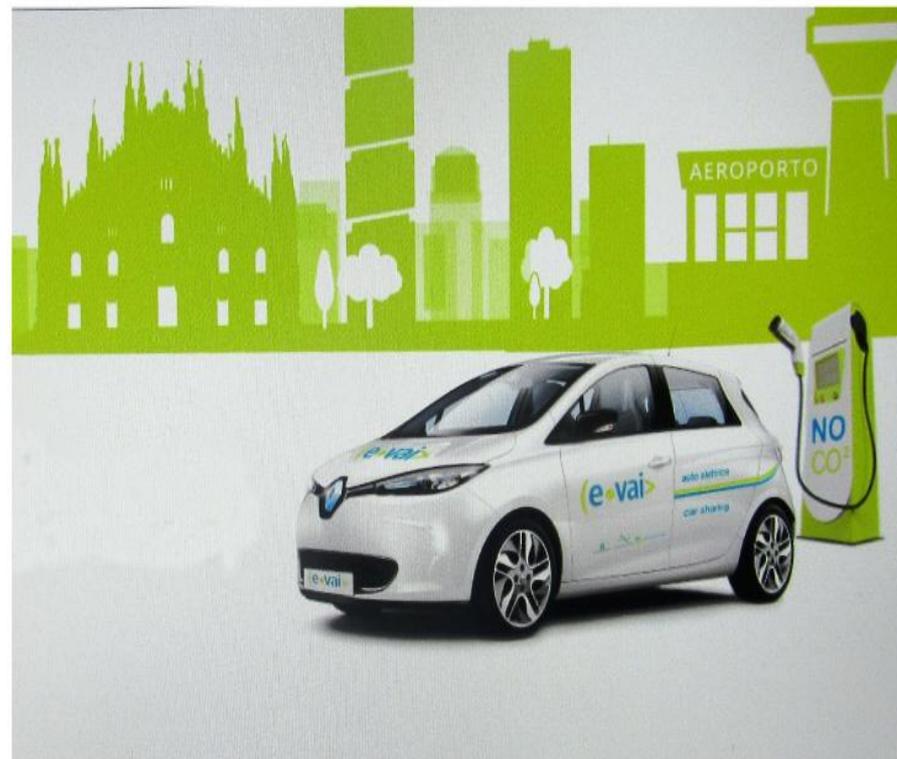
*Guida Mi ... Drive-Now ...*

*Share’Ngo ... Enjoy ...*

*Una precisazione però è d’obbligo:*

*attualmente non tutte le vetture “car sharing” disponibili sono elettriche ( ad esempio i modelli della Enjoy , della Car2go,...)*

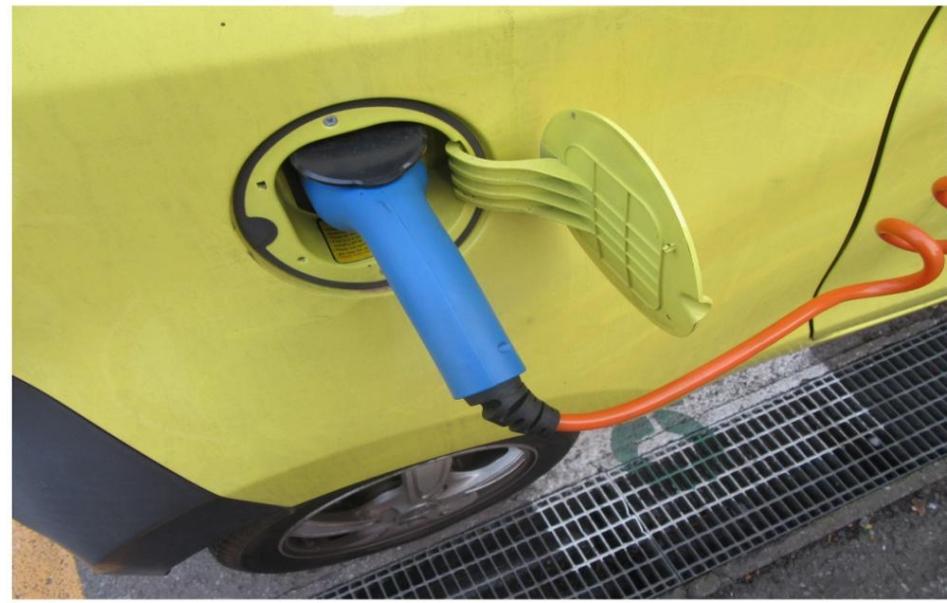
L'AUTO A PORTATA DI UN CLIC.  
**SALI A BORDO E PARTI**



**Guida in libertà... a Milano**



# in via Ripamonti a Milano



# Alcuni numeri dell'auto elettrica

## ricavati da E-Mobility report 2016

### del Politecnico di Milano ( gennaio 2017)

- 1 – Da gennaio a settembre 2016 vendute nel mondo circa 518.000 auto elettriche delle varie versioni compresi gli ibridi con un incremento del 53% rispetto allo stesso periodo 2015
- 2- Stima di chiusura del 2016 con circa **800.000** vetture con una crescita del 40% rispetto al 2015 ( cioè circa lo 0,9 % delle vendite totali nel mondo).
- 3- A livello globale , a fine 2016, sono circa 50 modelli di auto elettriche di 15 case automobilistiche alle quali se ne aggiungeranno 4 nei prossimi anni.
- 4- La **Cina** è attualmente il **maggior mercato mondiale** con circa **225.000** auto vendute nei primi 3 trimestri 2016, con un incremento del 118% rispetto allo stesso periodo 2015
- 5- In **Europa la prima** è l'**Olanda con circa il 25%**, la seconda è la Norvegia con il 18% e a seguire Francia 12%, Regno Unito 14%, Germania 12%

# E in Italia come siamo messi ?

Sempre nel Report del Politecnico si legge che :

- 1- L'Italia pesa per circa l'1% del mercato europeo**
- 2- La quota di mercato dell'auto elettrica è in Italia circa un decimo di quella degli altri paesi europei**
- 3- una delle ragioni che spiega il diverso andamento delle vendite di auto elettriche in Italia è la mancanza di meccanismi d'incentivazione efficaci e significativi come negli altri paesi europei.**

**Un'altra spiegazione dell'attuale poco sviluppo di auto elettriche in Italia ( considerazione non riportata nel report del Politecnico ma accennata in sede di presentazione ) andrebbe ricercata anche nella totale assenza di modelli elettrici della nostra multinazionale FCA ( peraltro attualmente carente in tal senso anche sui mercati mondiali).**

# Quote % del mercato auto per varie alimentazioni.

elaborazione dati immatricolazione in Italia

ALIMENTAZIONE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DIESEL	58,13	55,66	50,57	41,82	54,94	55,20	53,13	53,87	54,91	55,38
BENZINA	40,48	40,57	42,17	36,17	36,24	39,10	33,33	30,80	28,96	31,21
BENZINA + GPL	0,19	1,20	3,43	15,73	14,23	3,19	9,18	8,89	9,15	7,66
BENZINA + METANO	1,06	2,09	3,28	5,66	3,18	2,04	3,44	4,30	4,45	3,47
SOLO METANO	0,08	0,34	0,38	0,26	0,16	0,15	0,38	0,92	0,87	0,53
BENZINA + ELETTRICA	0,09	0,14	0,15	0,35	0,25	0,29	0,40	1,08	1,53	1,62
DIESEL + ELETTRICA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,08	0,05	0,04
ELETTRICA	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	0,07	0,08	0,09

# Gli ultimi dati disponibili in Italia per il 2016

fonte dati Quattroruote + UNRAE

<b>TOTALE Immatricolazioni</b>	<b>1.825.000</b>	<b>%</b>
<b>Totale ibrido</b>	<b>38.060</b>	<b>2,12</b>
<b>Totale elettrico puro</b>	<b>1.326</b>	<b>0,073</b>

# ELETTRICHE Pure vendute in Italia nel 2016

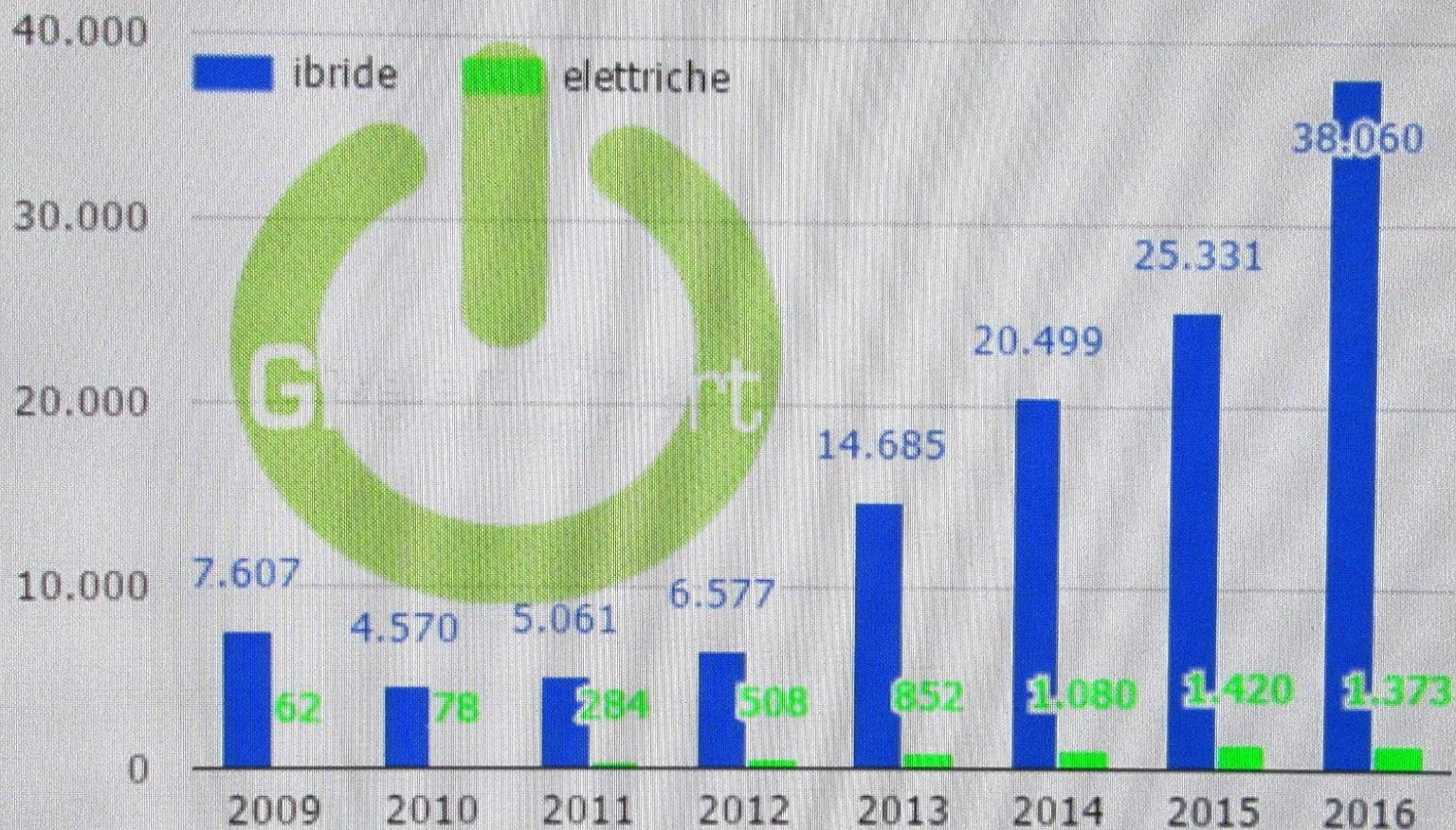
2016		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOTALE
1	Nissan Leaf	24	32	127	46	33	15	16	9	37	24	33	66	462
2	Tesla Model S	12	10	27	20	13	22	23	18	28	14	9	21	217
3	Renault Zoe	3	6	7	5	5	26	8	4	9	39	28	70	210
4	Citroen C-Zero	54	13	6	2	20	19	1	4	4	3	6	2	134
5	Bmw i3	1	3	4		3	1	12	8	23	14	10	12	91
6	Mercedes B 250e	10	2	22	6		2	1	2	23	14	6	2	90
7	Vw e-Up!	2	2	2	4	16	2	1	0		20	3	4	56
8	Peugeot iOn	6	5	1	4			2	1	5		2		26
9	Tesla Model X									7	8	2	6	23
10	Nissan Evalia	1	1			1	2	1		3	2	3	3	17

(photo credit: GreenStart)

Totale 1.326

# Ibride ed Elettriche dal 2009 ad oggi

## Confronto vendite auto ibride e elettriche in Italia (dal 2009 al 2016)



# I primi dati italiani disponibili per il 2017



## LA STRUTTURA DEL MERCATO ITALIANO DELL'AUTOMOBILE IMMATRICOLAZIONI - Gennaio 2017

Per alimentazione	gennaio		Var. % gennaio 2017/2016	quote %	
	2017	2016		2017	2016
Diesel	94.940	88.905	6,8	55,0	56,4
Benzina	58.374	51.794	12,7	33,8	32,9
Gpl	11.413	8.753	30,4	6,6	5,6
Ibride:	4.663	3.310	40,9	2,7	2,1
<i>di cui benzina+elettrica</i>	4.631	3.253	42,4	2,7	2,1
<i>di cui diesel+elettrica</i>	32	57	-43,9	0,0	0,0
Metano	3.089	4.717	-34,5	1,8	3,0
Elettriche	188	115	63,5	0,1	0,1
<b>totale</b>	<b>172.667</b>	<b>157.594</b>	<b>9,6</b>		

# Messaggi chiave

I numeri visti e i dati riportati nel “e-mobility report” del Politecnico, ci danno questo quadro di sviluppo :

- 1 - Il mercato mondiale 2016 delle auto elettriche , ibride comprese, registra consistenti aumenti % rispetto agli anni precedenti :  
circa il 53% rispetto al 2015 e circa il 134 % rispetto al 2014
  
- 2 – **I primi tre mercati mondiali** sono nell’ordine
  - **la Cina** con circa il 43% del mercato mondiale e circa il 118 % di crescita sul 2015
  - **gli USA** con il 62% in più rispetto al 2015
  - **I’ UE** con il 24 % in più rispetto al 2015
  
- 3 – **L’Italia** resta tuttora il fanalino di coda in Europa , per le ragioni già espresse.

# Politiche d'incentivazione attuali

( fonte e-mobility report 2017 Politecnico di Milano )

Paese	Caratteristiche del sistema di incentivazione
Cina	<p>Le auto elettriche in Cina godono di una esenzione dalla tassa di acquisizione, basata normalmente sulla cilindrata e sul prezzo di acquisto. Il valore dell'incentivo erogato oscilla tra i <u>4.500 e gli 8.000 €</u> e solitamente la fascia più bassa di incentivi è applicata per i veicoli PHEV, mentre quella più alta per i veicoli BEV.</p> <p>In Cina inoltre i veicoli elettrici sono esenti dalla tassa di circolazione.</p>
USA	<p>Negli Stati Uniti, i veicoli elettrici godono a livello nazionale di una detrazione fiscale di <u>7.500 €</u> (per i modelli BEV). Per i modelli PHEV si applica una detrazione fiscale compresa tra i <u>2.500 e i 4.000 €</u>. <u>Alcuni Stati offrono ulteriori incentivi: la California, per esempio, offre al momento dell'acquisto uno sconto fino a 2.500 €, il Connecticut fino a 3.000 €.</u> Si stima che la media del valore dell'incentivo offerto da ogni singolo Stato per l'acquisto di un veicolo elettrico si attesta circa sui 1.000 €, sia per BEV e PHEV. Inoltre in alcuni stati sono in vigore esenzioni dalla tassa di registrazione e misure per la riduzione del costo dell'energia per gli utenti di veicoli elettrici.</p>
Giappone	<p>In Giappone gli incentivi sono basati sulla differenza di prezzo tra un veicolo elettrico e un equivalente veicolo tradizionale, con un tetto massimo di circa 7.500 €. Si stima che l'incentivo medio sia pari a <u>5.000 € per un BEV e 3.000 € per un PHEV.</u></p> <p>Inoltre è prevista una riduzione del costo dell'energia per gli utenti di veicoli elettrici.</p>

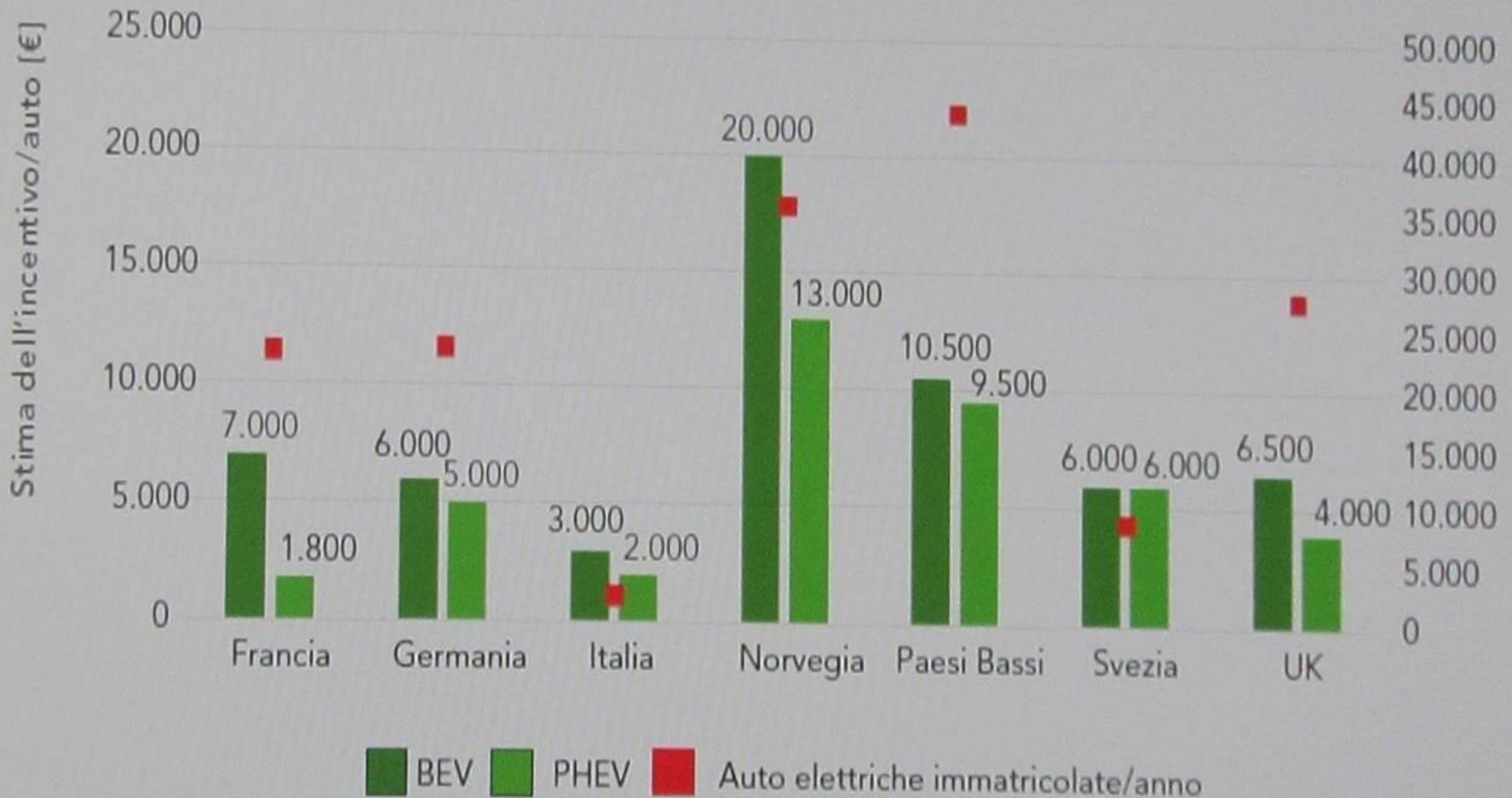
# Politiche d'incentivazione attuali

( fonte e-mobility report 2017 Politecnico di Milano )

Paese	Caratteristiche del sistema di incentivazione
Francia	<p>In Francia dal 2013 è in vigore un sistema di bonus-malus che concede un premio per l'acquisto di un nuovo veicolo elettrico o ibrido:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• per un veicolo che emette tra 61 e 110 g di CO<sub>2</sub>/km, il bonus è di <u>750 €</u>;</li><li>• per un veicolo che emette tra 21 e 60 g di CO<sub>2</sub>/km (generalmente un PHEV), il bonus è di <u>1.000 €</u>;</li><li>• per un veicolo che emette 20 g di CO<sub>2</sub>/km o meno (generalmente un BEV), il bonus è pari a <u>6.300 €</u>.</li></ul> <p>Inoltre le regioni hanno la possibilità di fornire l'esenzione dalla tassa di registrazione (totale o del 50%) per i veicoli a carburante alternativo (elettrici, ibridi, metano, GPL ed E85).</p>
Germania	<p>Dal luglio 2016 in Germania chi compra un BEV può ottenere un incentivo di <u>4.000 euro</u>, una somma che scende a <u>3.000 euro</u> per i modelli PHEV. A poter essere sovvenzionati sono i veicoli prodotti dalle case tedesche e straniere con un prezzo di listino netto fino a <u>60.000 euro</u>. I BEV e PHEV sono inoltre esenti dal pagamento della tassa di circolazione per un periodo di dieci anni a partire dalla data della loro prima immatricolazione e sono previsti posteggi gratuiti per i veicoli elettrici.</p>
<u>Italia</u>	<p>In Italia attualmente <u>non sono previsti incentivi diretti sull'acquisto di auto elettriche</u>. I veicoli elettrici sono esenti dal bollo auto per un periodo di 5 anni dalla data di prima immatricolazione e dopo questo periodo beneficiano di una riduzione del 75% dell'aliquota applicata agli equivalenti veicoli a benzina. Inoltre sono previsti sconti sulla RCA delle auto elettriche. Infine in alcuni dei maggiori comuni (Milano e Roma ad esempio) i veicoli elettrici non pagano il posteggio nelle strisce blu e hanno accesso alle zone a traffico limitato.</p>
Norvegia	<p>In Norvegia, i veicoli elettrici sono esenti dalle tasse di acquisto (circa <u>€ 11.000</u>). I BEV sono anche <u>esenti da IVA</u> (il 25% del prezzo del veicolo prima delle imposte). L'esenzione IVA non si applica ai PHEV. Inoltre per i veicoli elettrici sono previsti numerosi incentivi indiretti come l'esenzione dal pagamento del pedaggio, dei parcheggi e dei biglietti dei traghetti.</p>
Paesi Bassi	<p>Nei Paesi Bassi, dal 2016, <u>le auto con zero emissioni di CO<sub>2</sub> sono esenti dal pagamento della tassa di registrazione</u>. Per altre auto vi è un sistema di tassazione differenziata: vi sono cinque livelli di emissioni di CO<sub>2</sub> e la tassazione è progressivamente crescente all'aumentare delle emissioni di CO<sub>2</sub>/km. I PHEV si attestano al primo livello (emissioni al di sotto di 80 g di CO<sub>2</sub>/km) e pagano <u>6 € per g di CO<sub>2</sub>/km</u>, mentre i diesel che emettono più di 80 g CO<sub>2</sub>/km devono pagare <u>86 € per g di CO<sub>2</sub>/km</u>. Questo tipo di struttura offre notevoli vantaggi sia per i BEV e PHEV rispetto ai veicoli alimentati con un motore a combustione interna. Inoltre i veicoli a zero emissioni sono esenti dal pagamento della tassa di circolazione. Nel 2015 questa agevolazione era applicata anche ai PHEV che emettevano meno di 50 g CO<sub>2</sub>/km, ma a partire dal 2016 per tali soggetti è applicato il 50% della tassa pagata da un veicolo tradizionale.</p>
Svezia	<p>In Svezia, per chi acquista autovetture con livelli di emissioni inferiori a 50 g CO<sub>2</sub>/km a partire dal 2011 è erogato un rimborso pari a 40.000 corone (<u>circa € 4.000</u>). Inoltre i veicoli elettrici (sia BEV che PHEV) sono <u>esenti dal pagamento della tassa di circolazione</u>.</p>
UK	<p>Nel Regno Unito, i BEV ricevono un incentivo all'acquisto <u>fino a 4.500 sterline, circa 5.000 €</u>; i PHEV che hanno un prezzo minore di 60.000 sterline ricevono incentivi pari a <u>2.500 sterline (2.800 €)</u>. Nel Regno Unito inoltre le tasse di circolazione si basano sulle emissioni di CO<sub>2</sub> per chilometro e i BEV ed alcuni PHEV ne sono esenti.</p>

# Incentivi per le elettriche in Europa

fonte e-mobility report 2017 Politecnico di Milano



# Sintesi politiche d'incentivazione attuali

( fonte e-mobility report 2017 Politecnico di Milano )

- Di seguito è riportato il **quadro sinottico dei meccanismi di incentivazione verso le auto elettriche** attualmente presenti nei paesi selezionati

	Incentivi diretti sull'acquisto			Incentivi all'uso e alla circolazione			Quota di mercato delle auto elettriche
	Agevolazioni al momento dell'acquisto	Esenzioni IVA	Detrazioni fiscali	Esenzione dall'imposta di circolazione	Detrazioni sulle tariffe (parcheggi, pedaggi..)	Riduzione del costo dell'energia	
Cina	■	■	■	■	■	■	1%
USA	■	■	■	■	■	■	0,7%
Giappone	■	■	■	■	■	■	0,1%
Francia	■	■	■	■	■	■	1,2%
Germania	■	■	■	■	■	■	0,7%
Italia	■	■	■	■	■	■	0,1%
Norvegia	■	■	■	■	■	■	23,3%
Paesi Bassi	■	■	■	■	■	■	9,7%
Svezia	■	■	■	■	■	■	2,4%
UK	■	■	■	■	■	■	1%

■ **Politica nazionale**

■ **Politica regionale**  
(impatto su almeno il 50% della popolazione nazionale)

■ **Politica regionale**  
(impatto su meno del 50% della popolazione nazionale)

■ **Nessuna politica**



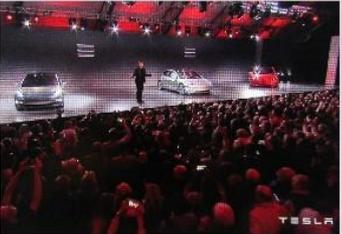
# Ma per il prossimo futuro ?

**In un prossimo futuro potremo disporre di auto totalmente ecologiche ad emissione zero.**

**Questo passaggio dalla propulsione tradizionale alla trazione elettrica è un fenomeno epocale che cambierà nei prossimi anni il concetto di auto molto di più di quanto lo sia stato con l'evoluzione delle tecniche automobilistiche nell'ultimo secolo.**

**Si sta consolidando l'idea che **auto ecologica e auto elettrica siano il binomio vincente nel prossimo futuro** quando relegheranno sempre più le soluzioni tradizionali ( Otto e Diesel) in un passato tecnologico obsoleto e in via di superamento.**

# Una pausa di riflessione



# Un tuffo nel passato alla ricerca del futuro

L'auto elettrica non è una scoperta recente della attuale tecnologia.

E a dire il vero , nella storia dei mezzi di trasporto , furono **le vetture a “vapore”** ad essere **i primi mezzi di locomozione autonoma.**

Sono state prima le vetture a vapore e poi quelle elettriche ad avere la supremazia rispetto alle vetture a combustione interna fino ai primi anni del novecento.

La storia ci dice , per quanto ne possiamo sapere, che il primo uomo che abbia guidato un veicolo senza cavalli fu un ingegnere militare francese, **Giuseppe Cugnot** che ideò e realizzò nel **1769** in Francia un mezzo per trainare pezzi di artiglieria sfruttando la forza del vapore.

E ancora la storia ci dice che **nella metà degli anni “30 dell’ottocento fu realizzata la prima auto elettrica in Inghilterra.**

# A proposito di motori nella storia ...

- |  |             |   |
|--|-------------|---|
| <b>1 - Primo motore a vapore</b>           | <b>1769</b> | <b>francese CUGNOT</b>                  |
| <b>2 – Primo motore elettrico 220 W</b>    | <b>1834</b> | <b>russo JACOBI</b>                     |
| <b>3 - Primo motore a scoppio mono cil</b> | <b>1854</b> | <b>italiani BARSANTI-<br/>MATTEUCCI</b> |
| <b>4 – Primo motore 4 tempi benzina</b>    | <b>1876</b> | <b>tedesco August OTTO</b>              |
| <b>5 – Primo motore 4 tempi gasolio</b>    | <b>1892</b> | <b>tedesco Rudolf DIESEL</b>            |

# Auto a vapore, le prime nella storia.

La prima realizzazione di automobile a vapore risale al **1769** con il “carro a vapore” del francese **Cugnot** caratterizzato da un primitivo motore bicilindrico da 63.000 cc a bassa pressione.



Poi con l'introduzione dei motori a vapore ad alta pressione ( fino a circa 50 Kg/cm<sup>2</sup>) fu possibile realizzare vetture a vapore in grado di circolare realmente sulle strade.

Una prima realizzazione che ebbe sviluppo a Londra e in Inghilterra, fu la vettura dell'inglese **Trevithick ( 1803)**.



Successivamente fino a circa metà del 1800 le auto a vapore ebbero un costante e progressivo miglioramento tecnologico grazie soprattutto alle esperienze nel settore delle locomotive e dei battelli al punto che ebbero un vantaggio iniziale rispetto ai veicoli a combustione interna nati successivamente.

Tra le più rappresentative vetture a vapore che furono commercializzate dalla fine "800 va ricordata l'americana **Stanley** che in varie versioni venne prodotta dalla Stanley Motor Carriage Company dal 1902 al 1924.



*Stanley fine "800*



*Stanley 1909*

# Le auto elettriche

**L'auto elettrica nacque e si diffuse molto prima dell'avvento dei cicli Otto e Diesel.**

**A partire dagli anni "30 del diciannovesimo secolo, in parallelo alle vetture a vapore si svilupparono infatti quelle elettriche le quali ebbero nei decenni successivi priorità commerciale, grazie soprattutto alla loro estrema facilità di guida, silenziosità ed affidabilità di funzionamento con la sola limitazione delle autonomie di percorrenza.**

**Successivamente, grazie ai miglioramenti delle batterie, in Francia e in Inghilterra si svilupparono i primi mercati dell'auto elettrica.**

**In realtà fin ad allora il punto critico erano le batterie non ancora ricaricabili .**

**Solo grazie alla sperimentazione portata avanti da ingegneri francesi tra gli anni "60 e "80 con gli accumulatori ricaricabili, si ebbe una reale diffusione delle vetture elettriche che, a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento, divennero molto competitive nei confronti dei modelli a combustione interna, sia sul piano delle prestazioni che dei fattori funzionali ed inquinanti.**

**Francia e Gran Bretagna ebbero presto posizioni dominanti** sul mercato in Europa e parallelamente oltreoceano le auto elettriche ebbero significativi sviluppi specie negli Stati Uniti , dove nel 1900 nelle città di New York , Boston e Chicago circa il 35 % del parco circolante era rappresentato da vetture elettriche .

Verso la fine del secolo, ancor prima dell'affermazione dei motori a combustione interna, le auto elettriche detenevano anche record di velocità e distanze percorse.

In particolare **nell'aprile 1899** fu raggiunto il **record di velocità di 105,88 Km/h** dal belga **Camille Jenatzy** con un veicolo a forma di razzo , la “ Jamais Contente”.

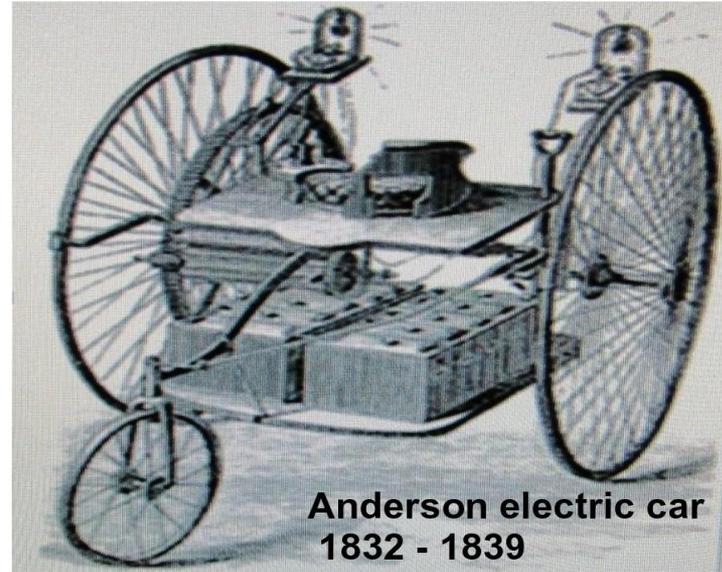
# I primi prototipi di auto elettrica

Negli anni presumibilmente dal **1832 al 1839** l'imprenditore scozzese **Robert Anderson** inventò il primo prototipo di “carrozza elettrica” della storia.

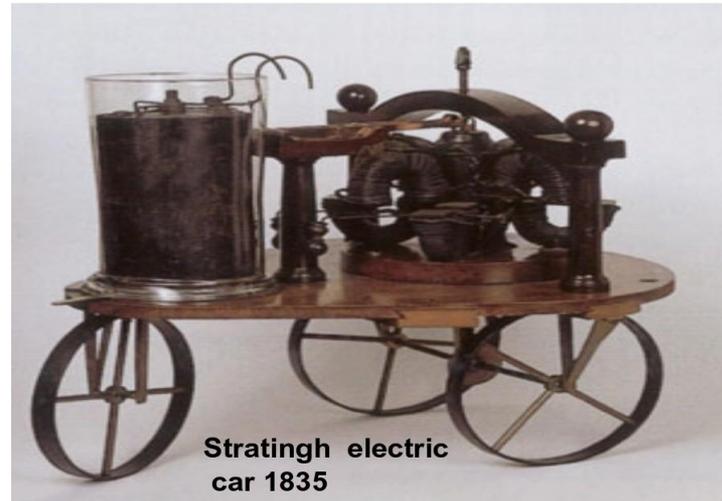
Nel **1834-1835** l'americano **Thomas Davenport** realizzò il primo veicolo elettrico pratico.

**Nel 1835** il **Professore olandese Stratingh** col suo assistente Becker realizzò la prima auto elettrica in scala ridotta.

Erano comunque di mezzi primordiali con batterie primitive **non ricaricabili**, fino a quando nel **1859** il francese **Gaston Plante's** inventò la **1^ batteria ricaricabile**.

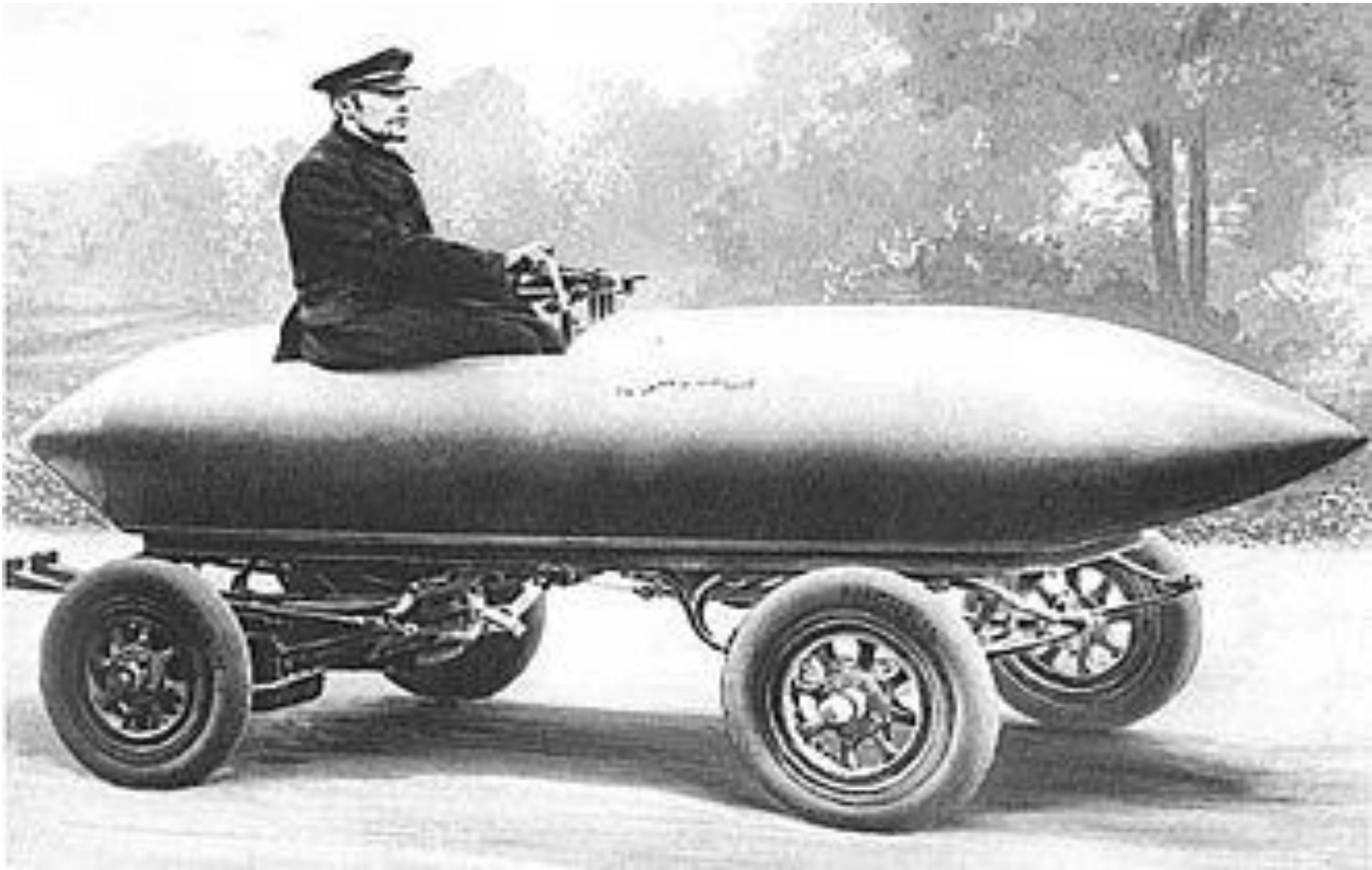


Anderson electric car  
1832 - 1839



Stratingh electric  
car 1835

# La “Jamais contente” di Camille Jenatzy



**Le vetture elettriche si dimostrarono particolarmente adatte per la circolazione urbana, mentre venivano fortemente penalizzate per limiti tecnologici intrinseci per quei tempi (elettronica di gestione inesistente, batterie primitive, basse percorrenze e velocità limitate a circa 25-30 Km/ora).**

**Ciononostante, a fine “800 le elettriche vendevano di più di quelle a combustione interna e la sfida , ancora oggi impari ,con le vetture a combustione , era allora più equilibrata. Le maggiori case produttrici dell’epoca (come la *Baker Electric, la Detroit Electric, ...*) battevano le loro concorrenti a combustione .**

**Ad esempio in quel periodo in USA la compagnia elettrica *The Vehicle Electric Company* era la principale produttrice di auto e la Ford non era ancora nata.**

**Ma in quel tempo il problema inquinamento ambientale non era ancora emerso in maniera evidente e prioritaria come oggi, e così le peculiari proprietà positive delle elettriche passarono gradualmente in seconda linea rispetto alle crescenti prestazioni e affidabilità dei motori a combustione favoriti quest’ultimi anche dalla capillare diffusione sul territorio dei punti di rifornimento dei combustibili liquidi.**

**Iniziò così , a partire dai primi anni del “900 il declino delle auto elettriche e la storia e la tecnologia decretarono l’avvento massiccio dell’era del petrolio quale fonte primaria per la produzione dei combustibili liquidi.**

**Gradualmente, a causa dei limiti tecnologici delle batterie e della gestione funzionale dei motori elettrici da un lato e della crescente e capillare diffusione dei punti di rifornimento dei combustibili per i veicoli a benzina dall’altro, le auto a combustione interna presero il sopravvento e le tecnologie elettriche tornarono via via ... nei cassetti degli archivi tecnologici.**

**Ma ancora verso la metà degli anni “20 del “900 le elettriche non erano completamente sparite dal parco circolante : l’ultima importante industria di automobili elettriche , l’americana “Detroit -Electric “ cessò definitivamente l’attività produttiva nel 1938 .**

# L'avvento delle auto a combustione interna

**Grazie alla tecnologia, le vetture a combustione interna , contrariamente alle elettriche, aumentarono notevolmente la loro affidabilità e prestazioni sul finire del diciannovesimo secolo.**

**L'energia elettrica non era ancora molto diffusa e costava molto, per contro la scoperta di nuovi e sempre più estesi giacimenti petroliferi aumentò enormemente la disponibilità di petrolio e di conseguenza abbassò i prezzi dei prodotti derivati, quali la benzina .**

**Un altro fattore determinante fu la rivoluzione industriale , che trovò poi le sue forme più complete e sistematiche con la razionalizzazione del lavoro e la meccanizzazione delle produzioni introdotte da **Henry Ford** nella produzione della famosa **Ford "T"** a partire dal 1908.**

**E così in poco tempo le auto a combustione conquistarono quella posizione dominante sul mercato che perdura tuttora.**

**Fu veramente solo frutto delle innovazioni tecnologiche ?**

**Vi sono tuttora tesi che sostengono che le innovazioni tecnologiche siano influenzate in modo determinante da variabili socio-culturali ed interessi economici .**

**Ad esempio , nel suo libro “ The Electric Vehicle and the Burden of History” , il professore **David Kirsch** della UCSD ( University of California San Diego) sostiene in sostanza che il successo delle auto a benzina a scapito di quelle elettriche non sarebbe stato decretato soltanto da condizioni oggettive e tecnologiche ma anche da condizionamenti dell’ industria a difesa di interessi economici globali.**

# Il ritorno delle elettriche

E' soltanto a cavallo degli **anni "60-70"** che si riaccese l'interesse per le auto elettriche , prima grazie ai movimenti ecologisti che cominciarono a sensibilizzare opinione pubblica ed autorità contro i rischi dell'inquinamento legato all'eccessivo utilizzo dei combustibili fossili e poi per effetto delle **prime crisi petrolifere** connesse alle vicende mediorientali .

Fu così che le più importanti case automobilistiche cominciarono ad investire nella ricerca e svilupparono vari prototipi elettrici, ma gli entusiasmi per questo settore non durarono nel tempo.

**Il primato dei motori a combustione infatti non fu mai seriamente messo in discussione,** anche perché non si riusciva a risolvere il problema fondamentale delle vetture elettriche:

**la bassa e inadeguata capacità di immagazzinamento di energia elettrica nelle batterie e i loro inaccettabili tempi di ricarica.**

## Dagli anni “90 ad oggi

Dopo una fase di ristagno degli anni “80 , l’attenzione e l’interesse per le auto elettriche tornarono in primo piano negli anni “90 quando le **continue crisi petrolifere** , con conseguente crescente dipendenza dei prezzi del petrolio dagli eventi socio-politici da un lato e i guasti provocati all’ambiente dai gas serra dall’altro, sensibilizzavano sempre più l’opinione pubblica e spinto le amministrazioni ad adottare provvedimenti *ad hoc* pur non determinando una vera e propria inversione di rotta, perché gli interessi economici globali erano ancora predominanti a favore delle vetture tradizionali.

E’ invece **col nuovo millennio** che la ricerca di una **mobilità sostenibile** caratterizza sempre di più le agende delle amministrazioni sia in Europa che nel resto del mondo. **Gli obiettivi ecologici** a difesa di un ambiente più sostenibile, stanno diventando prioritari e i governi di alcuni paesi Europei ( in particolare il nordeuropa) stanno mettendo a punto politiche e leggi per la **riduzione e messa al bando dei veicoli a combustione** nei prossimi anni, anche se interessi economici globali sono tuttora predominanti a favore delle vetture tradizionali.

# Accordo di Parigi per un clima più pulito

Conferenza di Parigi sui cambiamenti climatici, **COP 21 ( 11-12 2015)**.

Per la prima volta in oltre 20 anni di mediazione da parte delle Nazioni Unite, un accordo vincolante e universale sul clima, è stato accettato da tutte le nazioni.  **impegno di bloccare l'aumento della temperatura del pianeta sotto i 2 C°, facendo tutti gli sforzi possibili per restare entro 1,5 C° nel più breve tempo possibile.**

**Accordo sottoscritto da 180 Paesi** con l'impegno di ratifica da parte dei vari paesi secondo le proprie leggi.

Le due principali economie del pianeta, Stati Uniti e Cina, che insieme producono il 38% delle emissioni globali, hanno annunciato la ratifica dell'accordo il 3.9.2016.

**L'Italia ha ratificato l'accordo al Senato il 27-10-2016.**

# Il mercato dell'ibrido e dell'elettrico

## stato dell'arte e prospettive

**Il trend commerciale degli ultimi anni conferma anche per l'Italia la previsione di una potenziale crescita del mercato delle auto ibride ed elettriche anche se con numeri attualmente nettamente inferiori a quelli delle altre nazioni europee.**

**Quasi tutte** le maggiori case automobilistiche hanno in listino o stanno studiando nuovi modelli puntando a migliorare le autonomie di percorrenza , i tempi di carica e la durata delle batterie.

**La sfida dell'industria automobilistica per ridurre l'impatto negativo dei veicoli tradizionali sull'ambiente è una realtà con investimenti crescenti in RS e sul campo .**

**L'industria automobilistica sta dunque scommettendo sempre di più sulla e-mobility .**

**Le tecnologie offrono inoltre concrete opportunità in operazioni di retrofit di conversione delle auto tradizionali a combustione in versioni “ecologiche“.**

# Le nuove frontiere tecnologiche

Dopo anni di progressi e miglioramenti significativi in ambito di sicurezza del conducente e dei passeggeri, di riduzione delle emissioni da gas di scarico e di efficienza nel consumo di carburante, quasi tutte le case automobilistiche hanno iniziato a investire in modo deciso nella ricerca e sviluppo di forme di propulsione alternative al motore a combustione interna.

Le soluzioni sono molteplici e per ora nessuna si è affermata nettamente sulle altre;

Si passa da soluzioni con **carburanti più puliti** : bioetanolo, biodiesel, GPL, metano .

A soluzioni intermedie **ibrido-elettriche** ( da tempo le più diffuse )

A soluzioni a **zero emissioni, vale a dire auto a batteria e a fuel cell.**

Ogni tecnologia ha i punti a favore e svantaggi, oltre a prospettive di diffusione differenti.

**Ma una cosa è certa**, per avere auto a zero emissione, le attuali conoscenze tecnologiche ci indicano le due strade maestre :

**BEV ( Battery Electric Vehicle) e FCEV ( Fuel Cell Electric Vehicle )**

# Una precisazione sulle elettriche

**I veicoli elettrici in verità non sono esenti dal produrre inquinamento: le batterie vanno ricaricate e l'energia elettrica necessaria spesso è prodotta (almeno attualmente) da centrali termoelettriche, che bruciano quindi petrolio, gas o carbone.**

**Però bisogna considerare che:**

- l'inquinamento rimane comunque localizzato in zone non densamente popolate, e in genere distanti dai luoghi di utilizzo**
- le auto elettriche quando sono ferme in coda non consumano elettricità e non inquinano**
- se l'energia elettrica è prodotta da centrali a energia rinnovabile (FV, Eolica, Idraulica) l'intera filiera di utilizzo è a zero emissione.**
- I motori elettrici godono di un'efficienza maggiore che superano il 90%, contro il **limite termodinamico** del 28% dei motori a benzina e del 40% dei diesel.**
- i sistemi di controllo consentono una serie di vantaggi funzionali legati alla versatilità e alla multimedialità d'uso tipiche della gestione elettronica.**

**Finora i vantaggi dell'auto elettrica.**

**Quali sono ad oggi gli svantaggi tecnologici ?**

- ▲ Il primo è la **capacità delle batterie** in relazione anche al loro peso per unità di energia accumulabile e la conseguente autonomia tra una carica e l'altra .
  
- ▲ Oggi i nuovi modelli offrono già percorrenze accettabili ( oltre 300 Km)  
Il secondo problema ancor più determinate del primo è l'ancora elevato tempo di ricarica delle batterie. Attualmente i tipi di ricarica sono i seguenti:  
Ricarica lenta difficilmente gestibile con le esigenze del trasposto quotidiano  
Ricarica veloce con tempi che scendono ma con il rischio di una maggiore usura della batteria  
Ricarica parziale (biberonaggio): una ricarica lenta svolta ripetutamente per frazioni del 10-20% con durata brevi.  
**Da questo punto di vista solo la tecnologia Fuel Cell offre la soluzione equivalente a quella dei motori a combustione ( cariche di H2 in tempi di pochi minuti)**

Una soluzione alternativa si sta facendo strada : **la batteria “muletto”**

vale a dire la sostituzione della batteria scarica con una carica disponibile **a rotazione** nelle stazioni di servizio → necessità di standardizzazione dei tipi di batterie e dell'hardware di montaggio.

# Sistemi di ricarica batterie

( fonte e-mobility report 2017 del politecnico di Milano )

Modi di ricarica	Corrente	Potenza	Tipologia	Tempo di ricarica	Altre caratteristiche	Ambito di applicazione
<b>Modo 1</b>	Max 16 A	3-7 kW	Lenta	6-8 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usa una presa AC non dedicata;</li> <li>• il cavo non è fisso né all'auto né alla presa;</li> <li>• nessun interruttore differenziale sul cavo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• domestico</li> </ul>
<b>Modo 2</b>	Max 16 A (domestico) Max 32 A (industriale)	3-7 kW	Lenta	4-8 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usa una presa AC non dedicata;</li> <li>• il cavo non è fisso né all'auto né alla presa;</li> <li>• interruttore differenziale sul cavo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• domestico</li> <li>• industriale</li> </ul>
<b>Modo 3</b>	Max 63 A	3-22 kW	Lenta, accelerata e veloce	6-8 h (lenta) 1-2 h (accelerata) 20-30 min (veloce)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usa una presa AC dedicata;</li> <li>• il cavo non è fisso né all'auto né alla presa;</li> <li>• punto di controllo permanentemente installato nel punto di ricarica;</li> <li>• comunicazione tra auto e punto di ricarica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• domestico</li> <li>• Industriale</li> <li>• pubblico</li> </ul>
<b>Modo 4</b>	80 - 200 A	> 22 kW	Veloce	10-15 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• corrente di ricarica alternata convertita in continua in un punto di ricarica;</li> <li>• corrente fornita all'auto attraverso un cavo permanentemente fissato al punto di ricarica;</li> <li>• comunicazione tra auto e punto di ricarica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• domestico</li> <li>• Industriale</li> <li>• pubblico</li> </ul>



# Spinte a favore dell'auto elettrica

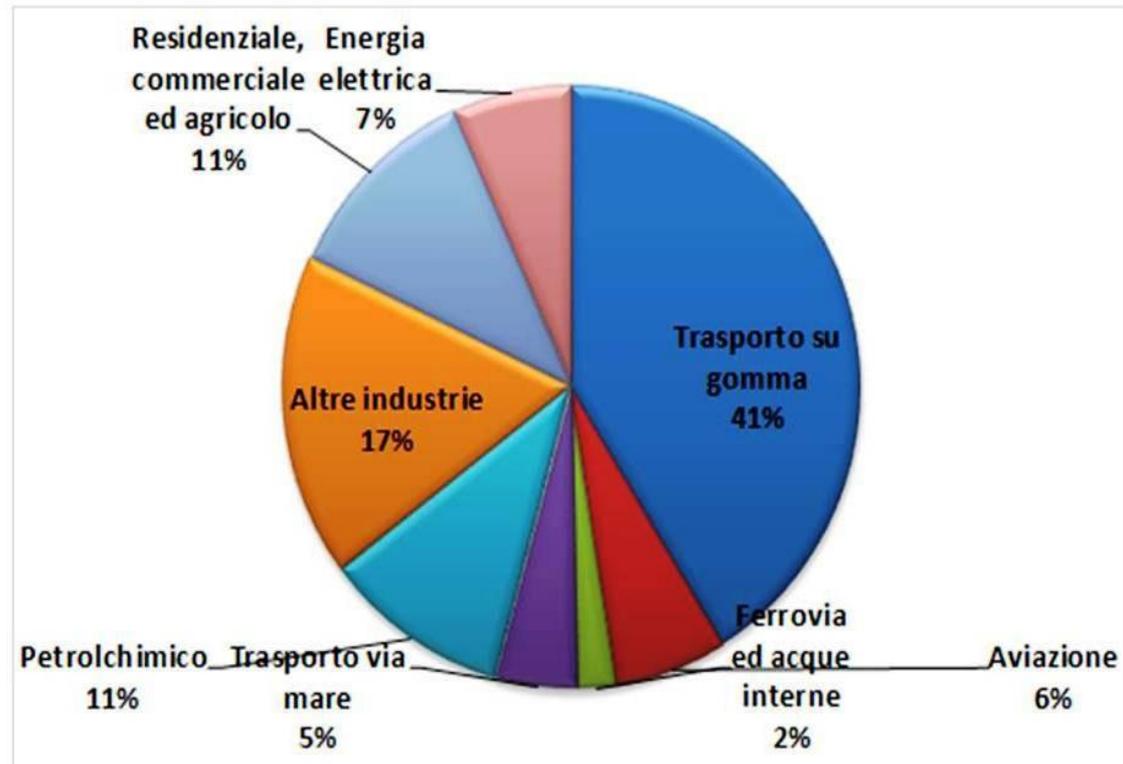
Il petrolio è la prima fonte energetica per **gli autotrasporti ( oltre il 40% )**.

Due elementi di primaria importanza spingono a favore dello sviluppo dei veicoli elettrici,

- Variabilità del costo del greggio anche legato alle situazioni di crisi sociopolitiche
- Aumento dei costi di ricerca ed estrazione legati anche al progressivo esaurimento delle riserve

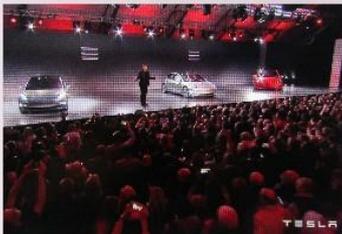
L'insieme di questi fattori unitamente ai problemi d'inquinamento ambientale, porteranno sempre più ad utilizzare le ecotecnologie dell'auto.

Utilizzo finale di petrolio per settore



Fonte: rielaborazione dati OPEC

# Una pausa di riflessione



# Principali architetture dell'auto elettrica

**Sono molti ormai i nuovi modelli elettrici che verranno commercializzati a breve , arricchiti da varianti tecnologiche migliorative sia nel settore dell'ibrido che dell'elettrico ( a batteria o a fuel cell ) .**

**Ma al di sopra delle innovazioni tecnologiche è utile esaminare **alcuni punti fermi, cioè le soluzioni tecnico assiemiche di base per le tre grandi famiglie di vetture ecologiche** che caratterizzano gli sviluppi e gli investimenti della quasi totalità dei Costruttori mondiali .**

**Questa rapida carrellata delle attuali soluzioni tecnologiche potranno essere di aiuto per meglio comprendere e vivere l'affascinante stagione di progresso evolutivo verso l'auto del domani.**

# Ibrido Serie non più usato

## schema di principio

Il motore termico alimenta il motore elettrico con un gruppo di conversione .

L'energia superflua serve per ricaricare la batteria.

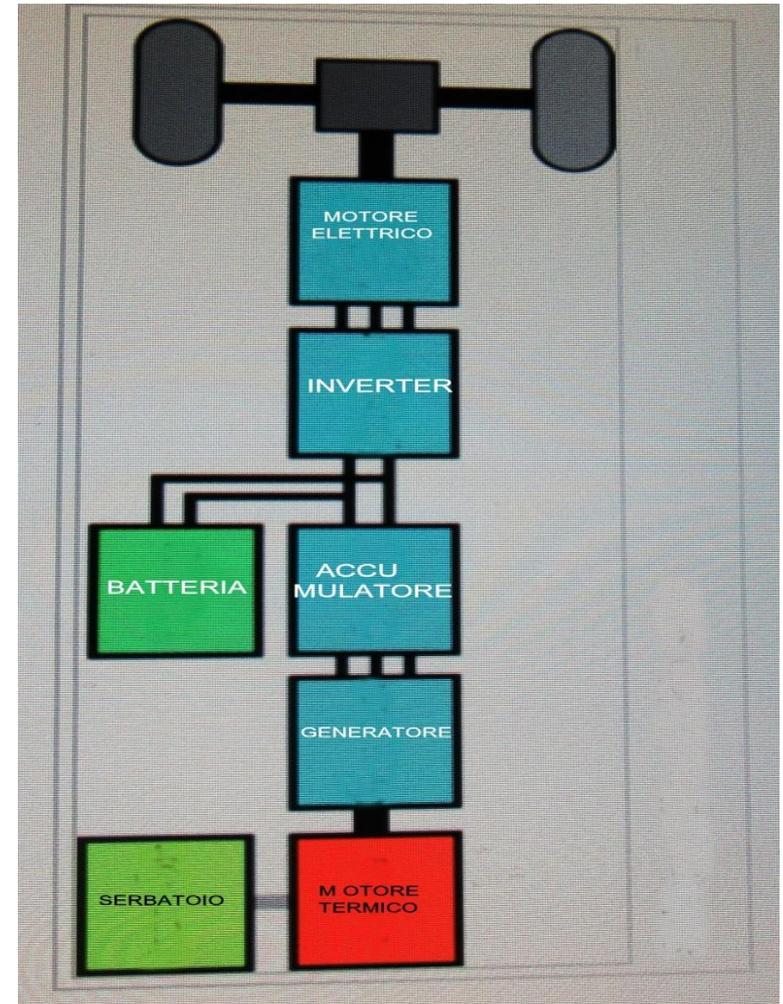
Nella richiesta di massima potenza , questa viene erogata sia dal motore termico che dalle batterie.

### Vantaggi:

- Nessun legame fisico tra motore termico e ruote ( assenza di frizione e cambio).
- Motore termico di ridotta potenza
- Piene prestazioni solo con motore elettrico con vantaggi di controllo dei parametri della trazione.

### Svantaggi:

- riduzione del rendimento del gruppo MT-Conversione a causa appunto della conversione termica - elettrica.
- Componentistica elettrica dimensionate per la piena potenza
- Batterie molto ingombranti



# Ibrido autoricaricabile

Questa soluzione prevede un'unità propulsiva costituita soltanto da motori elettrici ( ad esempio uno per asse nel retrotreno) alimentati da batterie al litio che sono a loro volta ricaricate durante il movimento da un motore generatore termico a benzina posizionato anteriormente.

**Il motore termico non trasmette la potenza direttamente alle ruote, ma serve per ricaricare le batterie** di alimentazione dei motori elettrici. tramite un generatore elettrico intermedio.

Questo sistema ibrido delega all'elettrico il ruolo di propulsione utile e al termico quello di ricarica, consentendo un aumento di autonomia ( fino a circa 500 Km) .

I due motori elettrici inoltre sono **ricaricati in movimento** tramite il sistema della frenata rigenerativa o in sosta tramite una normale presa elettrica.

# Ibrido Parallelo (standard attuale)

## schema di principio

### Configurazione utilizzata da tutte le auto ibride attuali.

Un nodo di accoppiamento meccanico consente l'erogazione della potenza motrice da entrambi i motori, secondo tre configurazioni:

- **Pre – trasmissione ( in figura) ( m.e. a monte del cambio)**
- Post-trasmissione ( m.e. a valle del cambio)
- Post – Ruote (i due assali hanno due motorizzazioni meccanicamente indipendenti,)

Nella maggior parte dei casi attuali, la potenza dominante è quella termica mentre il motore elettrico ha la semplice funzione di fornire una maggiore potenza nei momenti di necessità ( partenza, accelerazione, velocità massima).

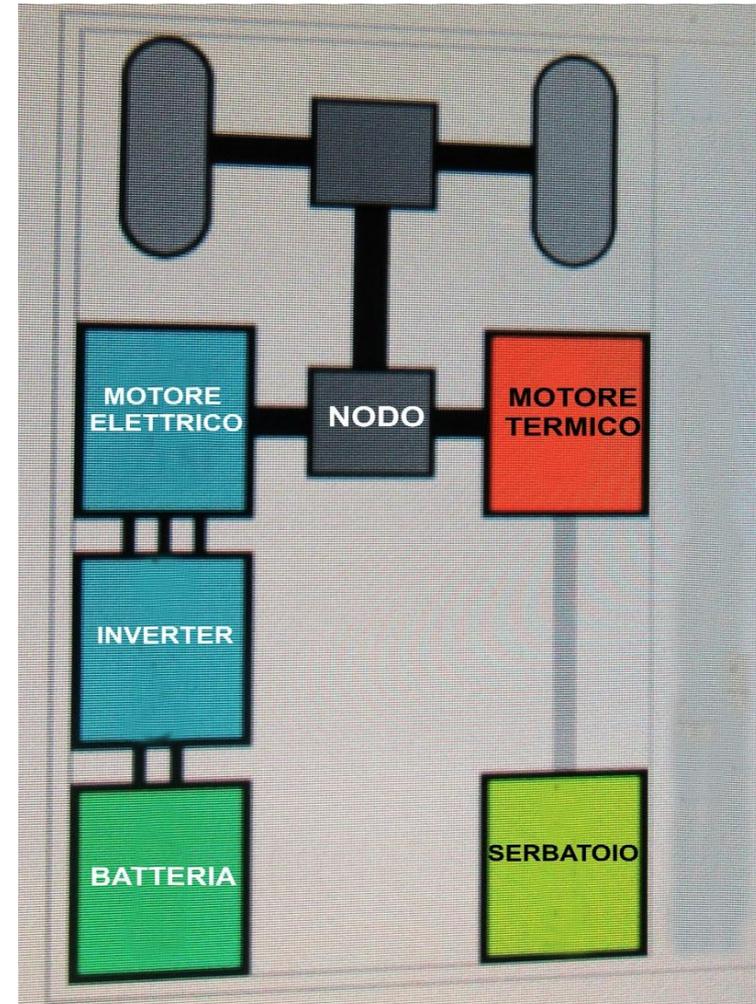
Normalmente il cambio è automatico o sequenziale tipo scooter.

### Vantaggi :

- Componenti elettrici quali azionamento e batterie dimensionati non per la piena potenza. .
- Uso di cilindrata termiche più basse in quanto alle massima velocità il motore termico è supportato da quello elettrico (batteria permettendo).

Conclusione: gli ibridi paralleli sono adatti nei percorsi cittadini, meno nelle lunghe percorrenze autostradali..

**E ciò ci riporta al problema madre di tutte le auto ecologiche :  
la durata e capacità delle batterie.**



# Cosa significa “ibrido”

Interazione tra i due motori ( elettrico + termico) controllata elettronicamente

**Il motore elettrico** entra in funzione nelle partenze da fermo con l'energia accumulata nelle batterie e dà la spinta necessaria per raggiungere basse velocità.

Superata una certa velocità e nei momenti in cui c'è bisogno di maggior potenza, parte il motore termico.

Da lì in poi, i due motori sono in grado di funzionare insieme grazie alla gestione elettronica che modula l'interazione in ogni istante. L'unico intervento del guidatore è quando decide di andare in modalità solo elettrica, ma solo per brevi tragitti.

**In partenza o a basse velocità**, la vettura è alimentata dal motore elettrico.

**Quando c'è bisogno di ulteriore potenza**, il motore elettrico si combina con il motore a benzina per massimizzare le prestazioni.

A velocità di guida costante l'auto è alimentata sia dal motore elettrico che da quello a benzina nella configurazione che permette di risparmiare più carburante.

**Decelerazione/frenata** La batteria si ricarica ogni volta che deceleri o freni, non serve nessun intervento manuale per avere sempre carica sufficiente.

**Con Start e Stop**, da fermo i due motori si spengono automaticamente. , consentendo di risparmiare carburante e ridurre le emissioni di gas di scarico.

# Ibrido diesel

**E' questa una soluzione ibrida molto promettente in grado di ridurre le emissioni di CO2 a livelli vicini a 100g/Km.**

**Si prevede l'abbinamento di un motore diesel ad uno elettrico .**

**Un opportuno sistema di gestione elettronico consente il funzionamento in **due modalità**.**

**La prima :** i due motori lavorano in modo alternato e precisamente il motore diesel sulle ruote anteriori nei percorsi extraurbani e quello elettrico su quelle posteriori nei percorsi urbani. La commutazione da un propulsore all'altro avviene grazie a un sistema elettronico Stop&Start.

**La seconda :** i due motori funzionano in contemporanea in particolari condizioni di marcia quali ad esempio la fase di accelerazione nei sorpassi.

# Ibrido Plug-In ( PHEV)

**Sono i veicoli ibridi (di norma in versione parallela) con possibilità di ricarica esterna.**

**La batteria è attualmente dimensionata per poche decine di chilometri e può essere caricata da una rete esterna , fermo restando le problematiche circa i tempi di carica.**

**Quando la batteria si scarica ad un livello di circa il 30-40% , l'auto entra in normale funzionamento ibrido .**

**E' stato calcolato che con batterie dimensionate per percorrenze di circa 40 Km , si potrebbero soddisfare ad "emissioni zero" circa il 60% dei bisogni di mobilità cittadina in Italia , dando così un potenziale concreto contributo alla risoluzione del problema dell'inquinamento nelle grandi aree metropolitane.**

# Sistema elettrico BEV

Tre componenti fondamentali del sistema-veicolo:

- **Motore elettrico** di norma del tipo sincrono trifase a magneti permanenti
- **Pacco batteria ricaricabile** con sistema ricarica a plug in
- **Gruppo inverter ( DC-CA)** di alimentazione m.e. con gestione elettronica e regolazione funzionalità , cioè regolazione della quantità di potenza regolata dal conducente col pedale acceleratore → velocità.
- Negli ultimi modelli BEV viene sempre più ottimizzata la collocazione del pacco batteria anche per facilitarne l'estrazione per i ricambi.

# La moderna architettura modulare dell'auto elettrica

Tutti i più recenti modelli BEV sono caratterizzati dalla cosiddetta “ **piattaforma modulare**” che consente di variare ed adattare passi e carreggiate differenti. La piattaforma modulare diventa quindi la base per diverse tipologie di carrozzerie. In questo senso si parla di progetti open source che favoriscono la convergenza e le sinergie dei progetti di case automobilistiche diverse ma dello stesso gruppo , consentendo così notevoli economie di scala .

La piattaforma modulare elettrica comprende in generale i seguenti componenti

- **moduli strutturali (telaio principale, posteriore, sottotelai)**
- **moduli sospensioni – freni – gruppi ruota – sterzo**
- **moduli trazione elettrica (motore, inverter-controller, accessori)**
- **moduli pacco batterie**
- **elementi di interfaccia predisposti per l'implementazione delle carrozzerie**

Nelle seguenti slides alcune tipiche piattaforme modulari.

# Piattaforma Mercedes



# Piattaforma modulare polivalente MQB Volkswagen

## Drive systems in MQB

### Conventional

TSI petrol  
EA211

TDI diesel  
EA288



### Alternative/renewable



EcoFuel  
CNG



BiFuel  
LPG



FlexFuel  
ethanol

### Electric

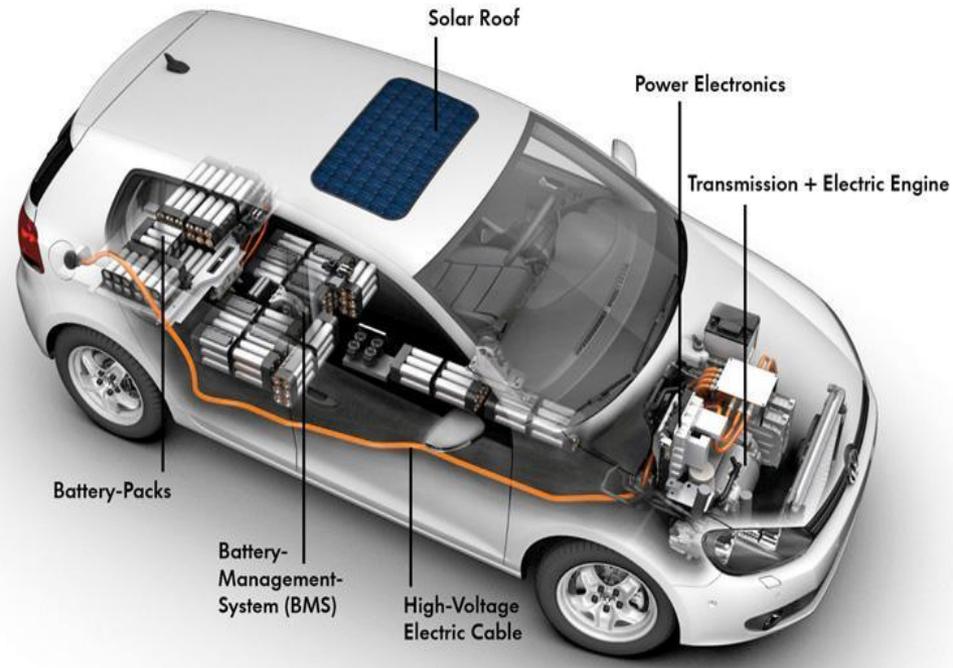


Plug-In

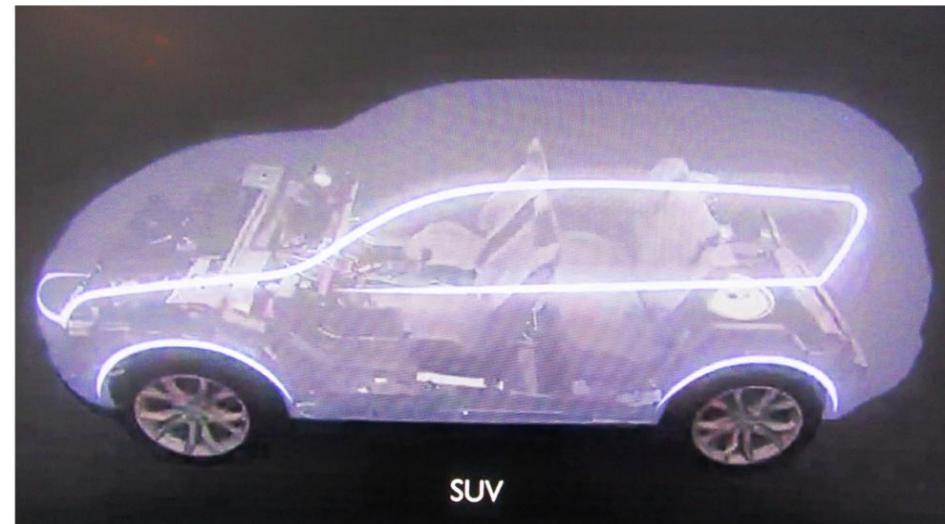
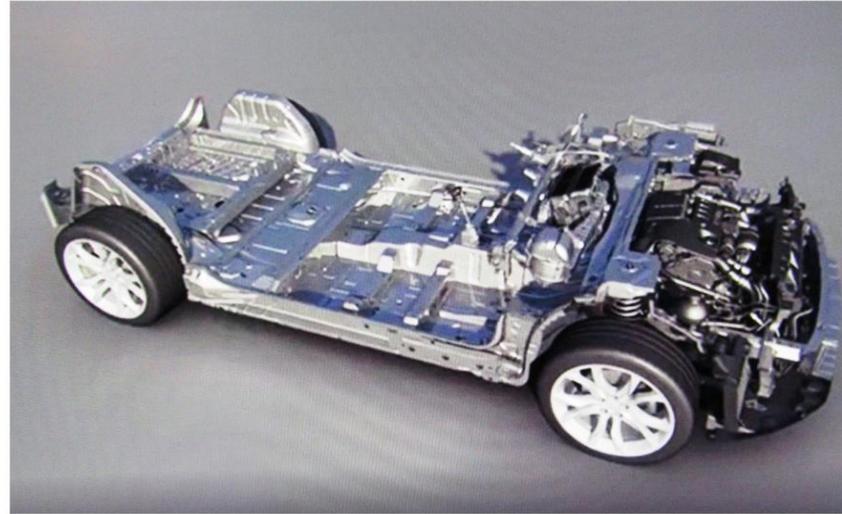
e-  
DRIVE



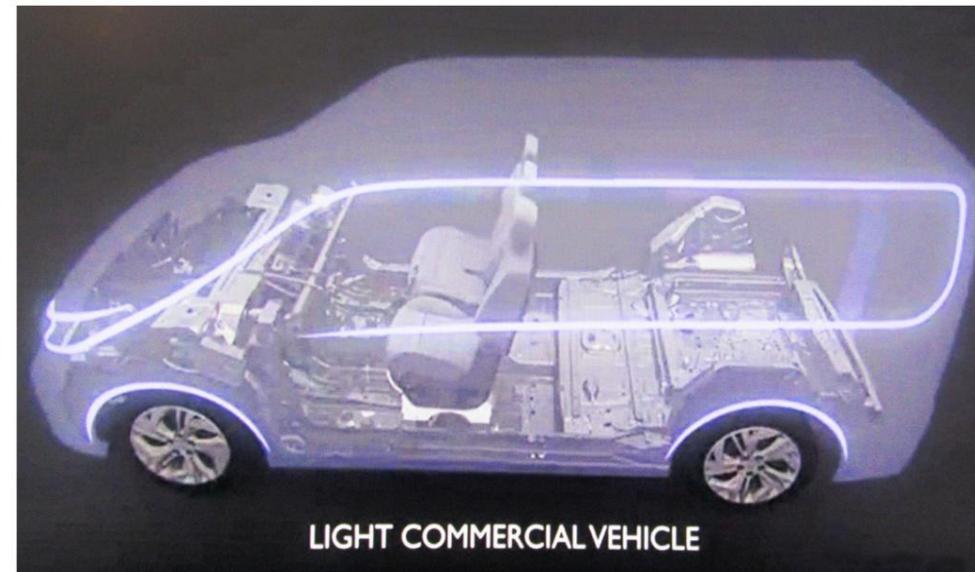
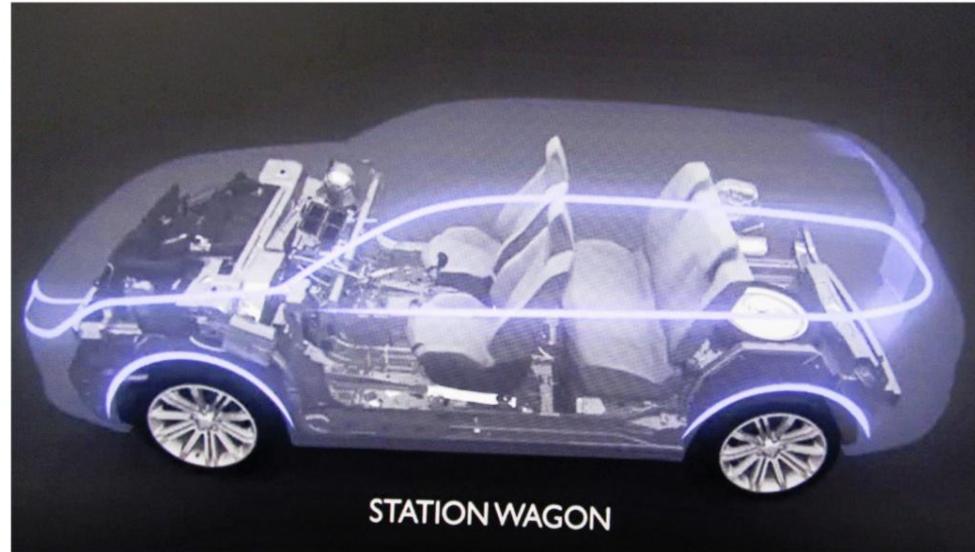
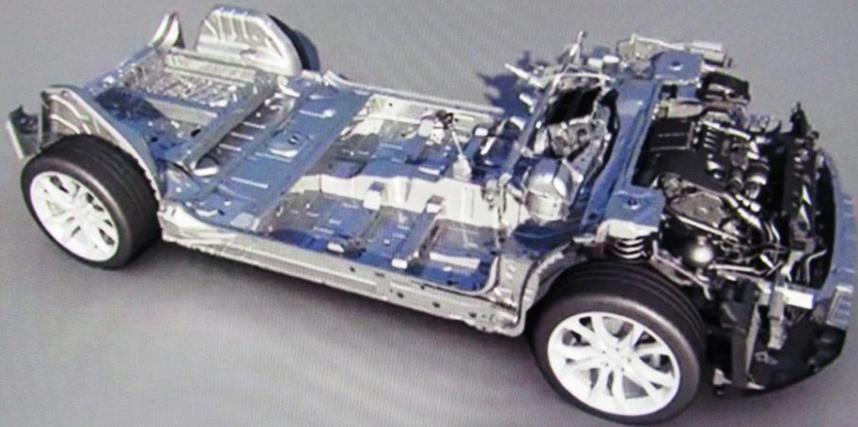
# Esempi MQB - W



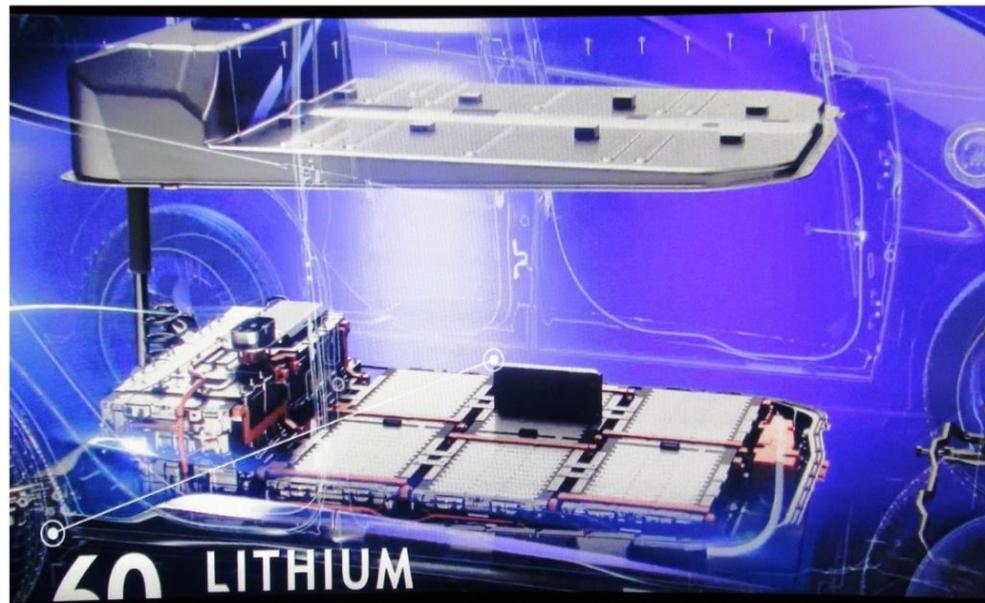
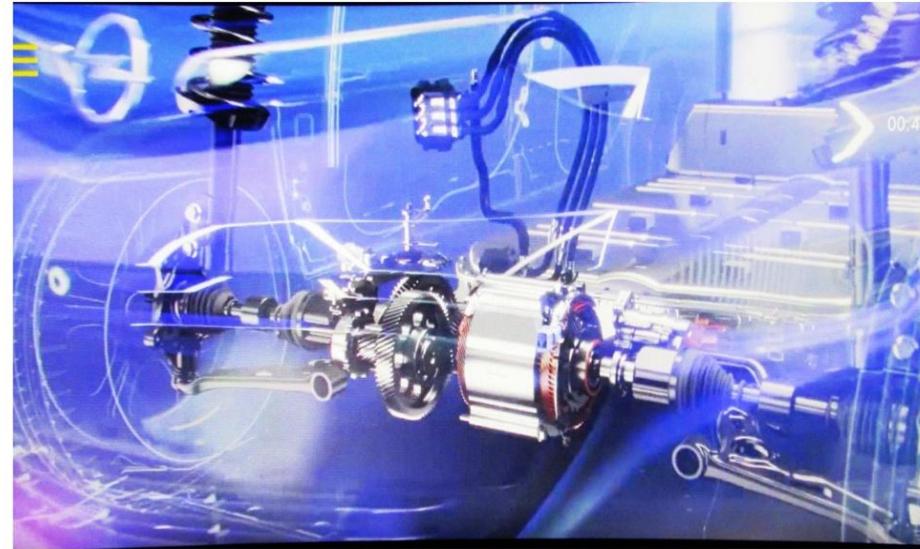
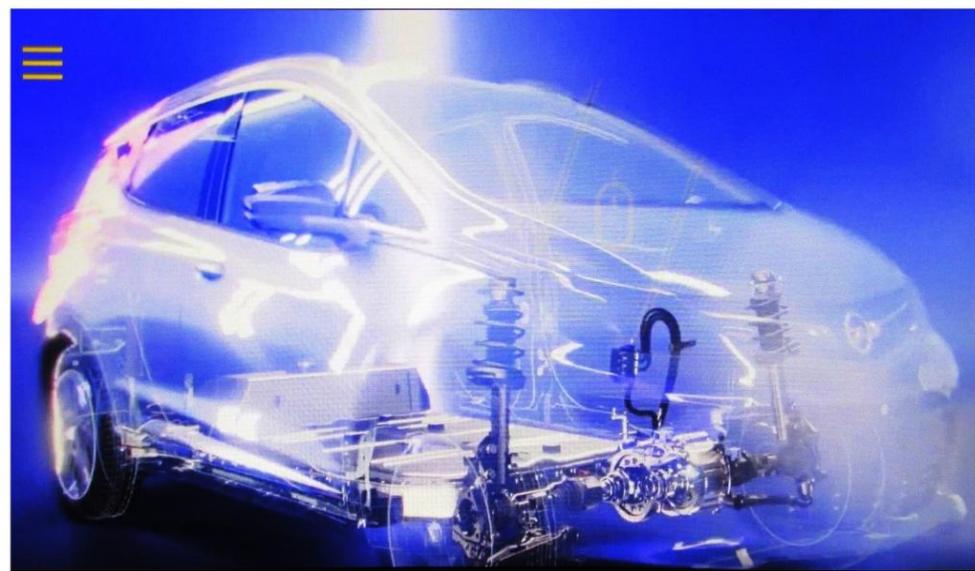
# Piattaforma PSA Peugeot Citroen



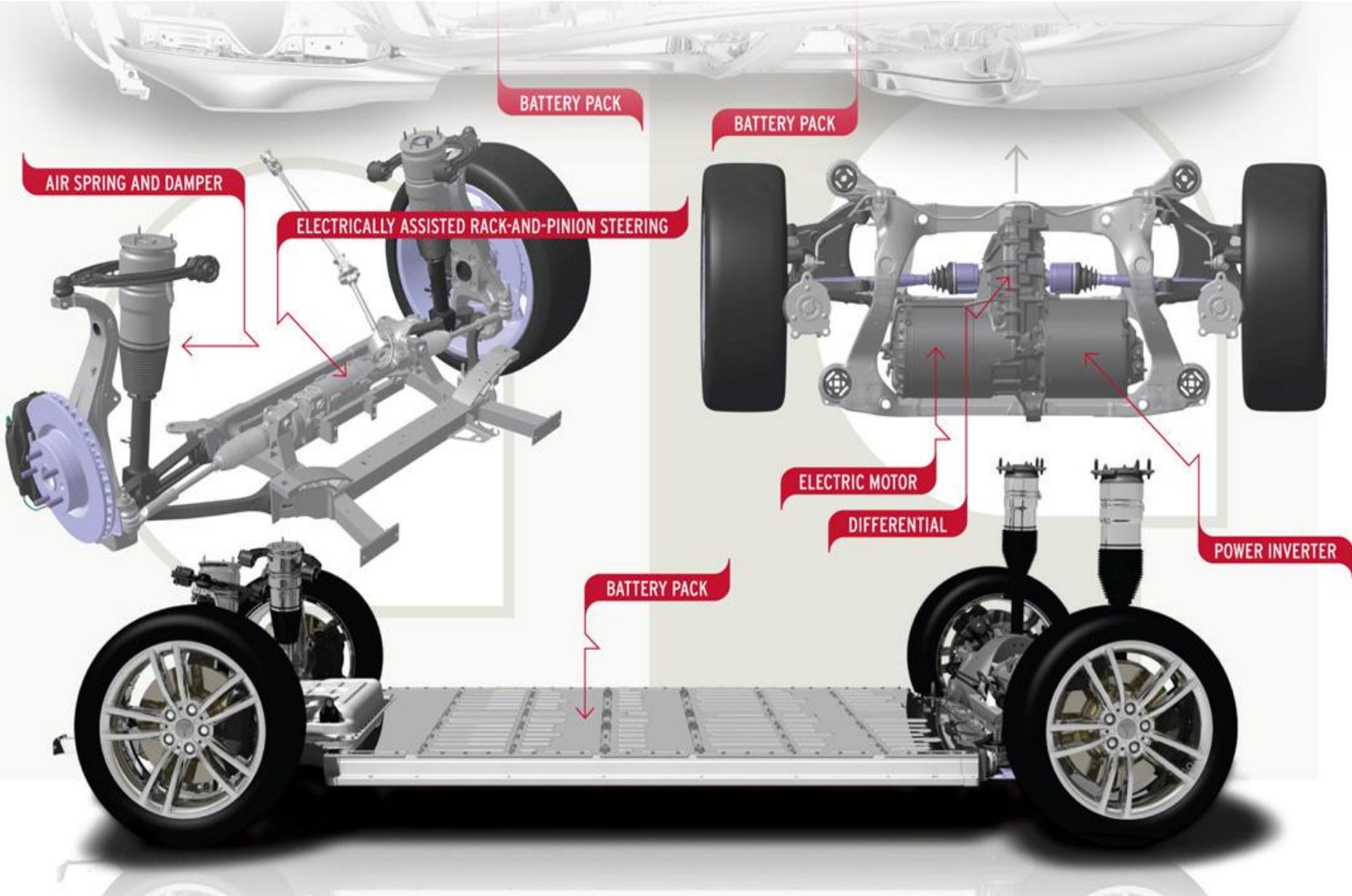
# Piattaforma PSA Peugeot Citroen



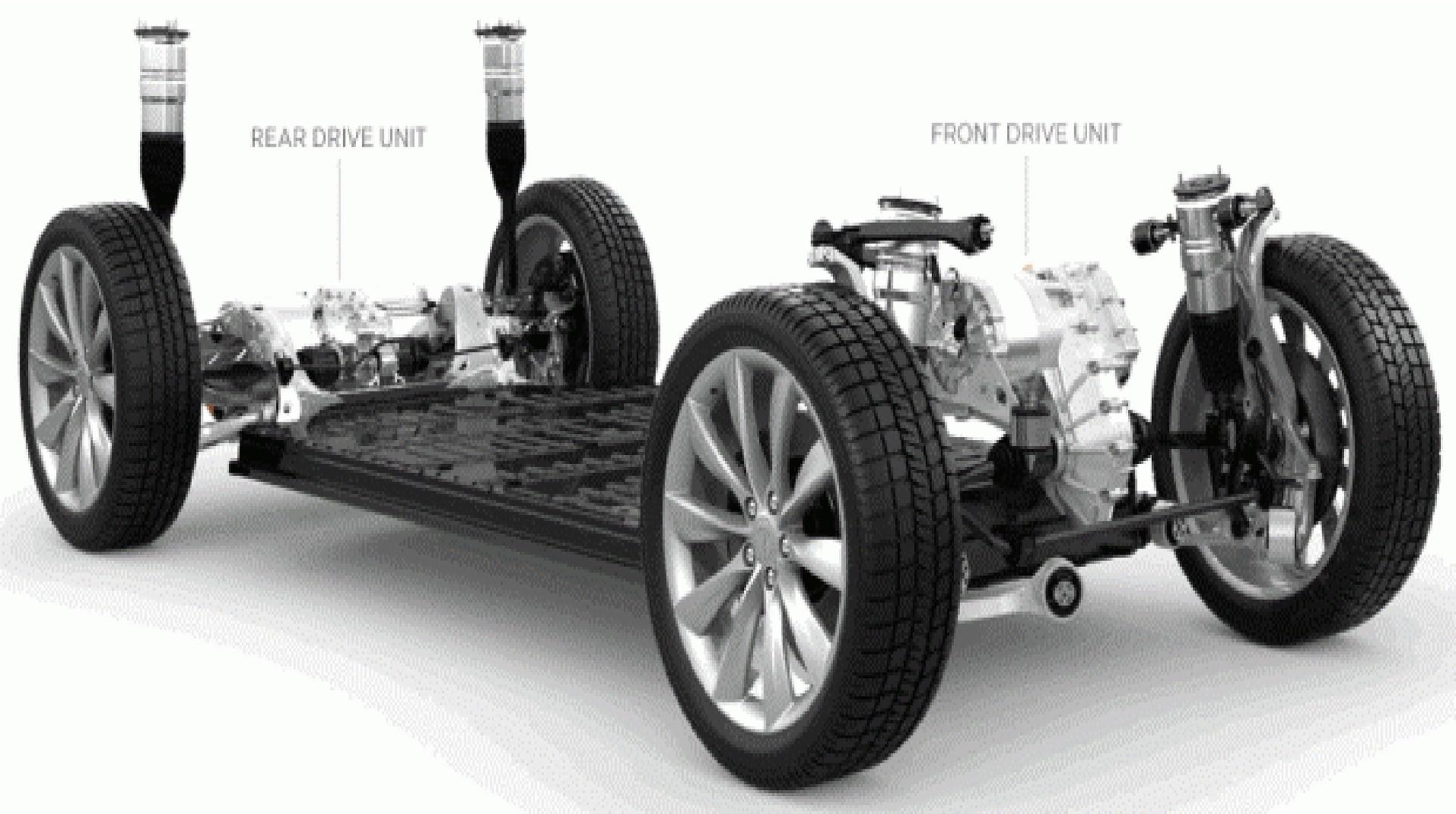
# Piattaforma della nuova Opel Ampera-e



# Piattaforma Tesla monodrive ( 1 solo motore )

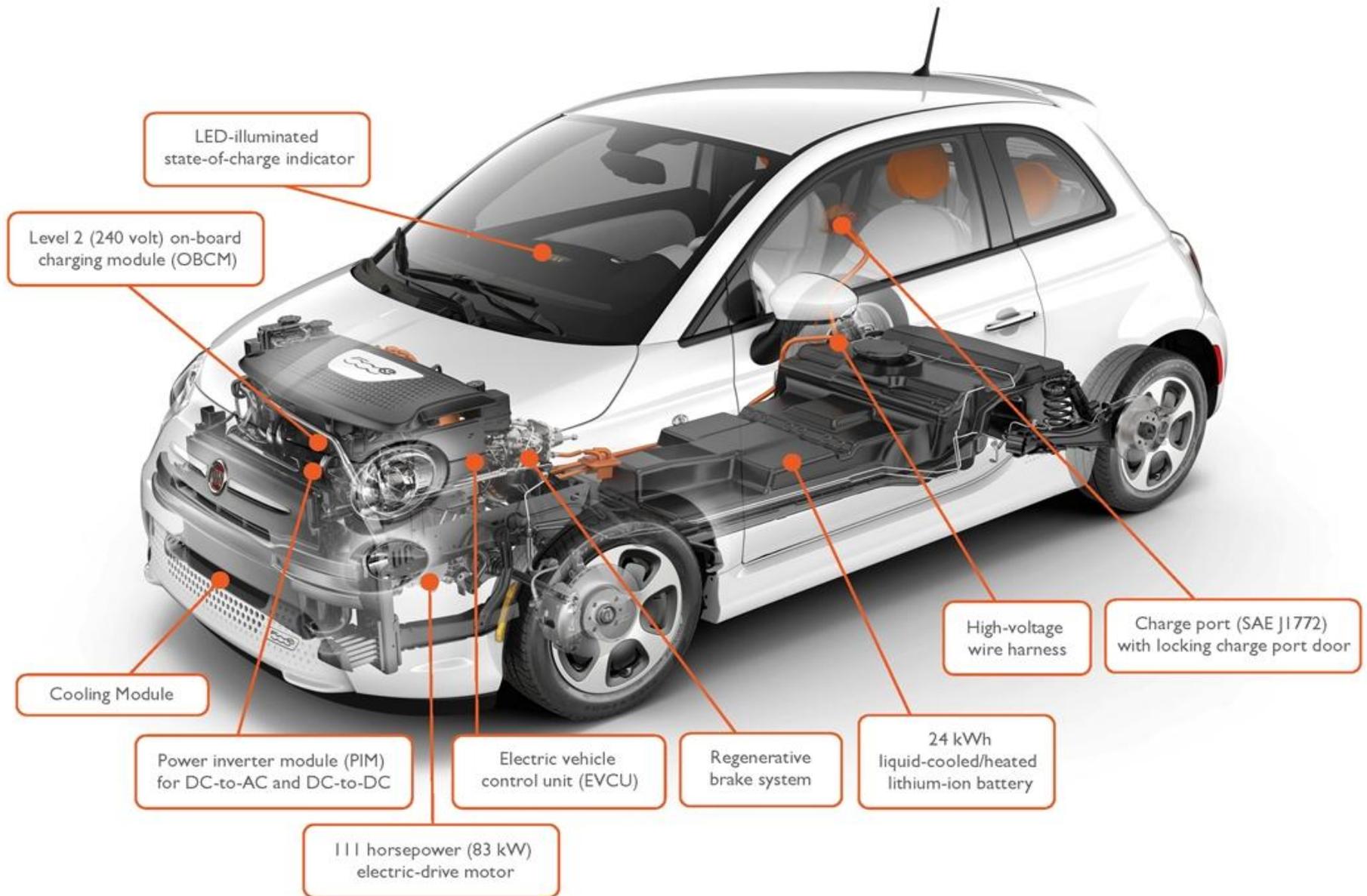


**Piattaforma del SUV Tesla X con 2 motori (il secondo entra in funzione solo in condizione di poca aderenza o quando serve più potenza). Per questa soluzione sono previste 2 pacchi batterie per garantire un'autonomia accettabile.**



# 500E

# Unica ma ... non ultima



# 2012

# Fiat 500 E per mercato California

<b>Motore</b>	<b>Sincrono a magneti permanenti con inverter</b>
<b>Potenza (Kw -CV)</b>	<b>83 - 111</b>
<b>Batteria ioni di litio</b>	<b>capacità 24 KWh</b>
<b>Velocità max (Km/h)</b>	<b>140</b>
<b>Caratteristiche batteria</b>	<b>Autonomia 160/128 Km tempo carica 4h a 220 Vca</b>
<b>Consumo normalizzato</b>	<b>18Kwh/100Km pari a 2lt benz/100Km</b>
<b>Lung x Larg x Alt (mm)</b>	<b>3617 x 1628 x 1526</b>
<b>Passo (mm)</b>	<b>2300</b>
<b>Peso ( Kg)</b>	<b>1340</b>
<b>Peso/Potenza (Kg/CV)</b>	<b>12,07</b>



# Il giudizio americano sulla 500E

Los Angeles 25.02.2013

*The new Fiat 500e Best-in-class performance*

*Designed to be an Electric Vehicle without compromise, the Fiat 500e 2013 relies on the winning formula of offering a compact car - a characteristic trait of the 500 - adding a new electric battery-powered engine which develops a horsepower of 111 (83 kW) and which is recharged in under 4 hours thanks to the 240 V level-2 (OBCM) on-board charging module.*

*The EPA - the US Environmental Protection Agency - has valued the performance in the extra-urban cycle of the new Fiat 500e: the result is 108 MPGe, a value yet unbeaten by any electric vehicle on the US market. In detail, the MPGe is the measurement unit developed by the EPA to determine how many miles an electric vehicle can cover with a quantity of electricity generated by a battery, with the same energy content as a gallon of petrol.*

*The tests carried out by the EPA showed that, on a full charge, the Fiat 500e has a range of approximately 140 km, **the best value among all electric vehicles on the US market produced by the major car manufacturers.***

# La soluzione in-wheel electric motor

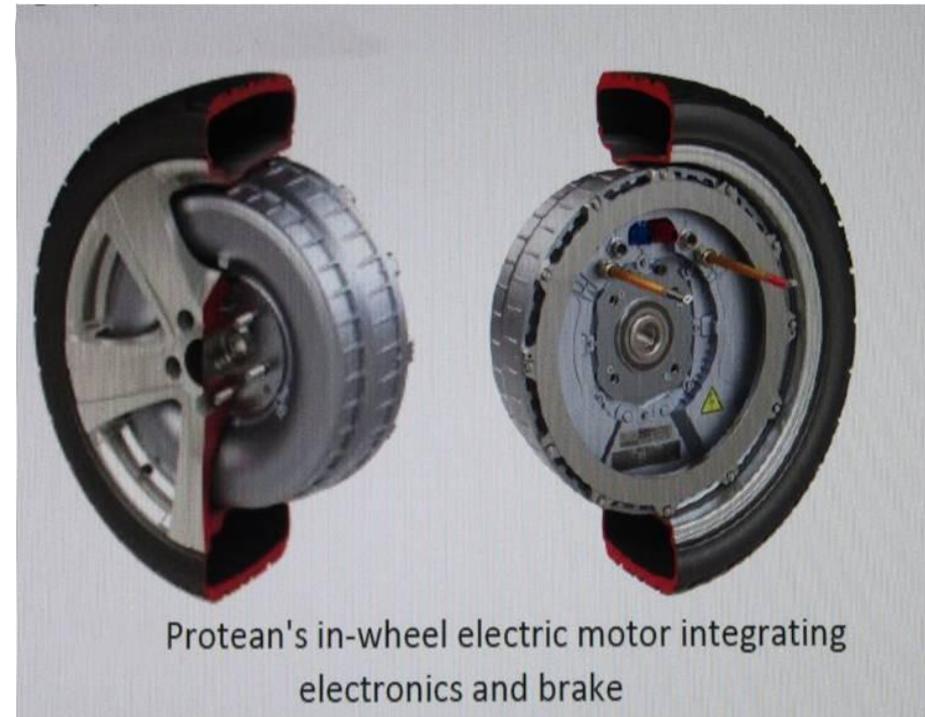
Da anni si studiano e si sono realizzate soluzioni che prevedono i motori elettrici montati coassiali con le ruote in un tuttuno funzionale.

Con i sistemi di propulsione **alloggiati nell'interno dei cerchi ruota in un corpo unico** si ottengono piattaforme modulari che ottimizzano al meglio l'allocazione delle batterie dei sistemi di gestione elettronica a tutto vantaggio dell'abilità dei passeggeri .

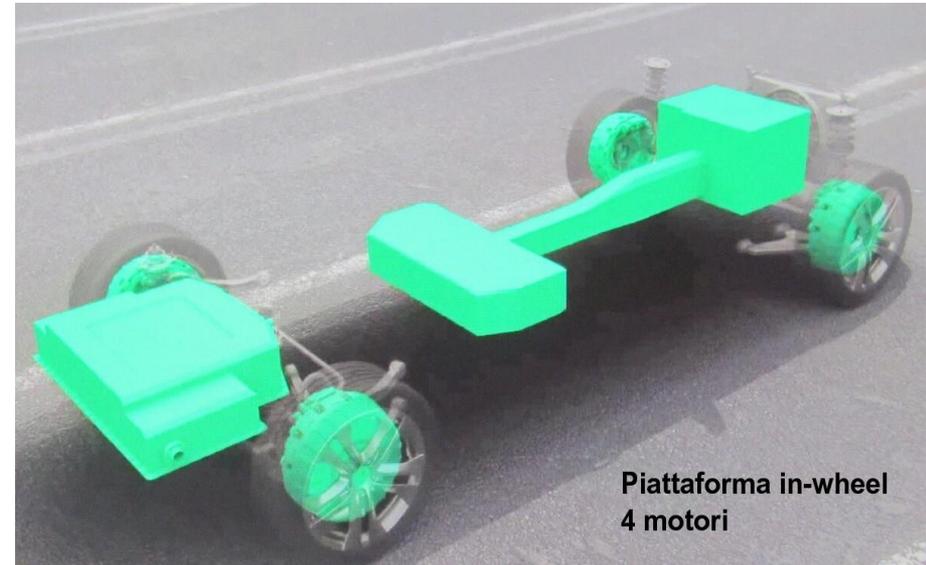
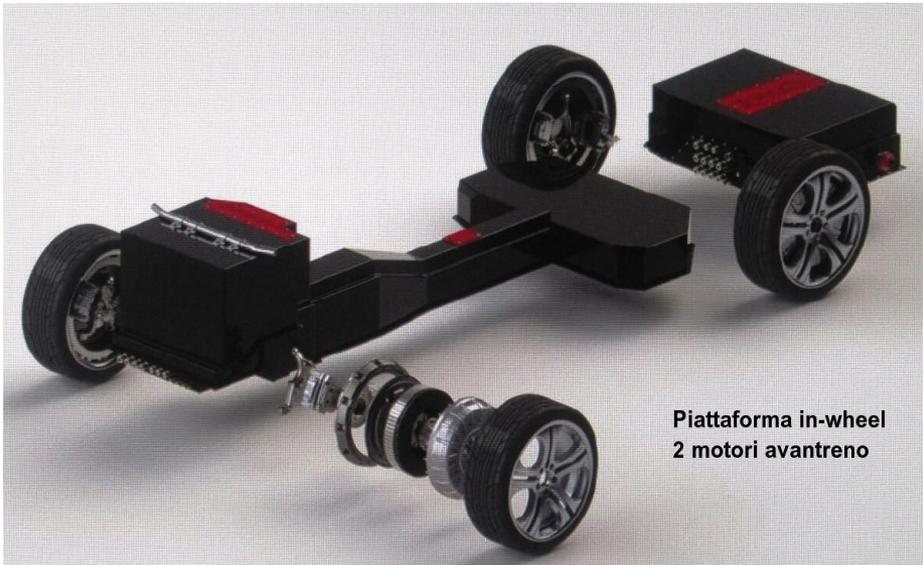
Questa tecnologia è portata avanti in sintonia con le esigenze progettuali sia delle versioni ibridi che soprattutto delle BEV

## Tipico schema di realizzazione di in-wheel electric motor.

Come si vede dallo spaccato, il tutto è coassiale e annegato praticamente nell'ingombro del cerchione ruota, e viene gestito funzionalmente dal software .  
Questa soluzione elimina , tra l'altro, qualunque tipo di differenziale.



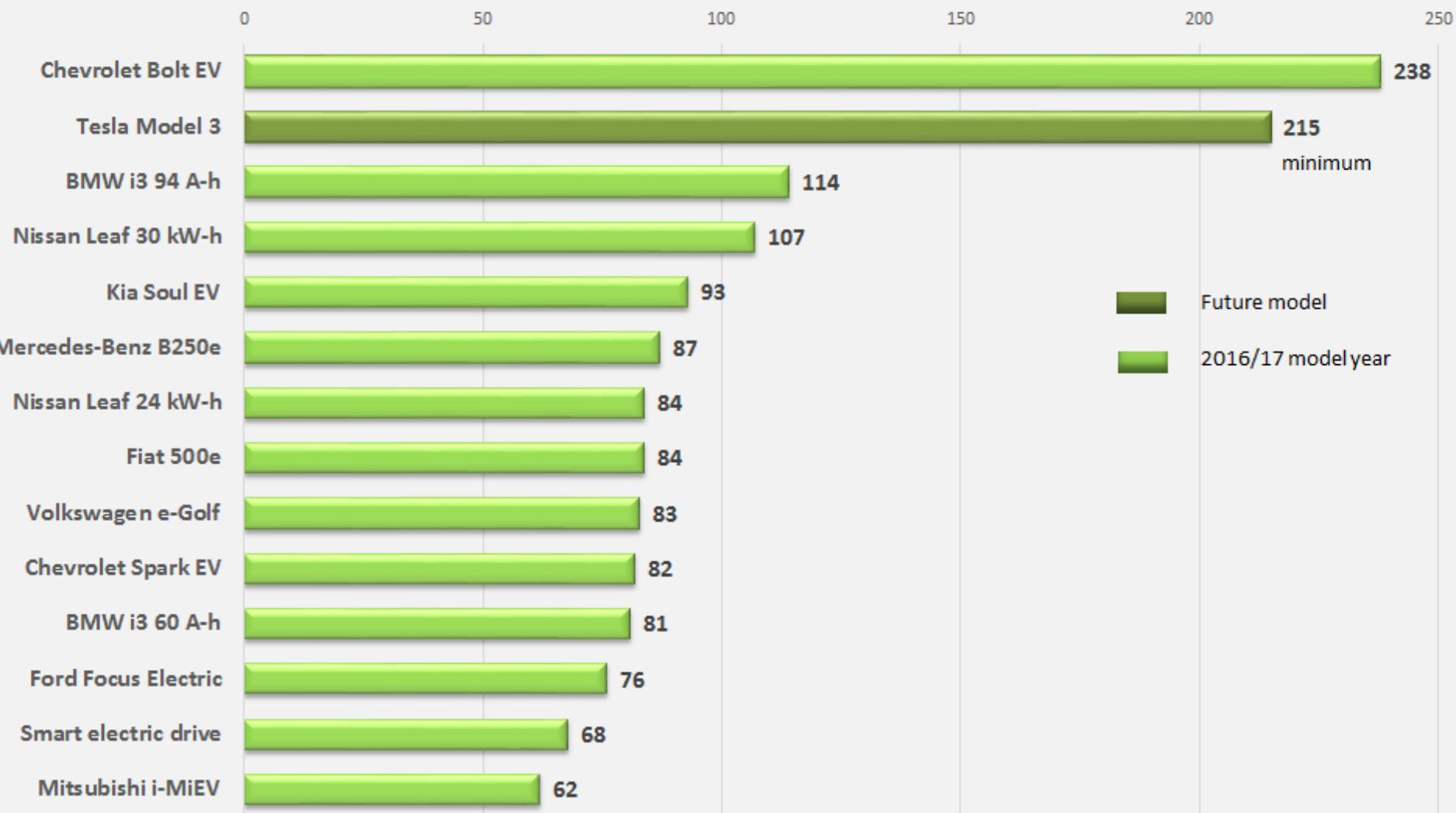
# Piattaforme in-wheel electric drive a 2 e 4 motori



# Le attuali autonomie BEV da uno studio USA

## All-electric car EPA rated range per full charge

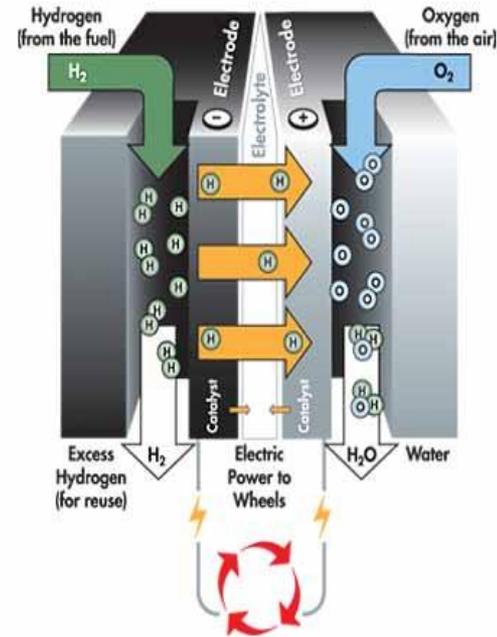
2016/2017 MY and future models priced under US\$50,000 in the U.S. market (miles)



# Benvenuto Idrogeno

**L'Italia entra finalmente nell'era delle auto a idrogeno: entro marzo 2017 i veicoli di nuova generazione potranno iniziare a circolare più liberamente sfruttando stazioni di rifornimento adeguate.**

**Il Decreto 257 del 16 dicembre 2016 ( in vigore dal 13-1-17) stabilisce che entro marzo dovrà essere incrementato il limite massimo della pressione dei rifornimenti dagli attuali 350 bar a 700 bar che è la soglia tecnica di ricarica di H2 entro 3 minuti , richiesta dalle auto attualmente disponibili sul mercato, come ad esempio la Toyota Mirai .**



FUEL CELL

Source: U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy

# **Decreto D.Lgs 257 del 16-12-16 in vigore dal 13-1-2017**

**Entro il 31 marzo potranno circolare anche in Italia le auto a idrogeno.**

**Per quella data dovrà essere innalzato il limite massimo della pressione di rifornimento, oggi a 350 bar, portandolo a 700 bar, valore necessario per le vetture moderne a Fuel Cell. A prevederlo è il D.Lgs 257 che ha inserito**

**l'idrogeno fra i combustibili alternativi del piano strategico nazionale.**

**Questo decreto pubblicato in Gazzetta Ufficiale (13-1-17) , recepisce la direttiva europea 2014/94/UE sulle infrastrutture per i combustibili alternativi.**

**La nuova norma impone anche all'Italia di dotarsi di una rete adeguata di Stazioni di rifornimento entro il 2025.**

**Finora il Decreto Ministero Interni 213 del 31-8-2006 impediva di fatto la libera circolazione delle vetture alimentate a idrogeno, in quanto prevedeva una pressione di rifornimento dei gas a 350 bar massimi, invece dei 700 necessari a una vettura FCEV ad Idrogeno.**

# Schema tipo Fuel Cell ( FCEV )

Il combustibile H<sub>2</sub> per auto è immagazzinabile in forma:

Gassosa → circa **700 atm**

Le celle sono normalmente del tipo PEMFC

( Proton Exchange Membrane Fuel Cell).

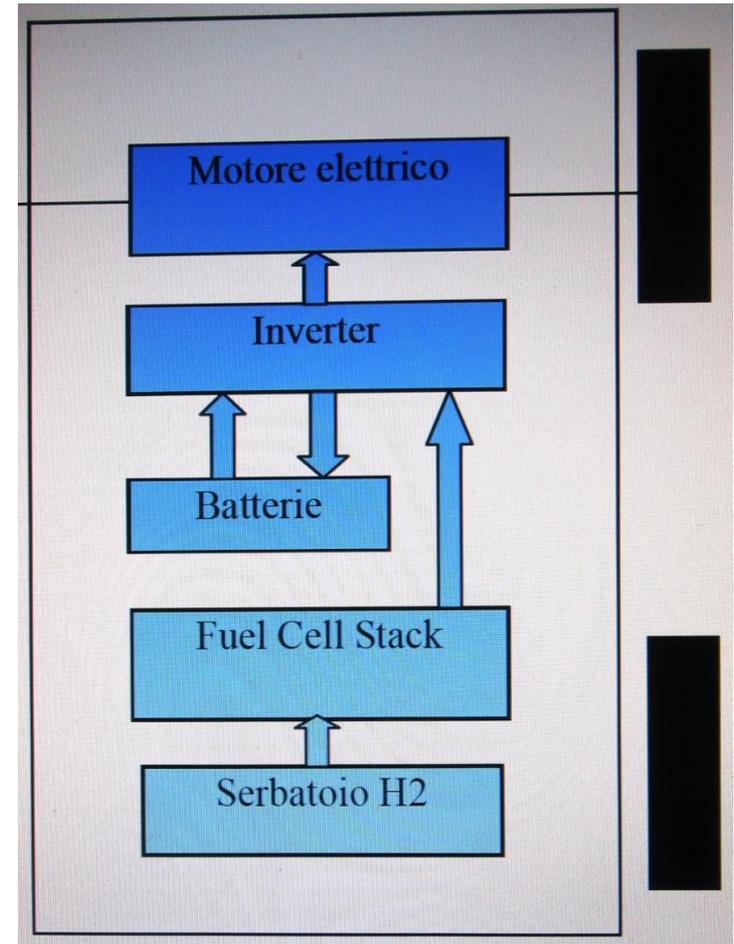
Il pacco batterie è previsto sia per il recupero di energia dell'auto in fase di frenata e/o discesa sia per supportare la Fuel Cell nelle fasi di partenza e accelerazione.

## Vantaggi :

- Zero emissioni nocive al tubo di scarico e totalmente nel sistema se H<sub>2</sub> prodotto con energie rinnovabili.
- **Bassi tempi di ricarica del serbatoio ( < 5 minuti).**
- **Autonomie paragonabili alle auto a combustione..**

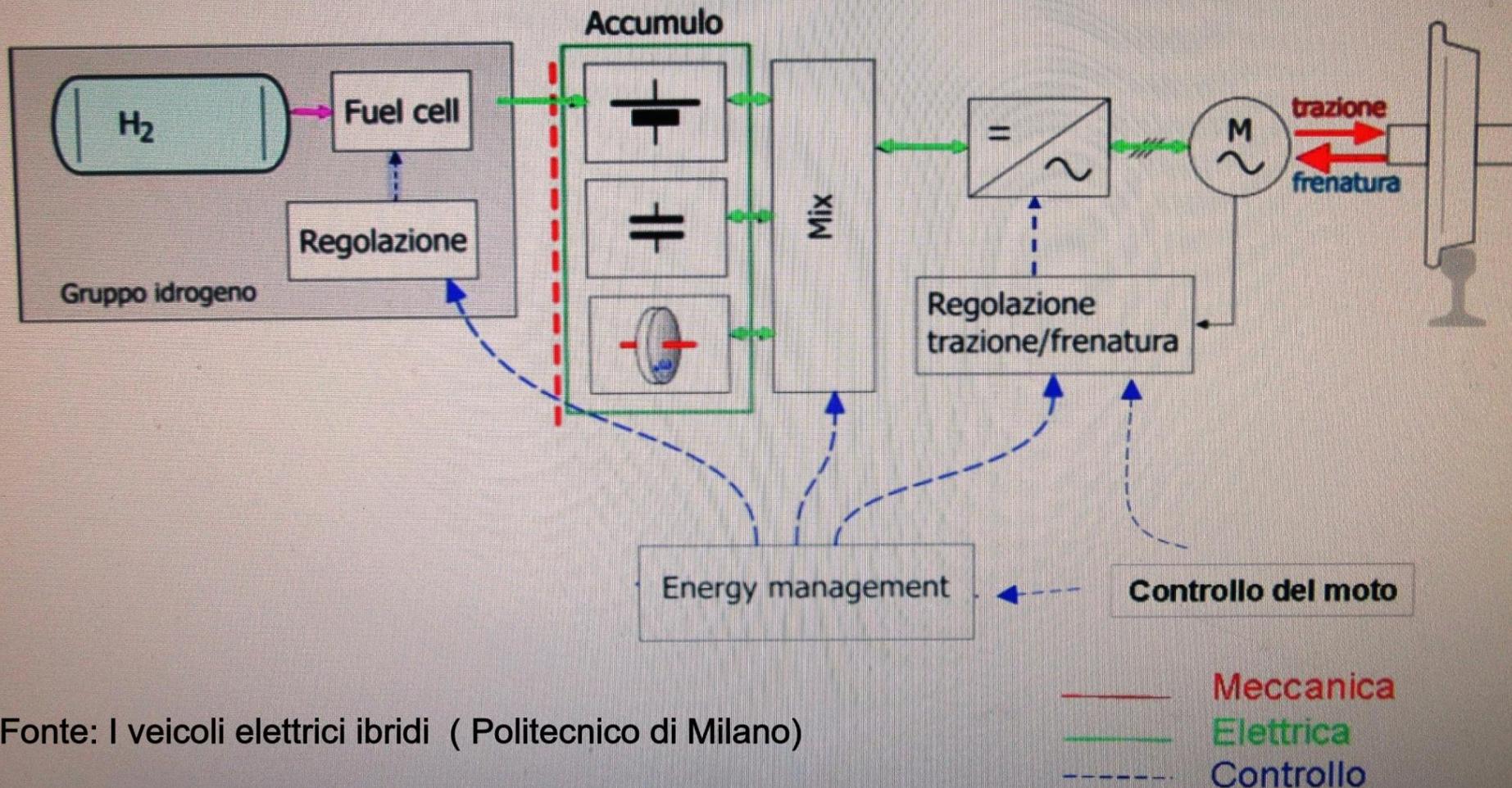
## Svantaggi attuali:

- Alto costo delle celle e degli elettrodi
- **Infrastrutture e catene di alimentazione H<sub>2</sub> sul territorio**  
( programmati importanti investimenti in Europa )



# Schema elettrico Fuel Cell a Idrogeno

## Ibrido serie ad Idrogeno



# Dal WEB uno schema generale del ciclo Fuel-Cell con batteria in tampone



# Toyota , leader mondiale dell'ibrido, punta direttamente alle Fuel Cell sia per il privato che per il pubblico



Toyota Mirai Fuel Cell 2016

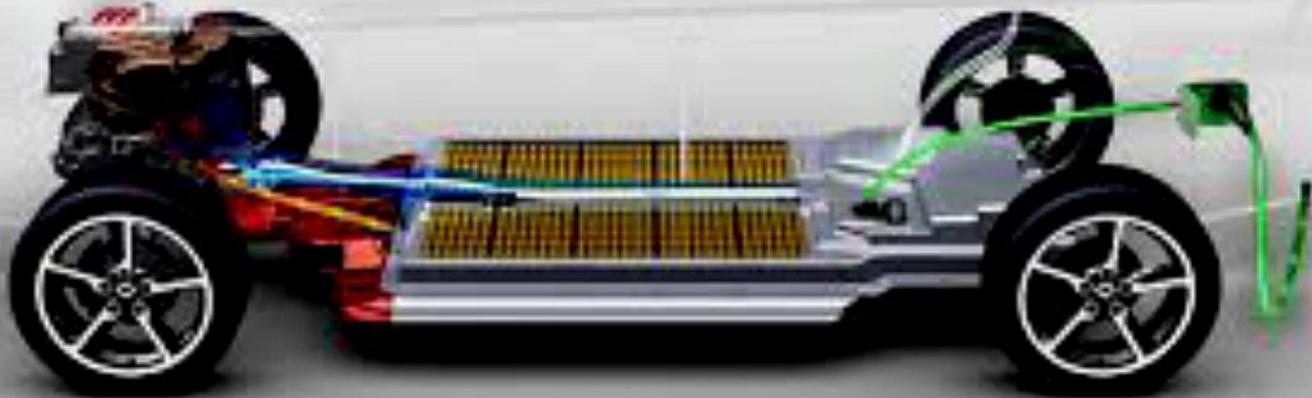


Primo stock di 100 bus per il municipio di Tokyo 2017

# Valori indicativi dei parametri tecnici più importanti delle ecotecnologie



*sulle batterie ...*



**Settore in continua evoluzione specie per il litio.  
alcuni dati indicativi di confronto**

<b>Proprietà</b>	<b>Pb</b>	<b>Ni-Cd</b>	<b>Ni-Mh</b>	<b><u>Litio</u></b>
<b>Kg / kWh</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b><u>6,5 – 5,5</u></b>
<b>Efficienza %</b>	<b>80-85</b>	<b>70-75</b>	<b>70</b>	<b><u>90</u></b>
<b>Cicli utili</b>	<b>500</b>	<b>1350</b>	<b>1350</b>	<b><u>1000</u></b>
<b>Campo temp. °C</b>	<b>20-40</b>	<b>0-40</b>	<b>0-40</b>	<b><u>0-40</u></b>
<b>Autoscarica</b>	<b>bassa</b>	<b>bassa</b>	<b>alta</b>	<b><u>bassa</u></b>
<b>Costo</b>	<b>--</b>	<b>-- +</b>	<b>+</b>	<b>++</b>

***sull'efficienza ...***



# L'efficienza totale dal combustibile primario alle ruote

- **Motori termici** → max 28 % per il ciclo Otto max 40% per il Diesel
- **Motori elettrici** → circa il 32 % ( se l'energia elettrica primaria di carica batteria, è prodotta in centrali termoelettriche ).
- **Sistemi ibridi** → circa il 40 - 45 %
- **Sistemi a Fuel Cell** → oltre il 50%
  
- **Consumi medi indicativi di un'auto elettrica** 13 – 25 kWh/100Km
- **Consumi medi di un'auto a benzina** 7,5 lt/100Km → 68 kWh/100Km
- **Consumi medi di un'auto a gasolio** 6 lt/100Km → 63 kWh/100Km  
( p.c. benzina = 9,11 kWh/lt p.c. gasolio = 10,49 kWh/lt )

*sull' Idrogeno*

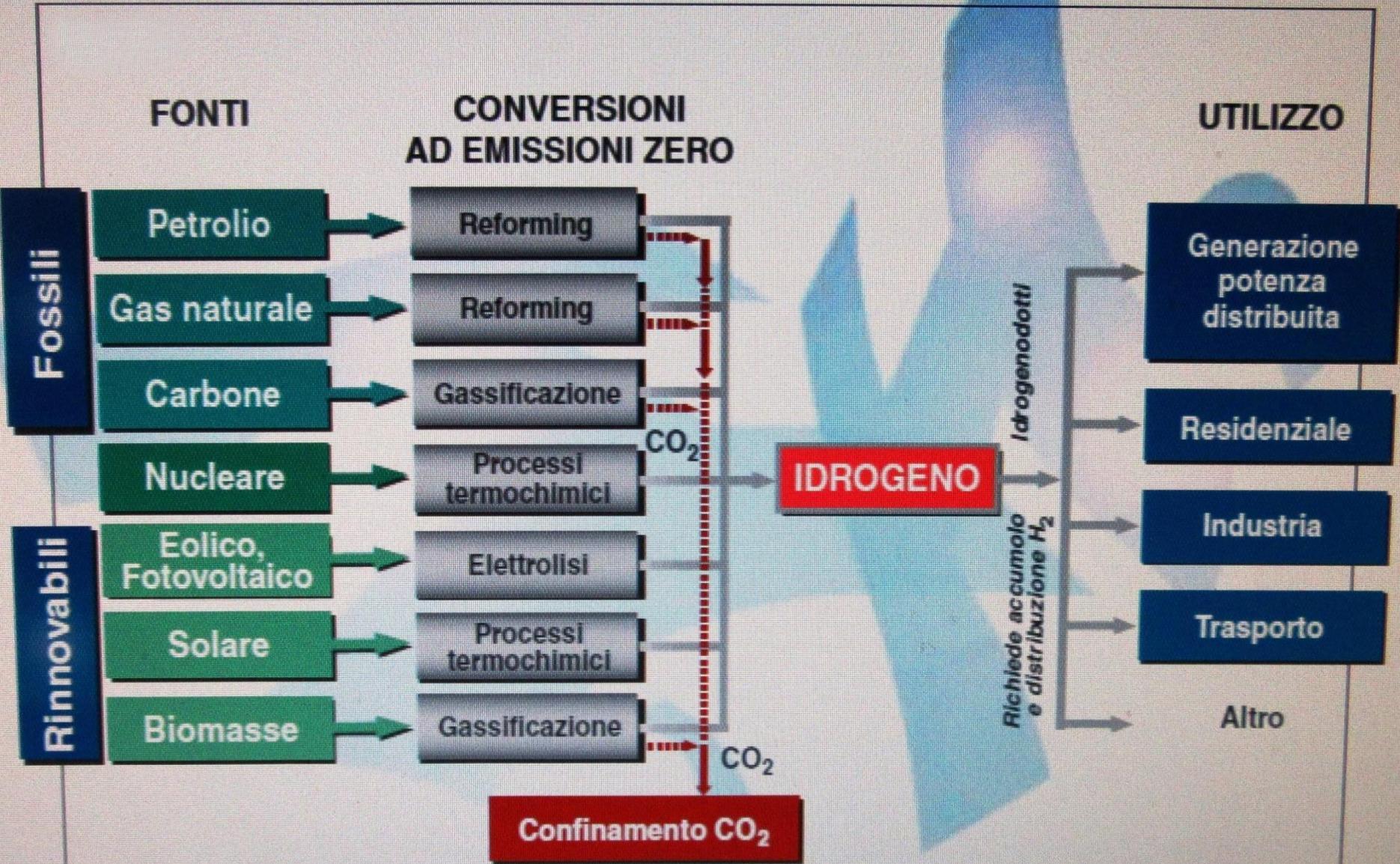
$H_2$

O

# Alcune caratteristiche fisico-chimiche dell'idrogeno

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELL'IDROGENO E DI ALCUNI IDROCARBURI			
PROPRIETA'	BENZINA[pura]	GAS Naturale (95% Metano)	IDROGENO
Stato fisico a 20°	Liquido	Gassoso	Gassoso
Densità (g/cm <sup>3</sup> )	0,73	$0,78 \times 10^{-3}$	$0.84 \times 10^{-4}$ (gas) $0.71 * 10^{-1}$ (liq.)
Punto di ebollizione	38/204 °C	-156°C	-253°C
Potere calorifico inf.	10500Kcal/Kg -----	8200Kcal/Nm <sup>3</sup>	28650Kcal/Kg (liq) 2329Kcal/Nm <sup>3</sup> (gas)
<p><b>Per produrre per via elettrolitica 1 Nm<sup>3</sup> di H<sub>2</sub> pari a 2,71 kWh, ci vogliono circa 4,5 kWh di energia elettrica primaria --&gt; con un rendimento bassissimo circa il 60%</b></p>			
Energia minima di Infiammabilità (mJ)	0,24	0,29	0,02
Velocità di combustione(m/s)	0.40	0,41	3.45
Temperatura di fiamma (°C)	2197	1875	2045
Prodotti di combustione	CO,CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	CO,CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
CO <sub>2</sub> emessa ( Kg per Kg di combustibile bruciato)	3.0 – 3.3	2.7	0
IMPATTO AMBIENTALE	Alto inquinamento	Medio-Alto Inquinamento	Quasi nullo Inquinamento

# Come produrre Idrogeno



# Idrogeno vettore energetico

L'idrogeno è un combustibile a livello di inquinamento praticamente nullo , la sua combustione produce infatti acqua e ossidi di azoto in quantità trascurabile.

La pericolosità dell' idrogeno è paragonabile a quella del gas metano: l'idrogeno a contatto con l'aria può formare miscele esplosive in grado di scoppiare, a differenza del metano però, **grazie alla maggiore leggerezza**, si disperde prima diminuendo il rischio di concentrazione critica.

Le potenzialità energetiche dell'idrogeno sono praticamente illimitate nella scala delle esigenze di energia dell'umanità ; basti pensare che ogni litro di acqua contiene circa 110 grammi di H<sub>2</sub> che bruciato genera un'energia termica di 3200 Kilocalorie contro circa 7.900 Kilocalorie di un litro di benzina → quindi **circa 2,5 litri di acqua hanno l'equivalente calorifico di 1 litro di benzina.**

La strada maestra per **produrre Idrogeno per via pulita ed ecosostenibile è quella dell'elettrolisi dell'acqua** che richiede però grandi quantità di energia elettrica.

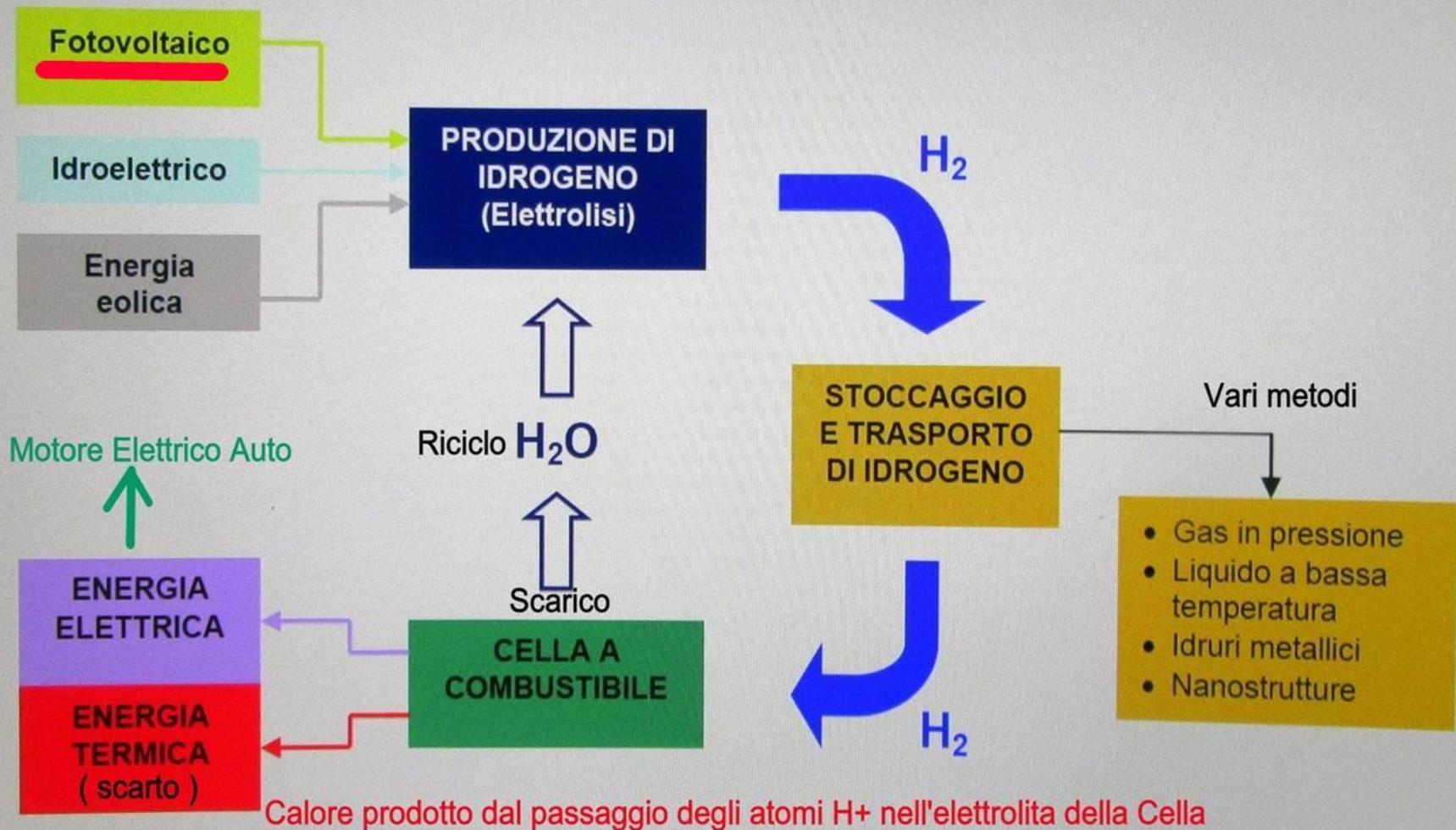
Il problema di base è quindi quello di produrre l'energia primaria per alimentare i processi elettrolitici .

La conclusione, oggetto di studio e applicazioni da tempo , è quella di utilizzare le fonti rinnovabili per eccellenza

**Eolica - Fotovoltaica - Idraulica.**

# Il ciclo virtuoso dell'idrogeno nelle Fuel Cell per l'auto

## IL CICLO "VIRTUOSO" DELL'IDROGENO



# Idrogeno , energia del futuro ?

**Queste tre considerazioni:**

- 1 – sviluppo della RS, delle prove e degli impianti pilota attualmente in atto nel mondo**
  - 2 – frequenti dichiarazioni ufficiali dei costruttori automobilistici in merito al crescente problema di ridurre i consumi e i tassi di CO2 nell'aria ( e non solo) ,**
  - 3 - il proliferare di modelli ibridi ed anche elettrici**
- ci portano a due considerazioni di fondo:**

**La prima:** i veicoli elettrici alimentati sia da motorizzazioni ibride ricaricabili, sia da batterie , sono ormai un vero e proprio “trend” nel mercato dell'auto anche se **le vere alternative per il futuro non sono ancora definite del tutto.**

**La seconda:** una parte dei grandi costruttori sono ormai dell'opinione che la migliore soluzione in prospettiva è quella di puntare sui veicoli mossi da Idrogeno con la tecnologia Fuel Cell.

*sull'inquinamento ...*



# I numeri dell'inquinamento a fine 2015

**L'automobilismo non è la principale fonte d'inquinamento ambientale.**

**Nel fascicolo 4Ruote di marzo 2016 si legge che:**

**dai dati Ispra relativi al parco circolante 2013 (ultimo disponibile) risultano i seguenti valori di emissione di gr di CO<sub>2</sub>/ Km :**

- **163 per le autovetture con 0,02 PM<sub>2,5</sub> /Km**
- **242 per i veicoli commerciali leggeri con 0,07 PM<sub>2,5</sub>/Km**
- **603 per i veicoli commerciali pesanti con 0,148 P,M<sub>25</sub>/Km**
- **699 per gli autobus con 0,146 PM<sub>2,5</sub>/Km**

**Se poi si vanno a guardare le tipologie delle emissioni, analizzate in un rapporto dell'Istituto nel periodo 1990- 2012, emerge tra l'altro che:**

- **i riscaldamenti incidono sull'inquinamento per circa il 41 % (dati 2012)**
- **i trasporti su strada per l' 11,7 % (includendo l'usura di pneumatici e freni).**

**Infine è interessante notare che nello stesso periodo (dal 1990 al 2012) :**

- **il PM<sub>10</sub> generato dal trasporto su strada è diminuito del 53%**
- **mentre quello del riscaldamento è aumentato del 113%**

# Le nuove frontiere dell'auto ecologica

**L'input del momento per i Costruttori di auto è l'ecologia , sia nel settore tradizionale dei cicli Otto e Diesel ( ma con notevoli costi , problemi di omologazione e strade alternative alla combustione tradizionale quali GPL e metano ) sia soprattutto nell'evoluzione dell'auto ad inquinamento zero.**

**Anche se le auto ibride sono disponibili da più di un decennio, quello che condiziona tuttora lo sviluppo dei sistemi ibridi e soprattutto dei sistemi elettrici è la tecnologia delle batterie.**

**Fino a poco tempo fa, erano troppo pesanti con insufficienti capacità di energia e troppo lunghi tempi di ricarica.**

**Ma con l'avvento delle batterie al litio e altre soluzioni allo studio, si potranno ridurre drasticamente pesi e tempi di ricarica, migliorando notevolmente le autonomie delle auto ecologiche.**

# La presenza dei Costruttori

Ad eccezione della Tesla ( nata esclusivamente come e-mobility nel 2003) nessun Costruttore ha scelto , finora, definitivamente la strada dell'auto elettrica.

Stiamo vivendo una **transizione tecnologica nella quale prevalgono le scelte di tipo “attendiste” e “diversificazione” del rischio industriale.**

Ma il proliferare di nuovi modelli BEV ( vedi ad esempio l'ultima rassegna di Ginevra 3-2017 ) indicano chiaramente la tendenza .

Da segnalare infine **due casi per certi aspetti estremi.**

**Il primo:** l'attuale assenza di Toyota nel settore BEV sebbene il gruppo sia da sempre il leader mondiale incontrastato delle versioni ibride.

Il gruppo sta investendo per aumentare la capacità delle batterie e in parallelo all'ibrido, ha scelto la strada delle Fuel Cell ( Mirai dal 2015).

**Il secondo:** l'assenza quasi totale di FCA che vende la 500E solo nel mercato USA Californiano perché obbligata dalle locali normative.

Fiat-FCA sta puntando sulle soluzioni a metano, e questo nonostante che la sua RS ( Orbassano-TO ed altri) vanti un patrimonio tecnologico di tutto rispetto , accumulatosi fin dal lontano 1974 .

A Detroit 2017 ci sono stati però segnali di apertura verso l'elettrico.

# DUNQUE

**Allo stato attuale delle tecnologie**, si ritiene che dopo l'attuale fase dominata dalla tecnologia ibrida, si passerà via via allo stadio più avanzato della trazione elettrica full power sia con le batterie che con le Fuel Cell alimentate ad idrogeno.

- **Tecnologia Ibrida** , attuale fase preponderante in varie versioni .
- **Versioni Full-Electric** fase parallela nelle attuali due soluzioni sono vincenti:
  - in primo luogo le versioni **BEV** ( Battery Electric Vehicle)
  - in secondo luogo le versioni **PFEV** a Fuel Cell ad Idrogeno col vantaggio determinante di usare un combustibile pulito e in grado di garantire autonomie e tempi di carica del tutto equivalenti a quelli attuali tradizionali.

# Verso una mobilità elettrica sostenibile

Quanto esposto sinora da un lato ci conforta sulle concrete possibilità tecnologiche a favore della mobilità elettrica ma dall'altro ci indica chiaramente quali sono le problematiche che attualmente ancora limitano l'avvio concreto del mercato dei veicoli elettrici specialmente in Italia.

Problematiche che si possono sinteticamente riassumere in **tre target prioritari** che sono comunque interconnessi tra loro:

- **Il primo , tecnologico** → netto miglioramento delle caratteristiche funzionali delle batterie e cioè capacità di immagazzinamento di energia, riduzione dei tempi di carica, l'affidabilità di funzionamento nel tempo .
- **Il secondo , tecnologico-logistico** → adeguata rete di ricarica veloce distribuita sul territorio supportata dalla normalizzazione dei dispositivi di ricarica ( plug-in) e dalle modalità di pagamento dell'energia prelevata.
- **Il terzo , politico** → una seria e sostenibile politica d'incentivi , praticamente trascurabile oggi in Italia per non dire assente.

# Utilizzo dell'energia elettrica

**Sotto il profilo della gestione energetico sul territorio, la produzione e l'utilizzo dell'energia elettrica è caratterizzata dai seguenti fondamentali:**

## **Vantaggi**

- facilmente trasportabile, con basse perdite, costi ridotti, basso impatto ambientale**
- facilmente convertibile**
- facilmente misurabile con estrema precisione e flessibilità**

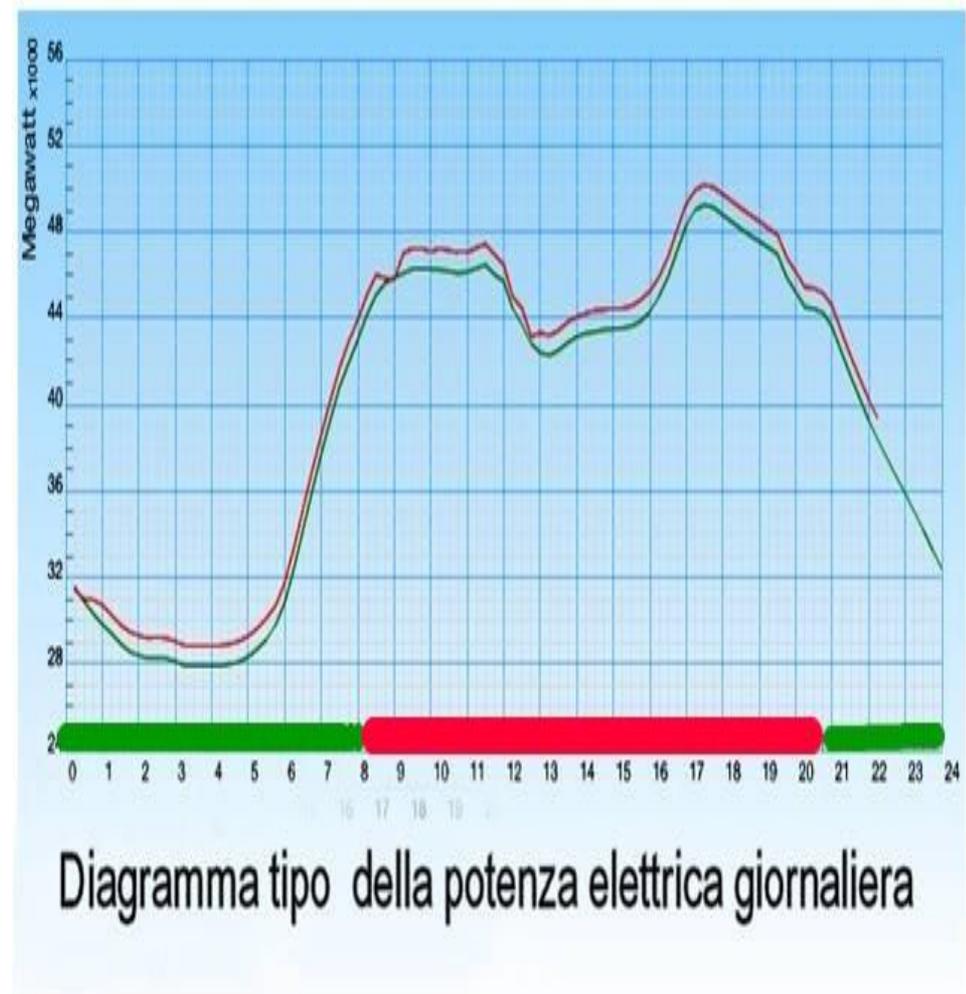
## **Svantaggi**

- deve essere prodotta nell'istante in cui è richiesta dall'utenza**
- non è accumulabile, se non in piccole quantità e con costi elevati**

# Curva di carico tipo della rete elettrica

Un intelligente utilizzo sul territorio delle fasi di ricarica delle batterie per auto BEV consentirebbe di non sovraccaricare la rete nei **periodi di picco ( rosso )** della giornata ( ore 8-20 ) .

**I periodi in verde** sarebbero da questo punto di vista le zone ottimali di ricarica ( ore 21 -8 ).  
E per questo **le batterie avranno anche il ruolo importante di volano - calmiera dei flussi di energia.**



# Ma quanto costano le elettriche ?

Non rientra nei limiti e nello spirito di questa presentazione l'analisi dei costi.

**Primo** perché il taglio dato è esclusivamente di natura informativa-assiemistica.

**Secondo** perché il mercato attuale è in continua e veloce evoluzione e i riferimenti sono ancora poco attendibili e frazionati.

E questo vale **soprattutto per le batterie che rappresentano il vero “tappo” per lo sviluppo di massa delle elettriche.**

Possiamo però fare alcune valutazioni di massima:

- Attualmente le batterie incidono per il 20-30 % sul prezzo totale della vettura BEV
- Il costo attuale è variabile in una forbice molto ampia 150-400 \$ / kWh con valori più alti per le capacità più basse.
- Le previsioni più attendibili indicano che entro il 2020 le batterie costeranno circa 1/3 di quanto costavano nel 2014
- Probabilmente la **Gigafactory Tesla** attualmente in fase di aumento produttivo, sino a raggiungere a regime la sua massima capacità produttiva (500.000 batterie Litio /anno), determinerà una riduzione di costi di circa il 30% e solleciterà la concorrenza di massa nei mercati mondiali.
- si ritiene che nel medio periodo il costo totale delle elettriche potrà ridursi a livelli accettabili per mercati di massa ( per esempio non più di 20-25 % in più rispetto ad una termica equivalente) .

# *Per concludere un messaggio di speranza*

*Sia nel settore delle energie alternative che nelle ecotecnologie per l'auto, stiamo assistendo ad **importanti cambiamenti** che vedranno nel medio e lungo periodo la progressiva affermazione di nuovi impianti di energia e di nuovi sistemi di trasporto.*

*Siamo di fronte ad un nuovo e più sostenibile modello di sviluppo in alternativa a quello basato sui combustibili fossili, che ha già provocato gravi disastri ambientali. **E' questa la grande sfida tecnologica in atto nel mondo dell'auto**, sfida che si svilupperà inevitabilmente in parallelo allo sviluppo crescente delle energie alternative.*

*Le ecotecnologie dell'auto sono in continua evoluzione per migliorare le attuali tecnologie, a livello RS a tutto campo con investimenti crescenti.*

***Purtroppo l'Italia rischia di rimanere il fanalino di coda.***

***La speranza è che questa situazione non si consolidi per non relegare il nostro paese al ruolo di solo mercato utilizzatore.***

*Ma*

*solo se Tecnologia , Industria e Politica  
sapranno convergere in sintonia, con interventi mirati ,  
si raggiungeranno risultati positivi in grado di  
risolvere il problema dell'inquinamento e della  
congestione automobilistica*

*per consegnare alle generazioni future un sistema di  
trasporti più pulito e sostenibile.*

***Tutto ciò è ancora un sogno ?***

***Forse si , se rimane un sogno di pochi***

***ma se molti lo avranno, si trasformerà  
in speranza***

***e se poi tutti lo faranno proprio,  
allora prima o poi diventerà  
una realtà***

[waitingman@libero.it](mailto:waitingman@libero.it)



*Grazie per l'attenzione*