GIORNATA MONDIALE DELLA SICUREZZA 2025

SICUREZZA 365:
OGNI GIORNO CONTA

COMMISSIONE IMPIANTI ELETTRICI

29 aprile 2025
dalle 10
alle 11

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

SICUREZZA ELETTRICA NELLA E-MOBILITY

Roberto Napoli

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

AEIT 1897 Sezione Piemonte-Valle d'Aosta

Commissione Impianti Elettrici e Speciali

Sicurezza elettrica nella e-Mobility

POLITECNICO DI TORINO
1859
Dipartimento Energia «Galileo Ferraris»

Roberto Napoli

Professore Emerito di Sistemi Elettirici
Dipartimento Energia G. Ferraris
Politecnico di Torino
roberto.napoli@polito.it
Consigliere Ordine Ingegneri Torino

Data: Martedì **29 Aprile 2025** ore 10 – 11

Luogo: **Ordine Ingegneri Torino,** Corso Trento 21 Torino

AAA: riservati i diritti di riproduzione

Mobilità elettrica

La **mobilità elettrica** (o **e-mobility**) si riferisce all'uso di **veicoli alimentati da elettricità** per il trasporto di persone o merci.
Comprende:

- **Auto elettriche** (e **ibride**)
- **Moto e scooter elettrici**
- **Biciclette elettriche** (e-bike)
- **Autobus elettrici**
- **Camion e furgoni elettrici**
- **Treni e tram alimentati a energia elettrica**
- **Monopattini elettrici**

La mobilità elettrica implica anche tutto l'**ecosistema di supporto**, come:

- **Colonnine di ricarica**
- **Batterie** e sistemi di **gestione energetica**
- **Software** per la gestione intelligente delle ricariche e delle flotte
- **Fonti di energia rinnovabile** integrate per alimentare i veicoli.

Il principale obiettivo della mobilità elettrica è **ridurre**:

- L'**inquinamento atmosferico** (emissioni di CO_2 e polveri sottili)
- La **dipendenza dai combustibili fossili**
- L'**inquinamento acustico** nelle città

Le domande

Quando si parla di **sicurezza,** bisogna sempre porsi le domande:

- **cosa può succedere**?
- **se succede, come mi sono preparato**?

Con riferimento all'**auto elettrica (**o **ibrida**) e alle condizioni di **sicurezza elettrica** consideriamo alcune domande specifiche:

- come è fatta un'auto elettrica ?
- quali sono i **vantaggi** e gli **svantaggi** rispetto alle auto convenzionali ?
- qual è lo **stato del mercato** della auto elettriche ?
- ci sono **problemi di sicurezza elettrica** e quali?
- cosa fare in caso di **incidenti** con un'auto elettrica?

Qualche ricordo storico …

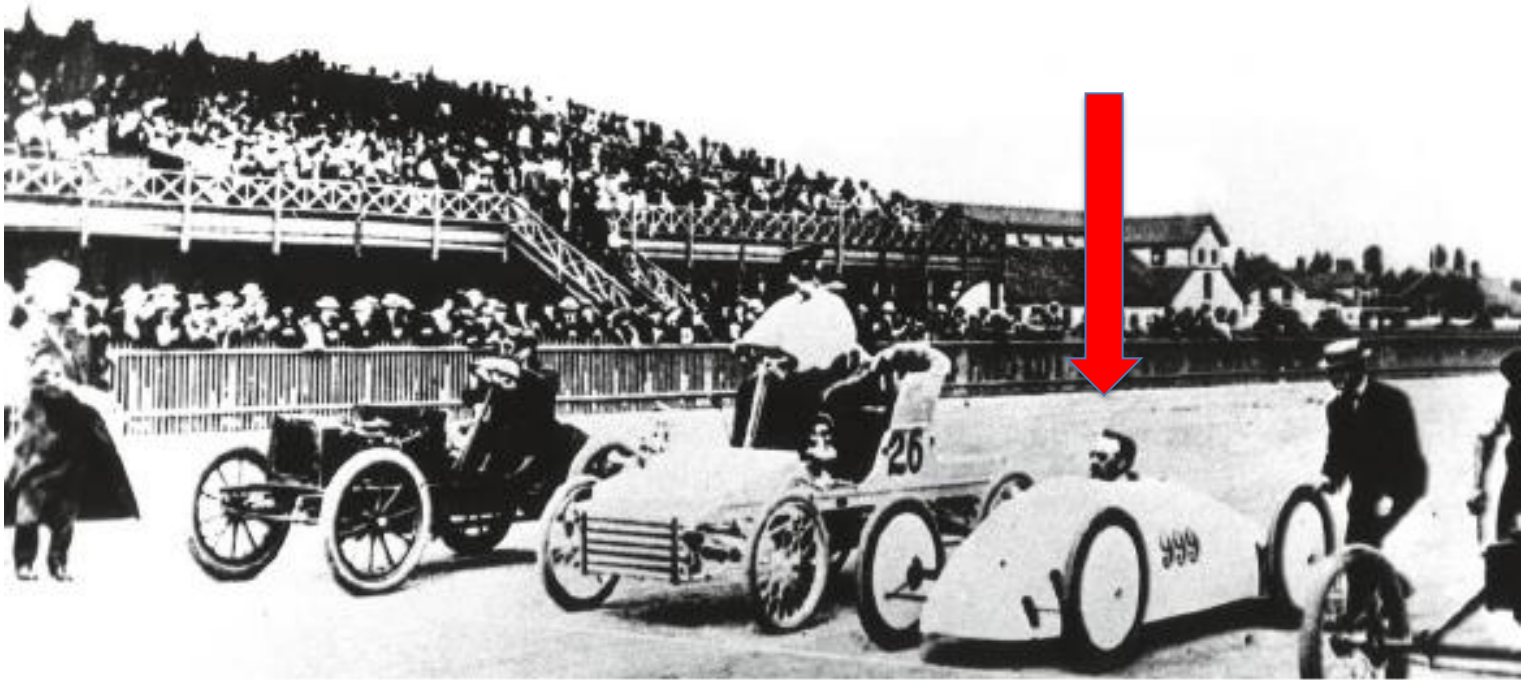
1879: *Werner Von Siemens* presenta un mezzo di locomozione elettrica all'esposizione di Berlino, portando in giro i visitatori con un motore in c.c. di circa **2 kW** alimentato con batterie a **150 V**

…. agli albori del XX secolo

1899: il 90% dei taxi di New York era costituito da auto elettriche
il 30% dell'intero parco statunitense di auto era costituito da auto elettriche

Auto elettrica: nuovo design

1902: in una gara di velocità fra auto si presenta l'auto elettrica **Baker Torpedo**, con un nuovo design non più mutuato dalle carrozze a cavallo.
La Torpedo raggiunse la velocità di **130 km/h** , provocando uno dei primi incidenti automobilistici con l'uccisione di due spettatori.



Inizio XX secolo: declino e resurrezione dell'auto elettrica….

Il motore a combustione interna aveva il grosso **svantaggio dell'accensione**, soprattutto in condizioni meteorologiche fredde.

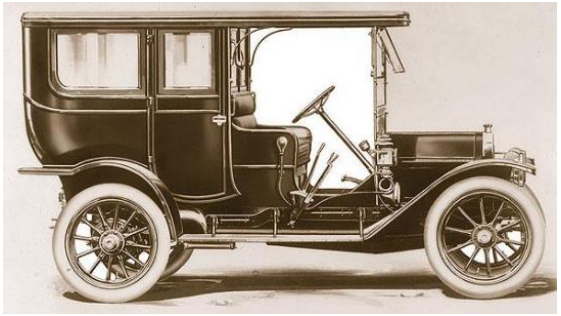
Per mettere in moto un'automobile bisognava girare una **pesante manovella** posta davanti alla vettura e collegata all'albero motore.

L'operazione era indubbiamente faticosa ed anche pericolosa, visto che era assai concreto il rischio che la manovella potesse sfuggire dalle mani, girare a vuoto e trasmettere dolorosi contraccolpi sulle braccia dell'automobilista. Ciò era abbastanza scoraggiante.

D'altra parte agli inizi del Novecento i proprietari delle auto erano benestanti che potevano permettersi un autista. Ma l'aspirazione a guidare da soli era molto grande.

Nel **1911** esce la Cadillac modello 30, la prima **automobile senza manovella**, con motorino elettrico d'avviamento e fari elettrici.

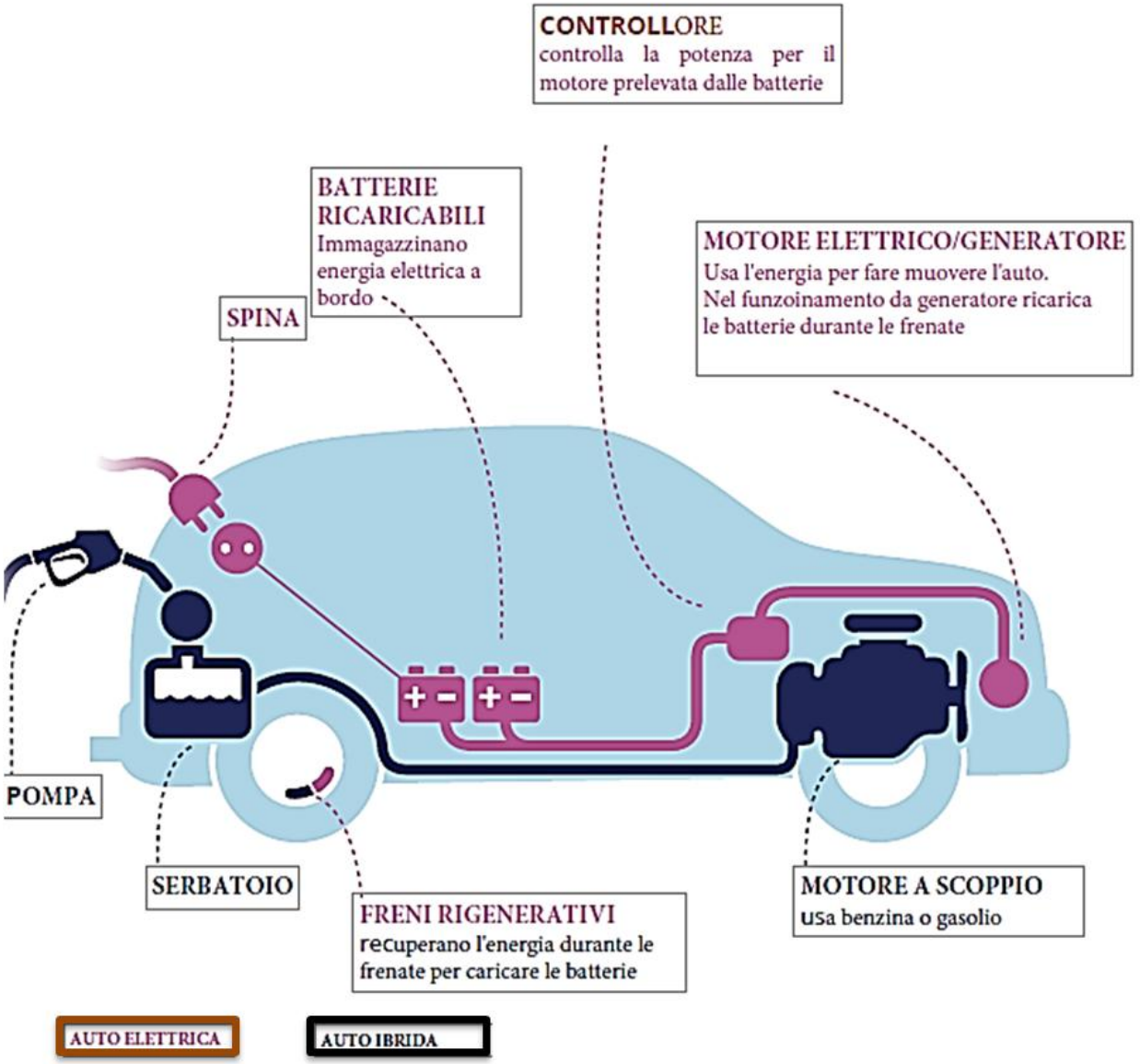
Questa rivoluzione decretò il **trionfo del motore a combustione** interna (ICE) e il **declino delle auto elettriche**.



Con l'aumento della temperature globale e l'avvento della transizione energetica si è posto il problema della riduzione dei gas inquinanti e quindi della sostituzione delle auto con motori a combustione interna con motori elettrici.

L'Unione Europea ha deciso che dal **2035** in poi sarà vietata l'immissione nel mercato delle auto con motori a combustione interna e **saranno ammesse solo auto elettriche**.

Auto elettrica e ibrida: parti principali



Auto elettrica

Nell'**auto a combustione termica** *(non elettrica)* il **motore termico** aziona le ruote attraverso un complesso sistema di **trasmissione meccanica**, con cambio e differenziale.

Nell'**auto elettrica** le ruote sono azionate dal **motore elettrico.**

La parte meccanica è drasticamente ridotta**.**

Il cambio non è più necessario: basta controllare direttamente il motore elettrico.
Alcune auto elettriche hanno un solo motore, che comanda le ruote con delle ruote dentate e un differenziale.
Altre hanno invece un motore per ogni asse oppure un motore per ogni ruota motrice, senza differenziale meccanico.

Si usano:

motori in c.c.

semplici da controllare, più pesanti, rendimento 85%, più cari ma con controllo più economico

oppure

motori in c.a.

più leggeri, rendimenti 95%, meno cari ma con controlli (inverter, etc..) più cari

Il sistema di controllo

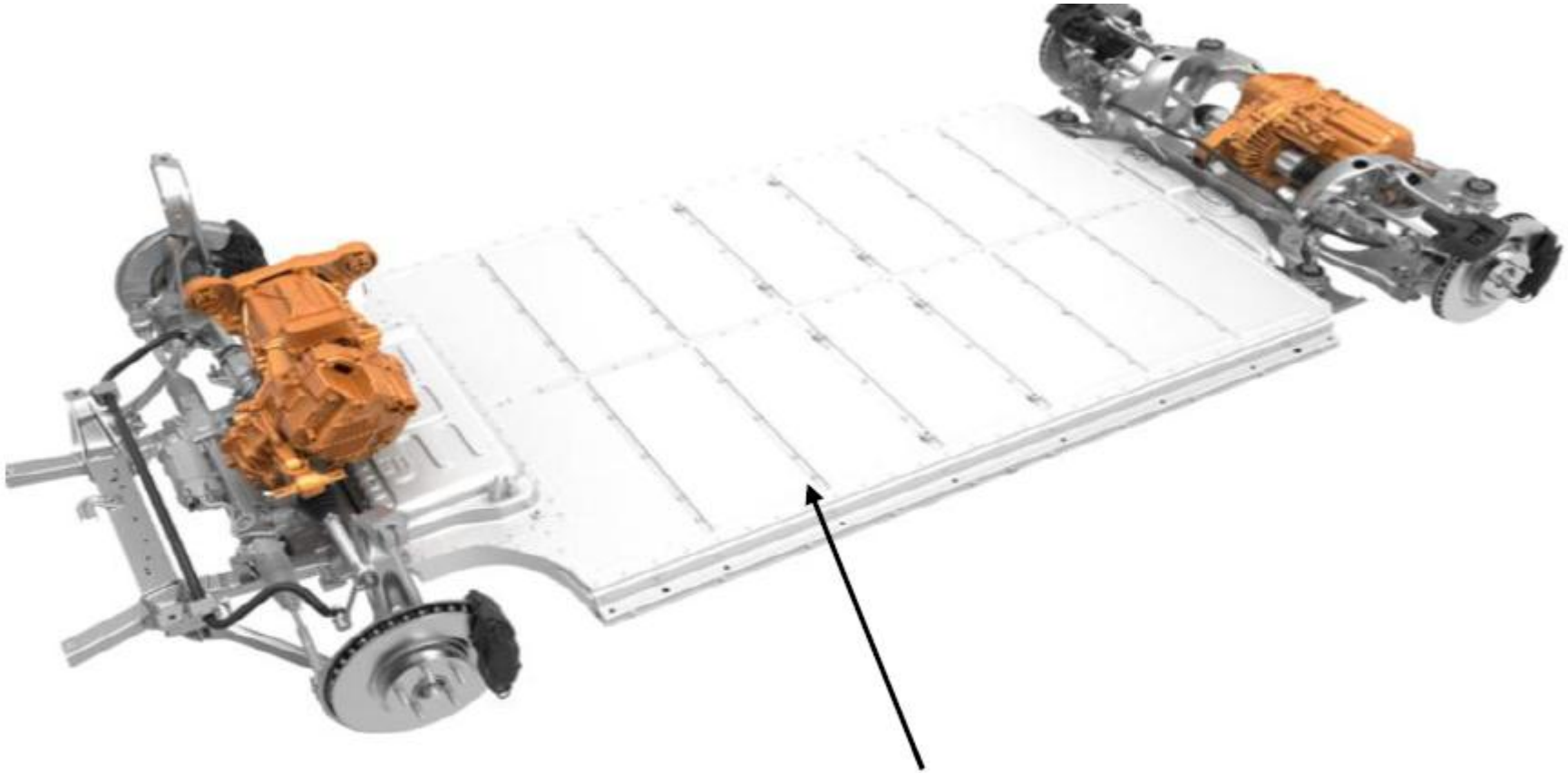
Dal punto di vista funzionale e della sicurezza il **sistema di controllo** è la parte più importante e complessa dell'auto elettrica.

Deve ricevere in continuazione segnali, elaborarli ed agire di conseguenza, senza ritardi.

In pratica è un computer (microprocessore), che monitora e controlla temperature, pedali del freno e dell'acceleratore, tensioni e correnti, velocità, etc.. , in modo da consentire una guida sicura ed efficace.

Motore e controllore costituiscono un sistema integrato, che in certe versioni può essere integrato in ciascuna ruota motrice.

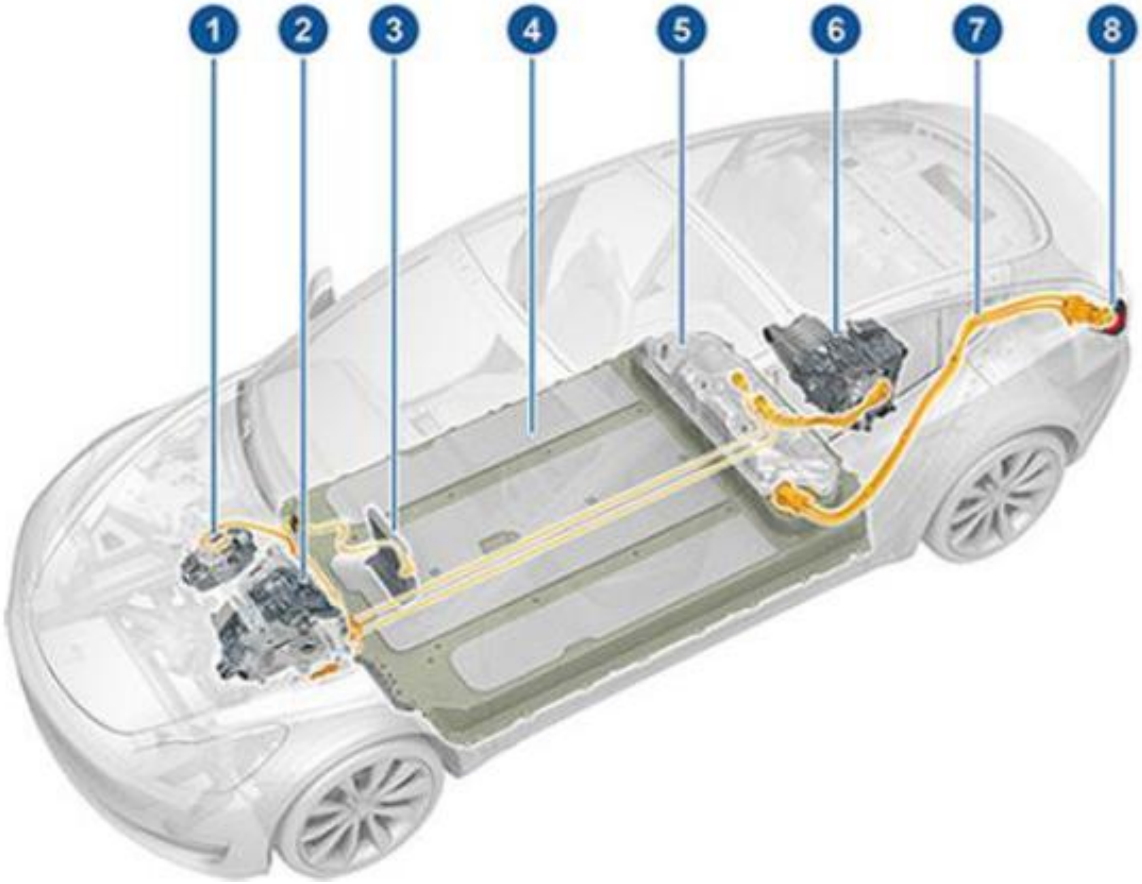
Batteria auto elettrica



IL PIANALE È FORMATO DAL PACCO BATTERIA

Linee guida VV.FF

Auto elettrica: componenti alta tensione

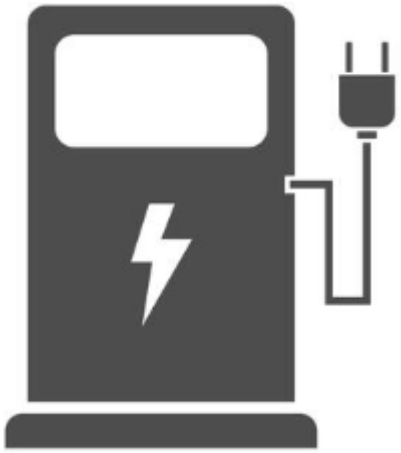


1. Compressore A/C -
2. Unità di trasmissione anteriore (se in dotazione)
3. Riscaldatore abitacolo
4. Batteria ad alta tensione -
5. Pannello di servizio della batteria ad alta tensione
6. Unità di trasmissione posteriore

7. Cablaggio ad alta tensione
8. Presa per la ricarica

Linee guida VV.FF

Tensione delle auto elettriche



La **tensione nominale** dei motori delle auto elettriche è un parametro importante che influenza diversi aspetti del veicolo, come la potenza, l'autonomia e la ricarica.

Valore tipico:

La maggior parte dei motori delle auto elettriche in commercio ha una tensione nominale di **400 Volt**.

Questo valore è stato scelto come standard per diversi motivi, tra cui:

- **Sicurezza:** una tensione di 400 Volt è considerata sufficientemente alta per fornire buone prestazioni, ma non troppo alta in modo da ridurre i pericoli per gli utenti.
- **Efficienza:** i componenti elettrici come motori e batterie sono più efficienti a tensioni di 400 V.
- **Compatibilità:** la maggior parte delle colonnine di ricarica è progettata per funzionare con batterie a 400 V.

Esistono anche motori a tensioni più elevate (**600** - **800 V**), che danno prestazioni più elevate e tempi di ricarica inferiori.

Potenza delle auto elettriche

Le auto elettriche hanno bisogno di una **potenza elettrica** notevole.

Bisogna distinguere fra:

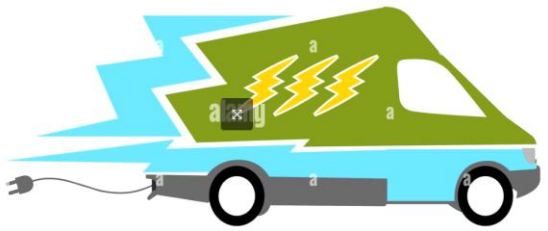
- **POTENZA MASSIMA:** è la **potenza di picco** misurata all'albero del motore per un breve periodo di tempo, determinato da un valore massimo delle temperature del sistema (batteria e motore).
  La potenza massima, indicata nelle specifiche del Costruttore, non viene riportata sulla carta di circolazione.
  E' un valore che determina l'accelerazione e la velocità massima.

- **POTENZA CONTINUA** è quella erogabile per un periodo di tempo prolungato (in media nell'arco di 30 minuti).
  E' riportata nella **carta di circolazione** come **potenza netta massima** (campo P.2).

In media le auto elettriche in commercio hanno:

potenza massima **80 – 350** kW

potenza continua **24 – 225** kW



Es: Tesla Model 3 potenza massima **283-353** kW potenza continua **225** kW
Fiat 500 elettrica potenza massima **87** kW potenza continua **24** kW

Complessità

Auto a carburante (ICE)

Parti in movimento

Pistoni
Albero di trasmissione
Alternatore
Pompa carburante
Pompa olio
Pompa acqua
Albero valvole
Valvole
Motorino
etc..

centinaia di parti

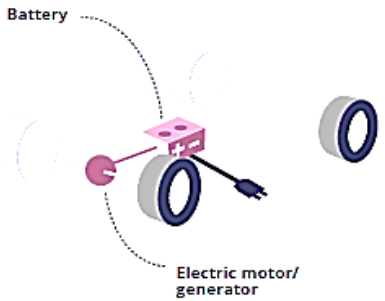
Auto elettrica

Motore elettrico

solo pochi componenti

Auto elettrica: tipologie

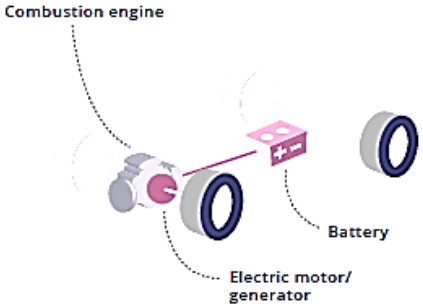
BEV – **Elettrica pura**
Il motore è alimentato solo dalle batterie, con spina per la ricarica



ADVANTAGES

DISADVANTAGES

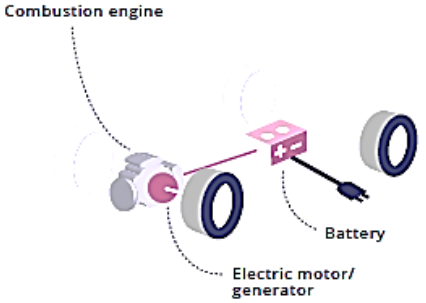
HEV – **Ibrida**
Combina Il motore tradizionale ICE con un piccolo sistema motore/batteria. Le batterie sono ricaricate dal motore ICE e dalla frenata rigenerativa



ADVANTAGES

DISADVANTAGES

PHEV – **Ibrida Plug in**
Combina Il motore tradizionale ICE con un sistema motore/batteria. Le batterie possono essere ricaricate dalla rete.

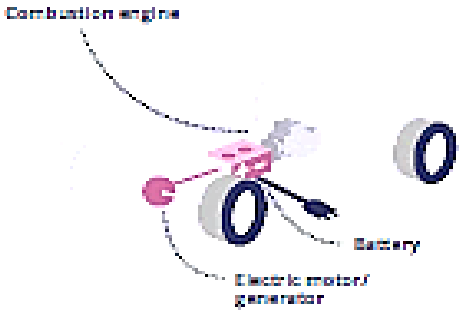


ADVANTAGES

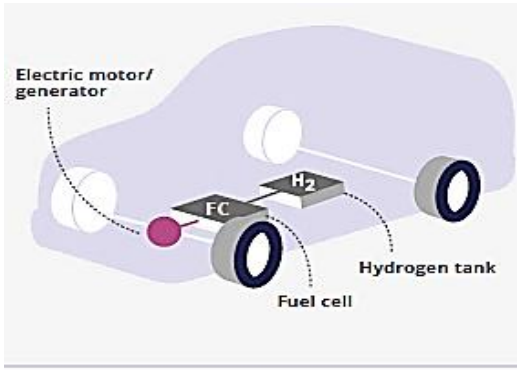
DISADVANTAGES

Auto elettrica: tipologie

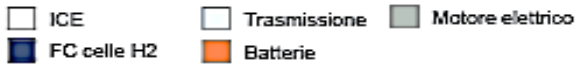
RREV – **Elettrico potenziato**
Viaggia con le batterie, che possono essere caricate da un motore ICE o dalla spina collegata alla rete.

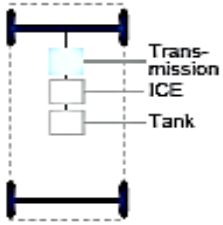
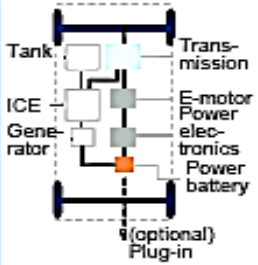
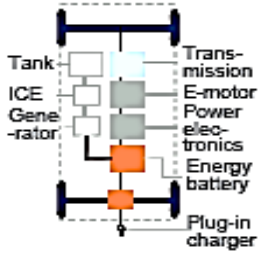
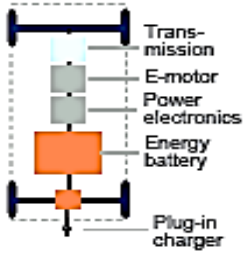
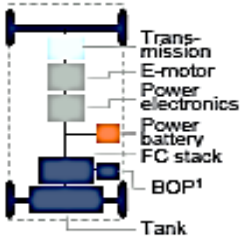


FCEV – **Elettrico Fuel Cell**
Viaggia con motore elettrico. L'energia è immagazzinata con l'ìdrogeno, convertito in energia elettrica da fuel cell.



Confronti



Motore a combustione interna, ICE	Auto elettrica ibrida (P) HEV	Auto elettrica autonomia estesa REEV	Auto solo elettrica BEV	Auto elettrica con cella idrogeno FCEV
				
▪ Convenzionale ▪ Non dipende da infrastruttura elettrica ▪ Alti consumi di combustibile Emissioni inquinanti ▪ Grande autonomia ▪ Miglioramenti in corso , es: start/stop automatico	▪ Configurazione parallela elettrica / CE opzionale con presa (PHEV) ▪ ICE motore principale con supporto di un motore elettrico meno potente ▪ Batterie ricaricate da ICE ▪ Funzionamento elettrico solo piccole distanze velocità ridotte ▪ Stessa autonomia di ICE ma con consumi ridotti	▪ Configurazione ibrida in serie eletrica / ICE ▪ Batterie più piccole delle BEV ▪ autonomia media con elettrico ▪ Possinile ricarica dalla rete ▪ Il generatore elettrico alimentato lda ICE è più piccolo che nella auto solo elettrica	▪ Trazione solo eletrica ▪ Batterie di grande capacità, Li-ion ▪ Autonomia bassa / rmedia ▪ Ricarica solo dalla rete con auto ferma	▪ Configurazione serie cella a combustibile motore elettrico ▪ Cella a combustibile tecnologia (PEM) ▪ Serbatoio idrogeno sotto pressione 350 - 700 bar ▪ Autonomia media / alta

Today's powertrain portfolio

Defined as EV in this report ✓ Primary ✓ Secondary

From one technology...

Internal combustion engine

.... To a portfolio of powertrains			Propulsion		Energy generation/source		
			ICE	E-motor	ICE[1]	Plug-in[2]	Fuel Cell[3]
ICE Volkswagen Golf	Internal Combustion Engine	Driving with conventional combustion engine only	✓		✓		
HEV Toyota Prius	Hybrid Electric Vehicle	Driving with combustion engine and/or e-motor	✓	✓	✓		
PHEV Mitsubishi Outlander PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	Driving with combustion engine and/or e-motor, plug-in to recharge battery	✓[4]		✓	✓	
REEV BMW i3 with range extender	Range Extended Electric Vehicle	Driving with e-motor only, ICE & plug in (or fuel cell) used to recharge battery		✓	✓	✓	✓
BEV Nissan LEAF	Battery Electric Vehicle	Driving with e-motor only and storing energy in battery		✓		✓	
FCEV Hyundai ix35 fuel cell	Fuel Cell Electric Vehicle	Driving with e-motor only and storing energy in hydrogen		✓		✓	✓

ICE Termico

HEV Ibrido

PHEV Ibrido plug in

REEV Ibrido plug in

BEV solo elettrico

FCEV Fuel Cell

1 In HEV, PHEV and REEV, energy is also generated through regenerative braking 2 To charge battery
3 Usually generates electricity that directly powers drivetrain; alternative concepts in discussion (e.g. fuel cell as range extender or FCEV with plug-in)
4 Primacy of ICE or E-motor in PHEV varies across models
SOURCE: McKinsey

Energia immagazzinata nelle auto elettriche

Energia immagazzinata nelle batterie

- **Auto elettriche compatte**:
  Es. Fiat 500 elettrica, Renault Zoe: **24 – 52** kWh.
- **Auto elettriche medie**:
  Es. Tesla Model 3, Nissan Leaf, Volkswagen ID.4: **50 - 80** kWh.
- **Auto elettriche di fascia alta**:
  Es. Tesla Model S, BMW iX, **90 -100** kWh

Autonomia

La **capacità delle batterie** determina quanto lontano un'auto può percorrere con una singola carica, ma anche quanta energia può essere immagazzinata. L'autonomia dipende dall'efficienza del veicolo e dal tipo di percorso. Mediamente:

- batteria da **40 kWh** -> circa **200-250 km**
- batteria da **100 kWh** -> circa **400-500 km**.

Costo della ricarica

Basta moltiplicare la capacità della batteria (kWh) per il costo del kWh.
Es. con un costo di **0,30** €/kWh, ricaricare una batteria da **50 kWh** costa
0,30 ° 50 = **15 €**

Per confronto: una **famiglia di 3-4 persone** in Italia consuma mediamente **300-400 kWh al mese.**
Fare una sola ricarica **(**es. **50 kWh** per un'auto media**)** ha un consumo del (50/400) = **12%** del consumo medio mensile.
Fare **8** ricariche è dello stesso ordine di grandezza del consumo medio mensile (400 kWh)

Vantaggi dell'auto elettrica

Le preoccupazioni ambientali hanno portato a una normativa che punta sulle auto elettriche, che hanno diversi vantaggi:

- Drastica **riduzione di inquinanti** (*olii, fludi per la trasmissione e per i radiatori, etc..*)
- Grande **semplicità** di schema (*un motore a scoppio ha centinaia di parti in moto. L'auto elettrica ne ha solo uno: il motore elettrico*)
- Migliore **efficienza:**
  *Il motore elettrico ha un'efficienza **85-95** %.*
  L'intero ciclo (dalla batteria alle ruote) ha un'efficienza 70-80 %.

  *Il motore a combustione interna a benzina ha un'efficienza del **20-30** % (il diesel **35-40** %). Gran parte dell'energia (70-80 %) viene persa in calore, attriti e gas di scarico*

  Un'auto elettrica è circa 3 volte più efficiente di un'auto a combustione interna.
- Possibilità di **frenatura rigenerativa** (*quando si frena, il motore può diventare alternatore e ricaricare le batterie*)
- Grande **silenziosità**
- **Eliminazione della trasmissione meccanica** (*motori elettrici possono addirittura agire direttamente sulle ruote*)
- **Incentivi e agevolazioni:** In molti Paesi sono previsti incentivi e agevolazioni per l'acquisto di auto elettriche, come sconti sul prezzo di acquisto, tasse di circolazione ridotte o accesso a zone a traffico limitato

Vantaggi auto elettrica

Sostenibilità ambientale: Le auto elettriche non producono emissioni di gas di scarico, il che contribuisce a ridurre l'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico.

Una complessiva riduzione della CO2 si ha però solo l'energia utilizzata per la ricarica delle batterie proviene da fonti rinnovabili. Altrimenti abbiamo solo spostato sulla rete elettrica l'inquinamento evitato con le batterie

Migliore qualità dell'aria: Le auto elettriche non producono emissioni di gas di scarico, quindi contribuiscono a migliorare la qualità dell'aria nelle città.

Accesso a zone a traffico limitato: In molte città, le auto elettriche possono accedere a zone a traffico limitato dove le auto a benzina o diesel sono vietate..

Migliore accelerazione: Le auto elettriche hanno una coppia motrice immediata, che si traduce in un'accelerazione più rapida rispetto alle auto a benzina o diesel.

Guida divertente: Le auto elettriche sono spesso più divertenti da guidare rispetto alle auto a benzina o diesel, grazie alla loro accelerazione rapida e alla guida silenziosa e fluida.

Risparmio sui costi operativi: I costi di ricarica di un'auto elettrica sono inferiori rispetto al costo del carburante per un'auto equivalente. Inoltre, le auto elettriche hanno meno componenti soggette a usura: quindi richiedono meno manutenzione.

Tecnologia innovativa: Le auto elettriche rappresentano l'ultima frontiera della tecnologia automobilistica e sono dotate di tecnologie innovative che le rendono più efficienti, sicure e comode.

Svantaggi auto elettrica

Autonomia limitata: L'autonomia di un'auto elettrica è ancora inferiore a quella di un'auto a benzina o diesel.

Tempi di ricarica: I tempi di ricarica di un'auto elettrica possono essere lunghi, soprattutto se si utilizzano colonnine di ricarica pubbliche.

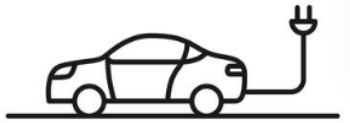
Costo acquisto elevato: Il costo di acquisto di un'auto elettrica è ancora superiore a quello di un'auto equivalente a benzina o diesel.

Rete di ricarica in fase di sviluppo: La rete di colonnine di ricarica per auto elettriche è ancora in fase di sviluppo, soprattutto in alcune zone rurali.

Difficoltà di ricarica in viaggio: Può essere difficile trovare colonnine di ricarica disponibili durante un viaggio lungo.

Problemi con le batterie: Le batterie delle auto elettriche hanno una durata limitata e possono essere costose da sostituire.

Impatto ambientale della produzione: La produzione di batterie per auto elettriche può avere un impatto ambientale significativo.



.. e quindi?

Le auto elettriche offrono **numerosi vantaggi** rispetto alle auto a benzina o diesel, tra cui:

- minori emissioni,
- maggiore efficienza energetica,
- risparmio sui costi di gestione
- guida più divertente.

Tuttavia, presentano **anche alcuni svantaggi**, come:

- autonomia limitata,
- tempi di ricarica lunghi
- costo d'acquisto elevato.

La scelta di un'auto elettrica dipende dalle esigenze individuali e dalle abitudini di guida.
Allo stato attuale, se si percorrono brevi tragitti e si ha la possibilità di ricaricare l'auto a casa, l'auto elettrica può essere una valida alternativa all'auto a benzina o diesel.

Il mercato è costituito da domanda e offerta.

Se l'offerta forza la domanda, non è detto che la domanda la segua.

Nel nostro contesto sociale l'auto ha rappresentato un valore particolare di libertà, corrispondente al diritto di muoversi.

Se questo diritto viene compresso in qualche modo, parte della domanda potrebbe indirizzarsi altrove o non rispondere adeguatamente.

Consumi

Non c'è dubbio:

- la gestione dell'auto elettrica è meno costosa, soprattutto se la ricarica è prevalentemente privata.

Costo di percorrenza per un'auto a motore termico per 100 km

benzina **2** €/litro
consumo **13** km/litro
spesa per 100 km = (2 * 100) / (13) = **15,4** €

Costo di percorrenza per un'auto a motore elettrico per 100 km

elettricità **0,3** €/kWh (per ricarica pubblica o rapida può anche triplicare)
consumo 0,18 kWh/km
spesa per 100 km = (0,3 * 0,18 * 100) = **5.4** €

Ogni **100 km** quindi all'incirca si risparmiano **10 €** rispetto all'auto convenzionale.

Le valutazioni sono molto approssimate, stante la variabilità dei prezzi dell'energia.

All'incirca ogni **10.000 km** percorsi risparmi **1.000 €**.

Le differenze di costo fra auto elettrica e a benzina (o diesel) sono dell'ordine di qualche migliaia di euro.

Il **tempo di recupero** di questo maggior costo dipende dal profilo di consumo (quanti km fatti all'anno)

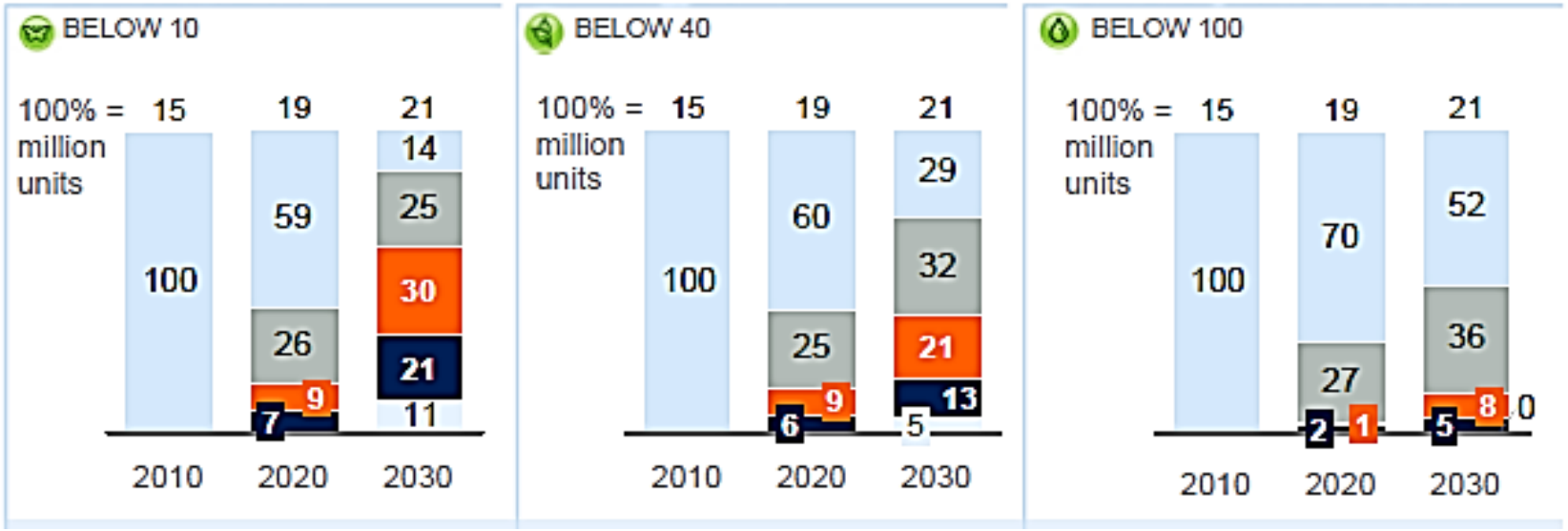
Prospettive al 2030

Il futuro a lungo termine (**2050**) dell'auto elettrica e dell'auto a combustibili fossili (ICE) rimane incerto e fortemente dipendente dalle regole governative.
Intanto bisogna fare delle scelte di qui al 2030, che cambiano a secondo degli obiettivi.

Una regola molto severa (emissioni di CO_2 < 10 g/km, con massimo di 2 °C di aumento della temperatura globale per i trasporti) porta ad ammettere solo BEV E FCEV

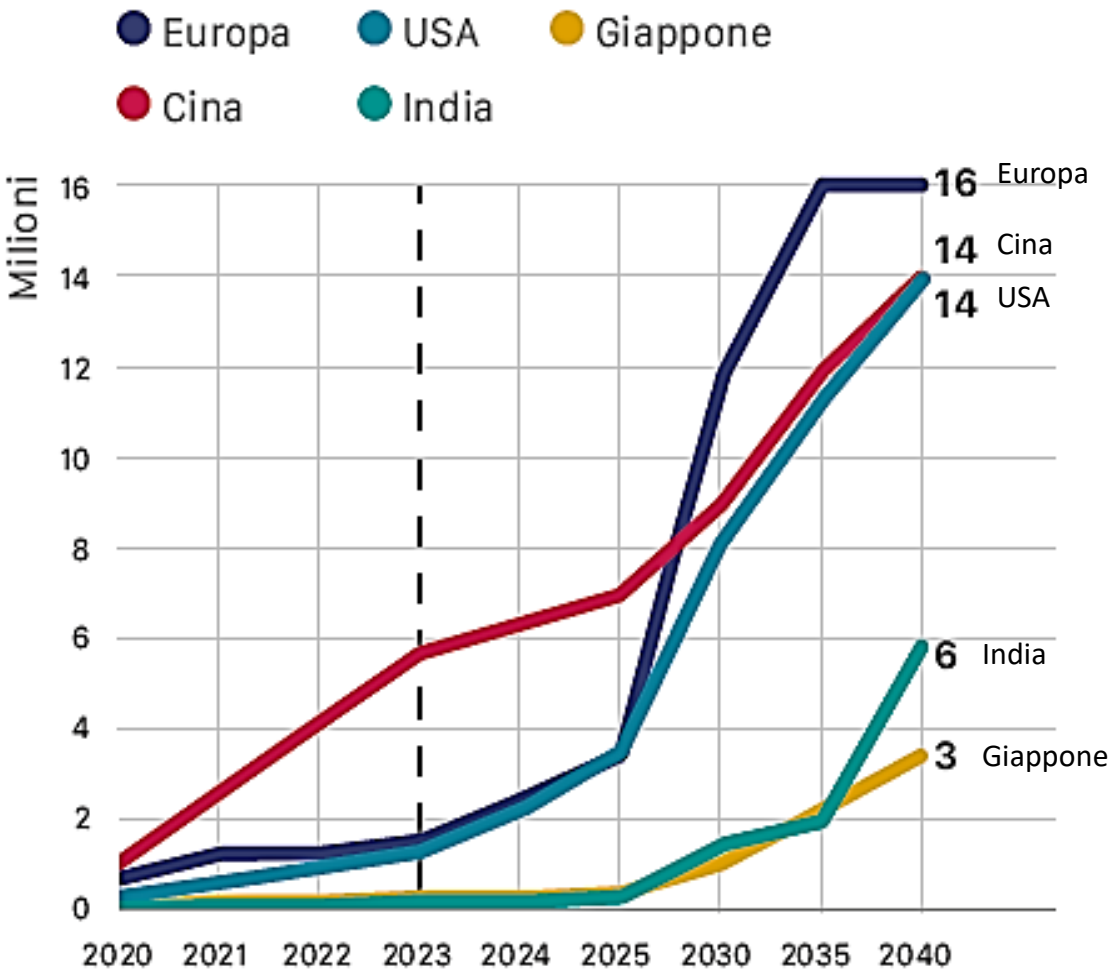
Una regola più rilassata (emissioni di CO_2 < 40 g/km), porta comunque a severe restrizioni

Cambiando poco le regole e comunque con emissioni di CO_2 < 95 g/km, porta a prevedere una suddivisione auto ICE e auto elettriche, con prevalenza delle ibride



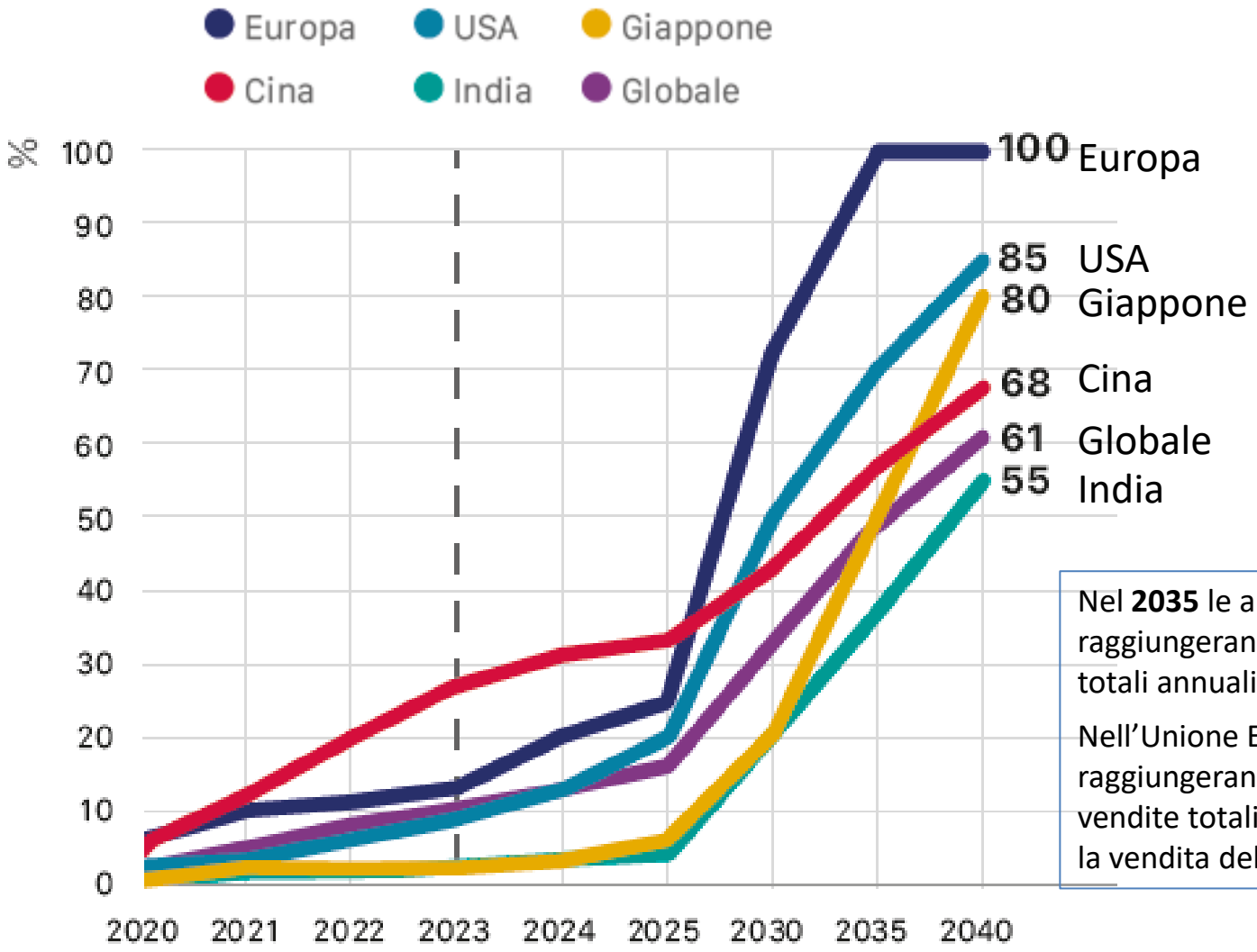
1 For further details on scenarios, refer to Appendix 1
SOURCE: McKinsey – Boost! Powertrain KIP

Prospettive di vendita della auto elettriche (milioni)



Per le auto elettriche si prevede di passare:
- dai **3 milioni** del **2020**
- a **73 milioni** nel **2040**

Prospettive di vendita della auto elettriche (%)



Nel **2035** le auto elettriche nel mondo raggiungeranno il **50%** delle vendite totali annuali di auto.

Nell'Unione Europea le auto elettriche raggiungeranno nel 2035 il **100 %** delle vendite totali di auto, essendo proibita la vendita della auto a combustibile.

Prospettive….

Man mano che diventano più assillanti e – forse – stringenti le normative in favore delle auto elettriche, si intensificano le reazioni di perplessità (se non contrarietà) e la questione vira verso una connotazione politica resa effervescente dalle imminenti elezioni in diversi Paesi.

Negli **USA** vari candidati sparano bordate contro l'imposizione di una veloce transizione verso la *e-mobility*.

Il Presidente Trump ha deciso di prevedere mercato libero (elettrico e ICE). Lo Stato del Texas ha deciso una tassa addizionale di 200 dollari per chi compra una vettura elettrica. Rimane ancora una notevole differenza di prezzo fra auto elettriche e convenzionali !!!…

In **UE**

le posizioni sembrano più sfumate, alimentate comunque dalla paura per l'aumento dei prezzi e per le possibili implicazioni occupazionali.

In **Italia**

il dibattito pare talvolta meno sentito, ma i fatti fanno registrare che le vendite di auto solo elettriche (BEV) sono diminuite nel 2023, in controtendenza con quanto avviene in altri mercati, escludendo quelli dove l'interruzione di incentivi ha visto un assopimento degli acquisti di BEV.

Le vendite di auto elettriche a livello globale hanno raggiunto quasi il **14 %** delle vendite totali

Con un tasso di ricambio medio annuale del **4 %** si impiegano comunque parecchi anni a cambiare il parco circolante. Secondo alcune ipotesi le vendite di auto elettriche potrebbero raggiungere il 50 per cento nel 2035.

Il Parlamento Europeo ha fissato al **2035** il termine oltre il quale non sarà ammesso immatricolare autovetture che emettono CO2 allo scarico (regolamento 2023/851).

C'è l'eccezione (imposta dalla Germania) per i piccoli produttori e la rilevante deroga per le auto alimentate con elettrocarburanti (*e-fuel*) climaticamente neutrali.

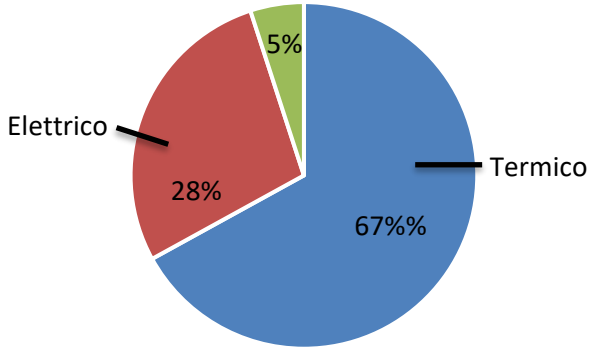
Lo smantellamento dell'attuale industria automobilistica europea e americana non sarà una passeggiata e sta provocando reazioni che preludono a una minore rigidezza.

Prospettive al 2050

(Sia il parco auto **termico** che quello **elettrico** hanno una grande **inerzia al cambiamento** (economie di scala nella produzione, di competenza, di ricambi, di logistica globale del petrolio, della sua raffinazione, …), per cui le auto alle quali siamo abituati continueranno ad essere prodotte da qualche parte e a circolare pressoché dappertutto.

Secondo alcune accreditate previsioni (Bloomberg, Golden & Sachs, ...) nel **2050** il parco mondiale sarà composto:

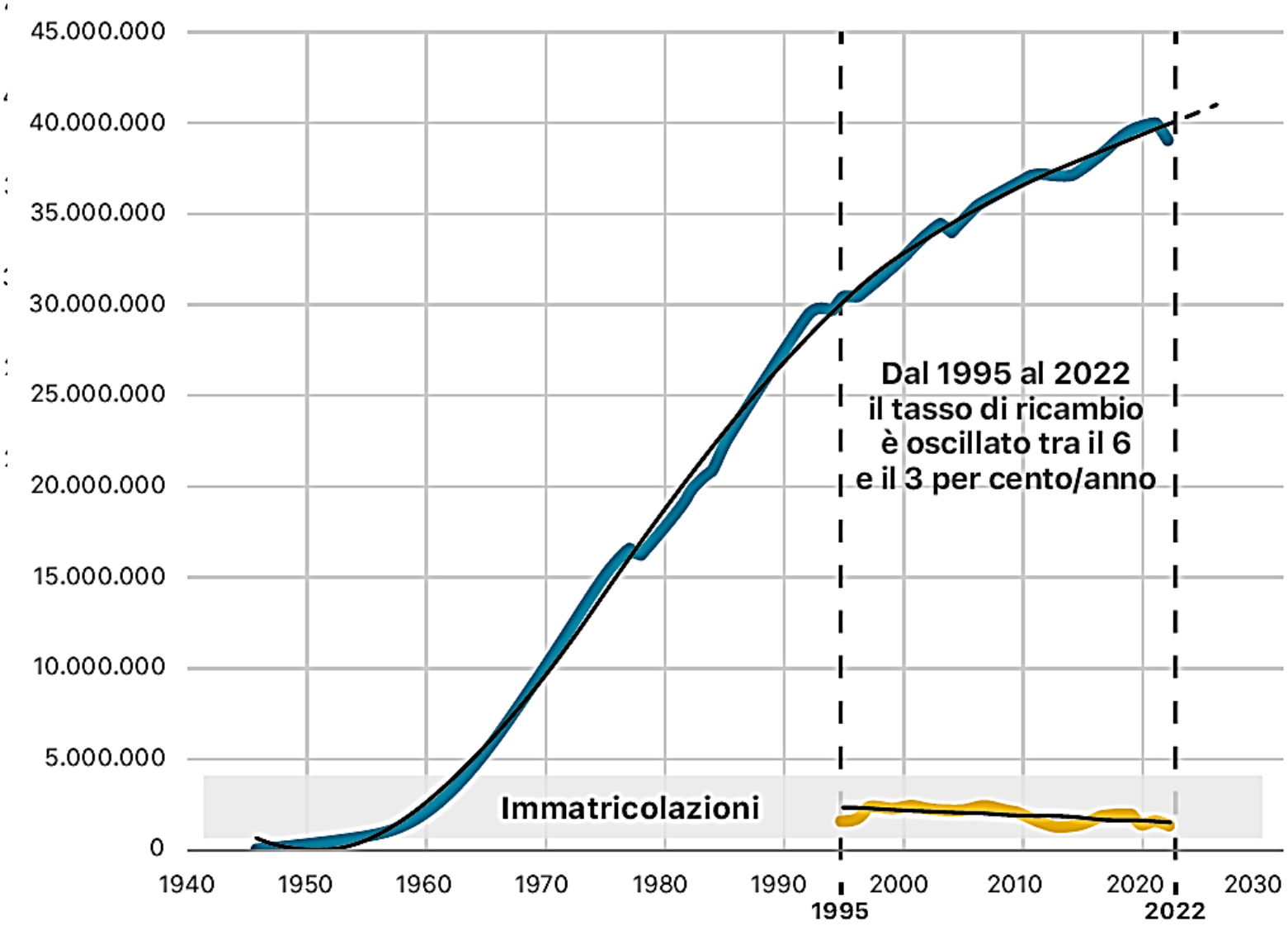
- **67 %** da **auto a combustione** interna (benzina, diesel, ...),
- **28 %** da **auto elettriche** (sia *full electric* o BEV, sia ibride plug-in o PHEV)
- **5 %** da auto con **alimentazioni alternative** (idrogeno e biocombustibili).



Quindi, nonostante la grancassa sulle auto elettriche, nel **2050** avremmo (almeno) ancora **2/3** del parco circolante basato solo su combustibili fossili.

È una prospettiva molto diversa da quella che circola nel sentire medio…

Parco totale auto italiane e tasso di ricambio



Stato attuale delle auto elettriche

- **Crescita ma ritardi in Italia**:
  le immatricolazioni di veicoli elettrici (BEV) sono aumentate **(+35%** nel 2023), ma l'Italia resta molto indietro rispetto all'Europa (**4,2%** contro **14,6%** di media UE), con un forte divario Nord-Sud.
- **Espansione delle infrastrutture**:
  la rete di ricarica pubblica è cresciuta **(+38%** in un anno), anche se le autostrade e il Sud restano meno serviti. Oltre **400.000** punti di ricarica sono domestici.
- **Ruolo strategico delle flotte aziendali**:
  le auto aziendali rappresentano il **34%** delle nuove immatricolazioni e sono viste come volano per diffondere veicoli elettrici anche nell'usato.
- **Mobilità dolce in ascesa**:
  forte sviluppo delle **e-bike** e delle **cargo bike** per consegne urbane sostenibili; in calo invece **moto** e **scooter elettrici**.
- **Trend europeo e globale**:
  il mercato europeo delle auto elettriche ha superato il diesel; globalmente si prevede che le vendite di EV tocchino **14 milioni di unità** nel 2024, trainate da Cina ed Europa.
- **Innovazioni future**:
  l'uso dell'**intelligenza artificiale** per ottimizzare **car sharing autonomo** e il **superamento della proprietà privata** dell'auto sono considerati sviluppi chiave della mobilità sostenibile.

Rischi

Rischio per i pedoni

Uno studio pubblicato sul *Journal of Epidemiology & Community Health* ha analizzato gli incidenti stradali nel Regno Unito tra il 2013 e il 2017- Risulta che i pedoni hanno una probabilità più che doppia di essere investiti da veicoli elettrici o ibridi rispetto a quelli con motori a combustione interna.

Rispetto alle auto ICE con le elettriche/ibride il rischio è duplicato (triplicato nelle aree urbane. A causa dell'assenza di rumore

Rischio di incendio

I dati indicano che le auto elettriche sono meno soggette a incendi rispetto alle auto a combustione interna.

Secondo un'analisi, su 100.000 veicoli, si sono verificati:

- **25** incendi tra le auto elettriche,
- **1.530** tra le auto a benzina o diesel
- **3.474** tra le auto ibride.

Questo suggerisce che le auto elettriche presentano un rischio di incendio **significativamente inferiore** rispetto alle altre tipologie di veicoli.

Sicurezza in caso di incidente

Le auto elettriche e ibride presentano alcune peculiarità in caso di incidente.

Le **batterie** possono rappresentare un rischio per i soccorritori a causa della possibilità di scosse elettriche o incendi.

Tuttavia, le case automobilistiche stanno implementando sistemi di sicurezza avanzati, come interruttori pirotecnici, per disconnettere le batterie in caso di collisione, riducendo così i potenziali pericoli.

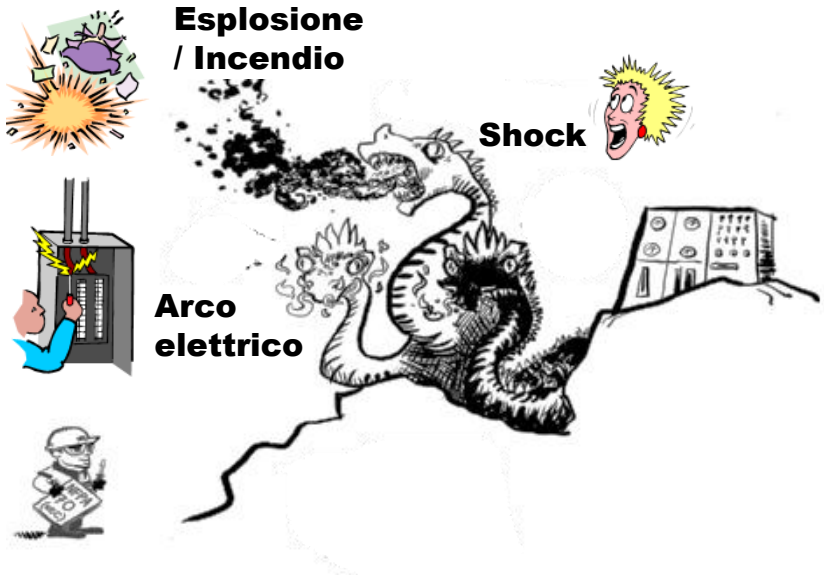
In sintesi, sebbene le auto elettriche e ibride abbiano alcune caratteristiche specifiche da considerare in termini di sicurezza, i dati attuali suggeriscono che il rischio di incendio è inferiore rispetto ai veicoli tradizionali.

È comunque importante monitorare e studiare questi aspetti man mano che la diffusione di questi veicoli aumenta.

Rischi elettrici

Una condizione anomale dovuta a un **guasto interno** all'impianto o a **eventi esterni** può provare grandissimi **rischi**.

Occorre quindi prevedere le opportune protezioni per **evitare rischi e limitare danni** alle persone, all'ambiente e all'impianto.



Per **rischio elettrico** si intende la probabilità di subire effetti derivanti da contatti accidentali con elementi in tensione (contatti diretti o indiretti) o da arco elettrico

La **mortalità legata agli infortuni** per elettrocuzione è **nettamente superiore** rispetto ad altri infortuni non elettrici.

Per la maggior parte dei lavoratori, il **rischio elettrico** è il pericolo a cui sono esposti i lavoratori a seguito del venir meno delle barriere di sicurezza di cui sono stati dotati gli impianti o le apparecchiature.

L'esposizione al **rischio elettrico** si verifica nella maggior parte dei casi a seguito di un'**errata realizzazione** o di **incuria** nell'uso di attrezzature, impianti e apparecchiature.

Altri lavoratori, invece, sono esposti al rischio elettrico poiché svolgono la propria attività lavorativa sugli impianti elettrici stessi (ad esempio per l'esercizio, le verifiche o la manutenzione) oppure perché lavorano nei pressi di impianti elettrici, es. in vicinanza di linee elettriche).

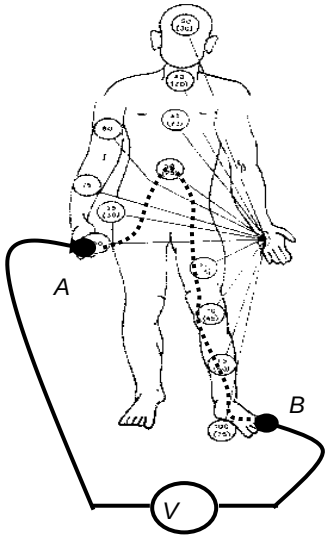
Dove è presente il rischio elettrico, decorrono automaticamente gli **obblighi** previsti dal Capo III del D.Lgs **81/2008**, in particolare le misure di prevenzione e protezione ascrivibili al Datore di Lavoro di cui all'art 18.

Effetti della corrente sul corpo umano

Si verifica uno **shock elettrico** quando il corpo viene attraversato da una corrente elettrica a seguito dell'applicazione di una tensione fra due parti del corpo.

Le lesioni variano secondo la dinamica dell'incidente, della durata dell'esposizione, della tensione applicata e delle caratteristiche della persona.

Il cervello comanda i muscoli attraverso segnali elettrici.
Se nel corpo circola corrente iniettata dall'esterno, i muscoli ovviamente ne risentono e il corpo reagisce.



All'aumentare della corrente elettrica nel corpo, si hanno successivamente:

- percezioni di **fastidio**
- **reazioni reversibili** (contrazioni muscolari, difficoltà respiratorie, etc..)
- **reazioni irreversibili** (arresto cardiaco, arresto respiratorio, gravi ustioni, etc..)

Livelli di pericolosità in corrente

Livello di corrente	*c.a.* [mA]	*c.c* [mA]
sopportabile senza reazioni per tempi indefiniti	**0,5**	**2**
soglia di rilascio:, con probabilità nulla di fibrillazione ventricolare anche se applicato per tempi indefiniti	**10**	**30**
tetanizzazione: non si riesce a rilasciare i muscoli contratti (per c.a. soglia a secondo del tempo. Dopo 500 mA, t = 0)	**10-500**	**500**

Per correnti inferiori a 500 mA,

la corrente continua è meno pericolosa della corrente alternata.

Si ritiene che ciò sia dovuto al fenomeno della *adattabilità* dell'uomo, essendo più facile l'adattamento del corpo umano ad una corrente costante che non ad una corrente variabile.

Ustioni

Gli incidenti elettrici possono causare **ustioni**.

In passato, se qualcuno aveva subito ustioni in un incidente elettrico, si pensava che le scottature fossero senz'altro state causate dalla corrente attraverso il corpo.

L'esperienza ha dimostrato che **la maggior parte delle ustioni** da incidenti elettrici provengono in realtà da **arco elettrico**, non da scariche corporee..

L'**arco elettrico** è una **scarica elettrica in aria** che mette in gioco una potenza elevatissima in tempi molto brevi, con temperature d'arco che possono superare i **10 000 °C**.

L'arco può originarsi in diversi modi:

- **avvicinandosi** a una parte in tensione con un oggetto conduttivo
- **perdendo l'equilibrio** nei pressi di una parte in tensione
- **lasciando cadere** uno strumento metallico
- **avvicinandosi** a una parte in tensione con rotture o lacune nell'**isolamento**
- **con scariche conduttrici** fra **superfici inquinate** da polvere, corrosione o altre

Le ustioni elettriche sono **molto dolorose**, lente nella guarigione e costose.

Il **tasso di sopravvivenza è molto basso**, soprattutto per le persone anziane

Delle circa 350 persone uccise dall'elettricità in USA nel luogo di lavoro lo scorso anno, circa il 50% erano legate al fenomeno dell'arco elettrico, al ritmo da **1 a 2 decessi al giorno**.

Questi numeri considerano solo gli incidenti in cui le vittime sono state inviate a centri di ustioni speciali.
Non sono considerati i casi inviati a ospedali o cliniche regolari, né casi non segnalati o quasi incidenti.

Incendio ed esplosione

Incendio

Combustione è una reazione chimica sufficientemente rapida di una sostanza **combustibile** con un **comburente** che da luogo allo sviluppo di calore, fiamma (brace), gas, fumo e luce.

Esplosione

reazione rapida di ossidazione o decomposizione che produce un aumento della temperatura, pressione o entrambe simultaneamente (UNI EN 1127:1).

L'esplosione comporta un rilascio rapido di energia in un tempo molto ridotto, capace di henerare onde di pressione e di calore che si propagano all'ambiente circostante

Incendio ed **esplosione** hanno la stessa genesi ....

Ossigeno
+
Combustibile
+
Innesco

... ma differiscono per il tempo di combustione e per l'energia di innesco

Combustibile	*Innesco*	*Tempo*
Tronco di legno	legnetti (100 kJ)	2 h
Trucioli di legno	fiammifero (10 J)	1 m
Segatura fine	scintilla (10 mJ)	1 ms

S..

S.Campobello

Fuga termica (*Thermal runaway*) e reincendio

La **fuga termica** in una **batteria** è un processo chimico che produce calore (*reazione esotermica*) e può innescare un **effetto domino**, diffondendosi da una cella della batteria a molte celle.

La causa principale della fuga termica è generalmente il **cortocircuito all'interno di una cella** della batteria e il conseguente aumento della temperatura interna della cella.

Un cortocircuito in una cella della batteria agli ioni di litio può derivare da **difetti** introdotti durante la produzione, come la contaminazione, o da **danni** alla cella causati da schiacciamento o perforazione, (esattamente il tipo di danno prodotto da incidenti automobilistici ad alto impatto e ad alta gravità).

Un incendio esterno potrebbe anche riscaldare una cella della batteria a sufficienza per avviare la fuga termica.

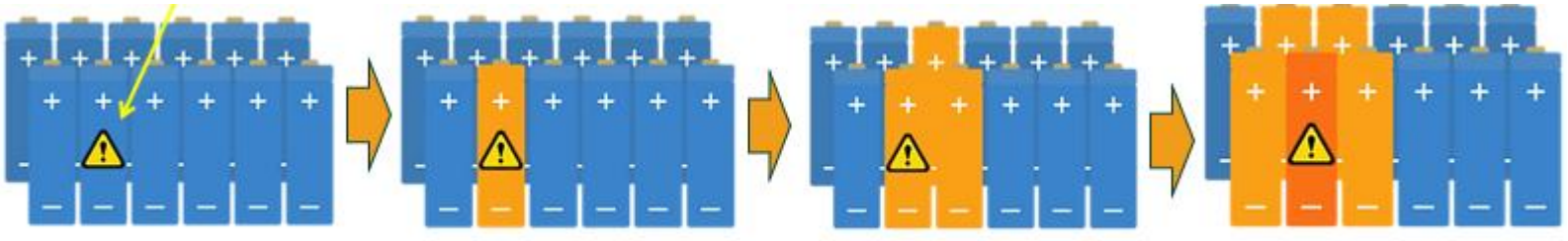
Quando le celle entrano in fuga termica si possono verificare **incendi** e **esplosioni**.

Il solvente infiammabile nell'elettrolita può incendiarsi se esposto a temperature elevate o scintille elettrostatiche.

Se una batteria ad alta tensione è danneggiata, l'energia rimane all'interno di tutti i moduli e nelle celle della batteria non danneggiate, senza alcun percorso per scaricarla.

Quell'energia bloccata può causare la **riaccensione di una batteria ad alta tensione più volte** dopo che i vigili del fuoco hanno spento l'incendio di un veicolo elettrico.

I soccorritori non hanno modo di misurare quanta energia rimane in una batteria danneggiata e non hanno modo di scaricare quell'energia, se non con metodi che richiedono molto tempo come consentire a un incendio della batteria di bruciarsi da solo



Una batteria (al litio) è composta da più celle.
Se una cella ha dei problemi (per guasto elettrico o per urto) può iniziare il fenomeno termico

Se la temperatura sale molto, si creano le condizioni per un incendio

Il riscaldamento può propagarsi a celle vicine, provocando l'inizio dell'incendio

Anche se l'incendio viene spento, Il riscaldamento può continuare e, propagandosi ad altre celle, può reinnescare l'incendio

Soccorso elettrico a persone folgorate

Non toccare l'infortunato se non si è certi che sia isolato dalla sorgente elettrica.

Il quadro patologico in caso di pronto soccorso verso un soggetto vittima di folgorazione comprende:

- **Arresto cardiaco**
- **Blocco respiratorio**
- **Ustioni**
- **Danni neurologici**
- **Traumi** indiretti dovuti a cadute o movimenti incontrollati dei muscoli

Comportamento da seguire:

- determinare lo **stato della vittima**: se cosciente o meno, se respira, se battito cardiaco regolare
- chiamare subito il **soccorso sanitario** segnalando tipo di infortunio, luogo esatto e stato della vittima
- **verificare** che non sussistano ulteriori pericoli oltre alla già citata disconnessione dell'energia elettrica.
- se necessario (e solamente se si ha un'adeguata formazione) effettuare la **rianimazione cardiopolmonare**
- non muovere l'infortunato, non somministrare bevande o medicamenti, non applicare medicamenti

Auto elettriche: cautela negli interventi

Date le elevate potenze elettriche necessarie (50 – 400 kW), il sistema elettrico delle auto elettriche è:

- a **tensioni elevate** (**400 – 800 V**), quindi con notevole potenziale di pericolo
- con un **grande serbatoio di energia accumulata** in pesanti batterie e condensatori ad alta tensione (supercap).

Esistono quindi rischi oggettivi:

- nei **lavori di riparazione e manutenzione** su veicoli ibridi ed elettrici.
- negli interventi del personale di soccorso in seguito a **incidenti** con questo tipo di veicoli.

In particolare occorre tenere presenta che, anche se si interrompono i collegamenti, le batterie e i condensatori ad alta tensione sono **accumulatori non disattivabili** e, in caso di uso improprio, comportano rischi considerevoli in termini di sicurezza:

- messa in pericolo di persone e cose
- pericoli di natura elettrica (scosse elettriche, archi elettrici)
- pericoli di natura termica (ustioni)
- pericoli d'incendio
- rischi fisici
- infortuni secondari (ferite da taglio, cadute ecc.).

Occorre quindi una **particolare cautela** nell'intervenire sulle parti elettriche di un'auto elettrica.

Interventi sulle auto elettriche

Partiamo da alcuni punti fermi:

- **Alta tensione**: a differenza delle auto convenzionali (**12 V**), sono presenti tensioni elevate (**400 – 800 V**) e quindi con rischio di scosse elettriche
- **Batterie al litio**: immagazzinano una grande quantità di energia. Se danneggiate in modo grave, presentano un rischio di incendio
- **Novità**: le auto elettriche sono diffuse da poco tempo e quindi non c'è l'esperienza e la familiarità delle auto convenzionali, diffuse da più di un secolo

Da un punto di vista tecnico, i Costruttori fanno tutti gli sforzi per garantire auto elettriche sicure, in linea con le conoscenze e le tecnologie attuali.

Non ci sono evidenze che le auto elettriche siano più pericolose delle auto con motore a combustione interna in caso di incidente. Anzi, in termini di rischio, diversi studi dimostrano che le auto elettriche hanno un livello di sicurezza simile o addirittura superiore.

- **NHTSA:** Secondo la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), le auto elettriche non hanno un rischio maggiore di incendio rispetto alle auto con motore a combustione interna.
- **Euro NCAP:** I test di sicurezza Euro NCAP dimostrano che le auto elettriche ottengono risultati simili o migliori rispetto alle auto tradizionali in termini di protezione degli occupanti.

Tuttavia, in considerazione dei rischi e della scarsa esperienza generale sugli incidenti di auto elettriche, è molto importante conoscere gli aspetti rischiosi e seguire le precauzioni necessarie per la propria sicurezza e quella degli altri in occasioni di incidenti ed anche per la manutenzione.

Linee guida

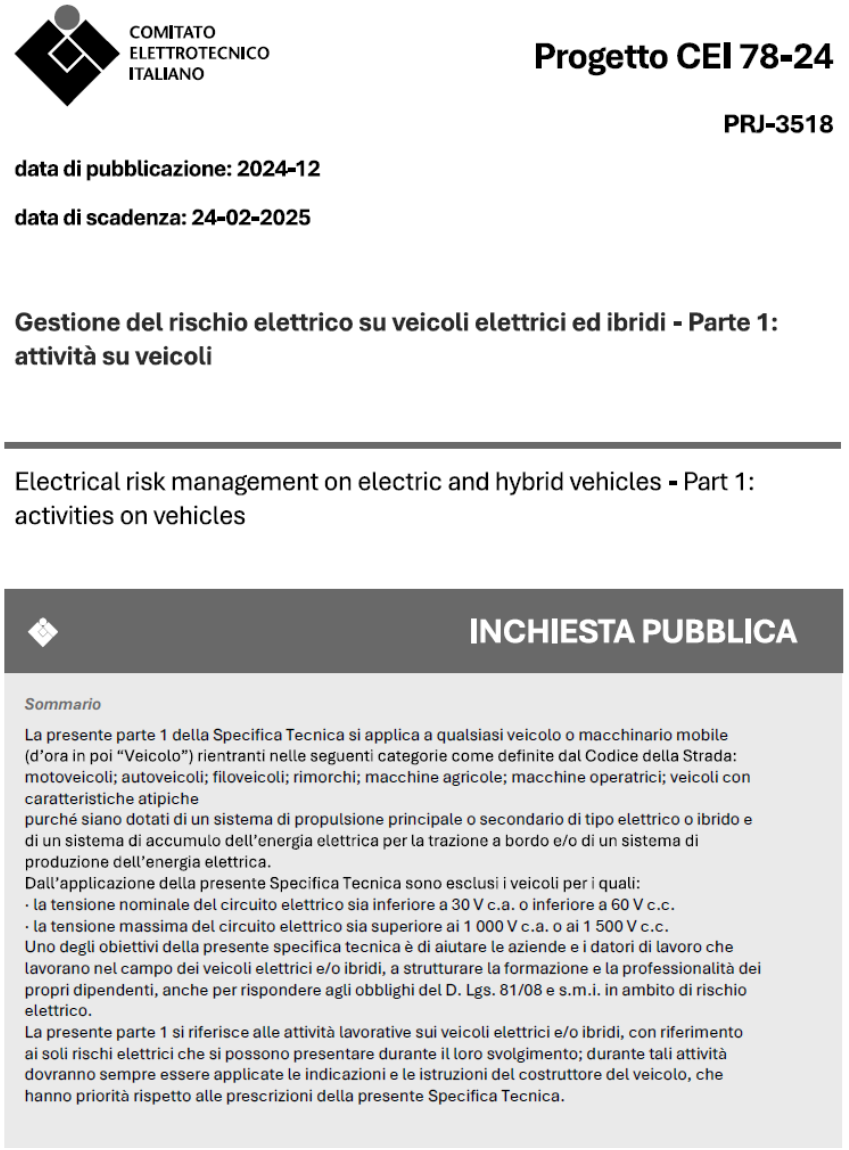
Sulla base delle conoscenze e dell'esperienza, sono disponibili utili linee guida, facilmente reperibili su Internet.

Vigili del Fuoco (**VF**)

Commissione Federale Svizzera (CFSL, **SUVA**)

Progetto CEI 78-24

Anche il **CEI** (*Comitato Elettrotecnico Italiano*) sta emanando una normativa (attualmente in fase di inchiesta pubbica)t.



COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Progetto CEI 78-24

PRJ-3518

data di pubblicazione: 2024-12

data di scadenza: 24-02-2025

Gestione del rischio elettrico su veicoli elettrici ed ibridi - Parte 1: attività su veicoli

Electrical risk management on electric and hybrid vehicles - Part 1: activities on vehicles

INCHIESTA PUBBLICA

Sommario

La presente parte 1 della Specifica Tecnica si applica a qualsiasi veicolo o macchinario mobile (d'ora in poi "Veicolo") rientranti nelle seguenti categorie come definite dal Codice della Strada: motoveicoli; autoveicoli; filoveicoli; rimorchi; macchine agricole; macchine operatrici; veicoli con caratteristiche atipiche
purché siano dotati di un sistema di propulsione principale o secondario di tipo elettrico o ibrido e di un sistema di accumulo dell'energia elettrica per la trazione a bordo e/o di un sistema di produzione dell'energia elettrica.
Dall'applicazione della presente Specifica Tecnica sono esclusi i veicoli per i quali:
· la tensione nominale del circuito elettrico sia inferiore a 30 V c.a. o inferiore a 60 V c.c.
· la tensione massima del circuito elettrico sia superiore ai 1 000 V c.a. o ai 1 500 V c.c.
Uno degli obiettivi della presente specifica tecnica è di aiutare le aziende e i datori di lavoro che lavorano nel campo dei veicoli elettrici e/o ibridi, a strutturare la formazione e la professionalità dei propri dipendenti, anche per rispondere agli obblighi del D. Lgs. 81/08 e s.m.i. in ambito di rischio elettrico.
La presente parte 1 si riferisce alle attività lavorative sui veicoli elettrici e/o ibridi, con riferimento ai soli rischi elettrici che si possono presentare durante il loro svolgimento; durante tali attività dovranno sempre essere applicate le indicazioni e le istruzioni del costruttore del veicolo, che hanno priorità rispetto alle prescrizioni della presente Specifica Tecnica.

Formazione e prudenza

L'intervento su auto elettriche incidentate presenta dei **pericoli aggiuntivi** rispetto agli interventi su auto tradizionali.

Il guidatore normale non deve intervenire. Deve subito fermare e portare via (a distanza) la chiave con il telecomando.

I soccorritori, come Forze dell'ordine, Vigili del Fuoco e personale medico, devono ricevere una **formazione specifica** per l'intervento su auto elettriche incidentate.

La formazione dovrebbe coprire i seguenti argomenti:

- **Rischio elettrico**
- **Rischio di incendio**
- **Fumi tossici**
- **Peso dell'auto**
- **Complessità del sistema**
- **Procedure di sicurezza**
- **Uso di attrezzature specifiche**

È importante essere consapevoli dei pericoli e adottare le **opportune precauzioni** per garantire a tutti la sicurezza.

Regole di sicurezza

Bisogna fare molta attenzione a mettere le mani sul sistema elettrico di un'auto elettrica.

- gli interventi devono essere fatti **da personale qualificato**, in possesso di formazione adeguata sui rischi elettrici e sugli incendi
- la prima cosa da fare è **disinserire l'alimentazione**. Il **disinserimento completo** come pure il reinserimento della tensione devono essere effettuati solo da **personale qualificato** e autorizzato.

Disinserire la tensione in modo improprio può comportare pericoli considerevoli a causa di scosse elettriche e archi elettrici.

Ogni Costruttore prevede le sue procedure.

Perciò per tutti i tipi di veicoli si devono rispettare rigorosamente le istruzioni e le disposizioni del fabbricante.

E' quindi importante identificare bene il tipo di veicolo e disporre delle **procedure previste** in manutenzione o post-incidente.

Il personale dei servizi di sicurezza e di soccorso, quali polizia e pompieri, ma anche servizi di soccorso stradale, autodemolitori e imprese di riciclaggio, devono conoscere e rispettare le **regole di sicurezza** durante gli interventi su questo tipo di veicoli in modo da ridurre qualsiasi rischio.

Interventi su auto elettriche incidentate

Intervenire su auto elettriche incidentate presenta dei pericoli aggiuntivi rispetto agli interventi su auto tradizionali. Questi pericoli sono principalmente:

- **Alta tensione:** Le auto elettriche dispongono di batterie ad alta tensione, che possono rimanere cariche anche dopo un incidente. Il contatto con componenti ad alta tensione può causare folgorazioni gravi o mortali.
- **Incendio:** Le batterie al litio delle auto elettriche possono incendiarsi in caso di incidente, soprattutto se la batteria è danneggiata. Le batterie al litio possono bruciare per ore e sono difficili da estinguere.
- **Fumi tossici:** In caso di incendio di una batteria al litio, si sprigionano fumi tossici e irritanti che possono essere pericolosi per la salute.
- **Pericolo di esplosione:** In alcuni casi eccezionali, le batterie al litio possono esplodere.
- **Allagamento:** Se l'auto elettrica è coinvolta in un incidente che causa allagamento, c'è il rischio di folgorazione se si entra in contatto con l'acqua.
- **Peso:** Le auto elettriche sono generalmente più pesanti delle auto tradizionali, a causa del peso della batteria. Questo può rendere più difficile l'estrazione dei passeggeri in caso di incidente.
- **Complessità:** Le auto elettriche sono sistemi complessi con componenti elettrici e meccanici che possono essere danneggiati in un incidente. Questo può rendere l'intervento di soccorso più complesso e pericoloso.

Precauzioni da adottare

Per ridurre i pericoli nell'intervenire su auto elettriche incidentate, per chi deve intervenire è importante seguire le seguenti precauzioni:

- **Indossare indumenti e attrezzature di protezione adeguati**, come guanti isolanti e stivali antincendio.
- **Ispezionare** l'auto per identificare i potenziali pericoli, come danni alla batteria e presenza di alta tensione.
- Se possibile, **disattivare l'alimentazione elettrica** dell'auto prima di intervenire.
- Seguire le **procedure di sicurezza** specifiche per le auto elettriche,
- In caso di incendio, utilizzare **estinguenti adatti** alle batterie al litio.
- Se non si è sicuri di come intervenire, contattare i **Vigili del Fuoco** o altri soccorritori qualificati.

Dispositivi di protezione individuale

I **dispositivi di protezione individuale** (DPI) consentono di ridurre o addirittura di eliminare gli effetti pericolosi per le persone.

Molti tipi di veicoli consentono di disinserire la tensione senza un intervento diretto del personale sul sistema ad alta tensione.

Ciò nonostante, un **margine di rischio sussiste sempre.**

E' quindi rigorosamente obbligatorio indossare adeguati dispositivi di protezione individuale DPI.

Occorre grandissima attenzione nell'eseguire operazioni direttamente sui **componenti ad alta tensione** (cavi arancioni, batteria).

	Guanti isolanti Testati per lavori fino a 1000 volt. In caucciù naturale. Conformità alla norma EN 60903. Protetti contro gli archi elettrici (classe di protezione 1), in conformità alla norma EN 61482-1. Lunghezza 400 mm circa. Rispettare la data di scadenza.
	Elmo con visiera di protezione Protezione integrale di tutto il viso e vista completamente libera. Antischeggia resistente ad acidi e alcali protetta contro gli archi elettrici (classe di protezione 1), in conformità alla norma EN 61482-1.
	Dispositivi di protezione individuale di III cat. Impiegato per gli interventi ordinari di soccorso Tenuta d'intervento completa.
	Calzature di sicurezza Con puntale di protezione, suola interna antistatica e suola esterna resistente agli olii e agli idrocarburi con profilo antiscivolo conformi alla norma EN 15090:2012 F2A HI3 CI AN SRC.
	Autorespiratore a circuito aperto Protezione delle vie aeree In conformità alla norma EN 137 e Direttiva UE 686/89.

VF

Interventi su auto elettriche incidentate o danneggiate

1. **Identificare i** veicoli dotati di sistemi ad alta tensione:

Identificare il veicolo.

I connettori o i cavi arancioni, le diciture riconoscibili sul veicolo e i connettori di ricarica indicano che si tratta di un veicolo elettrico o ibrido.

Cavi arancione

2 – **Individuare tipo di auto** (ad es. Hybrid, Electric Drive, ecc.)

In mancanza della denominazione, per identificare utilizzare le seguenti caratteristiche: presa di ricarica, cavi dell'alta tensione arancioni, adesivi di avvertimento su componenti elettrici, indicatore del livello di carica, segnalazioni sul cruscotto, assenza di scarico gas ...

Consultare le schede di soccorso delle diverse marche di veicoli (se disponibili, sono visualizzabili con il codice QR)

Identificazione mediante targa

Interventi su auto elettriche incidentate o danneggiate

3 - **Impedire qualsiasi contatto** con il veicolo.

4 - **Immobilizzare** il veicolo

5 - **Sbarrare l'area**, contrassegnare il veicolo e avvertire gli interessati.

6 – In caso di incendio, **predisporre protezione antincendio** (acqua, schiuma, polvere).

7 - **Sfilare la chiave di accensione** e rimuoverla dall'abitacolo. In presenza di smart key, allontanare la smart key di almeno 5 metri

Mettere in sicurezza il luogo dell'incidente. Predisporre una triplice protezione antincendio (acqua, schiuma, polvere).

Avvertire gli interessati. Contrassegnare il veicolo.

Immobilizzare il veicolo utilizzando le calzatoie.

Controllare lo stato del motore, disinserire il sistema, rimuovere la chiave di accensione dall'abitacolo.

SUVA

Interventi su auto elettriche incidentate o danneggiate

8 - **Staccare la batteria 12 V** e isolare i morsetti. Aspettare qualche minuto per fare scaricare i condensatori

9 - Indossare adeguati **dispositivi di protezione individuali** (DPI) (es. guanti isolanti,..)

10 - **Disinserire il sistema ad alta tensione** (v. istruzioni del fabbricante e/o scheda di soccorso)

11 - Controllare lo **stato meccanico della batteria** ad alta tensione ma **non aprire il pacco batterie**

12 - **Rilevare formazioni di calore** con telecamera termica.

13 **- Non toccare i cavi e i componenti ad alta tensione** senza protezione.

14 – **Avvertire il personale di soccorso dei pericoli** con i veicoli dotati di sistemi ad alta tensione.

Staccare la batteria 12 V.

Isolare il morsetto.

Disinserire la tensione (se possibile in conformità alla istruzioni del fabbricante o alla scheda di soccorso), ad es. rimuovendo il sezionatore di alta tensione dalla batteria.

Controllare lo stato meccanico della batteria ad alta tensione e rilevare formazioni di calore con la telecamera termica.

SUVA

Incidente in presenza di incendio

A prescindere dal tipo di vettura e dal tipo di alimentazione, in caso di incendio occorre considerare sempre il possibile **rischio di esplosione**.

Sono possibili diverse opzioni:

(*Tecnica difensiva*): - lasciar bruciare la vettura

- togliere ossigeno incapsulando l'auto con appositi schermi

(*Tecnica offensiva*): - raffreddare le batterie con grandissima quantità di acqua (migliaia di litri)

VF

Lo **spegnimento dell'incendio** può essere effettuato solo da **personale specializzato**.

In caso d'intervento durante l'incendio è necessario:

15 - Spegnere preferibilmente con acqua (effetto raffreddante sull'accumulatore ad alta tensione e azione estinguente). Sono necessarie grandi quantità d'acqua.

Distanze da rispettare: 3 m per il getto polverizzato,

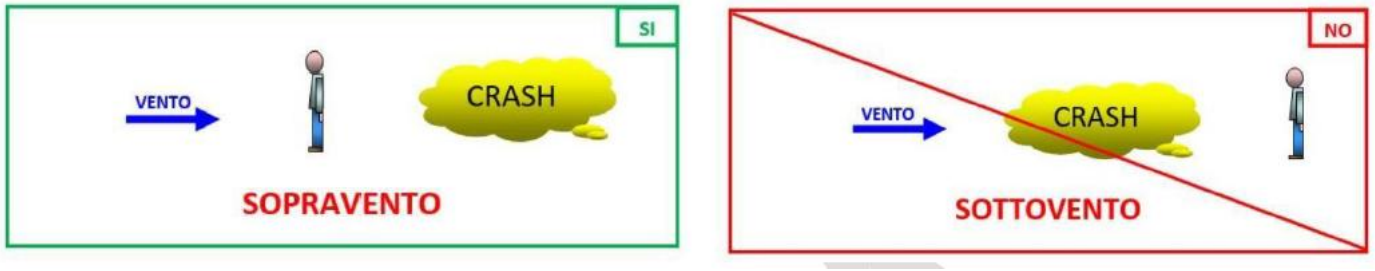
5 m per il getto pieno

16 - **Non inalare fumo e gas combusti**. Utilizzare un apparecchio di protezione delle vie respiratorie

Nel caso d'incendio è necessario fare alcune considerazioni:

Interventi su auto elettriche incidentate o danneggiate

- in presenza di ventilazione, operare **sopravento** rispetto al fuoco.
- In questo modo il getto di estinguente verrà spinto contro la fiamma e i residui della combustione con relativi fumi non si indirizzeranno a sfavore degli operatori.



17 - In caso di **consegna a terzi**, comunicare le misure prese e farle confermare per scritto

SUVA

Interventi su auto elettriche incidentate o danneggiate

18 - Trasportare i veicoli con batteria danneggiata all'officina specializzata più vicina, avvisando il guidatore di possibili pericoli.

19 - Lasciare l'auto danneggiata in uno spazio aperto.

20 - Se possibile, far scaricare la batteria.

21 – **Monitorare** eventuali **aumenti di temperatura** tramite telecamera termica.

Se la batteria ha energia bloccata residua, anche dopo avere estinto l'incendio, è possibile che l'incendio si riattivi spontaneamente anche dopo ore o giorni!!

.

SUVA

Report USA

La **NTSB** (*National Transportation Safety Board*, USA) mantiene un report molto interessante per gli interventi su auto elettriche incidentate.

Safety Risks to Emergency Responders from Lithium-Ion Battery Fires in Electric Vehicles

Safety Report

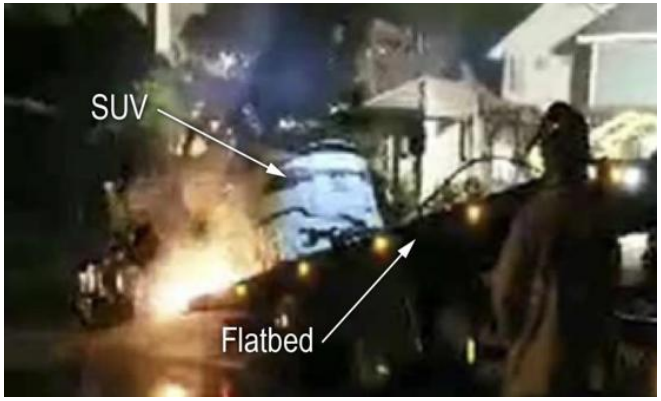
NTSB/SR-20/01
PB2020-101011

National Transportation Safety Board

VF

Lake Forest (California) agosto 2017

18.17 un SUV elettrico sbanda e colpisce un'auto parcheggiata in un garage
18.25 intervengono i vigili del fuoco e spengono l'incendio
19.00 Incendio spento. Poi si riaccende parecchie volte.
19.17 I vigili rimuovono l'auto e si fermano fuori
20.04 L'incendio riprende e i vigili spengono con acqua
21,13 dopo 45 minuti, l'auto si incendia di nuovo, con grande fumo
22.40 Incendio spento. Si chiama il carro attrezzi
23.09 Caricata l'auto sul carro attrezzi, l'incendio riprende.
23.14 Lieve ustioni all'autista del carro attrezzi
12.21 Auto scaricata dal carro attrezzi. Incendio riacceso per pochi secondi
13.15 Lavoro completato



La batteria ha mostrato danni termici, deformazioni e deformazioni a circa l'80% dell'esterno dell'alloggiamento della batteria.
Sebbene la batteria abbia mostrato danni termici, gran parte di essa è rimasta intatta.
La durata dell'incendio dopo lo schianto e le molteplici riaccensioni della batteria erano la prova che la batteria conteneva ancora molta energia.

Mountain View (California) marzo 2018

9.27 auto in autostrada colpisce barriera di cemento, si scontra con due auto e si incendia

9.37 arrivano i vigili del fuoco e spengono l'incendio con acqua e schiuma

9.45 spento incendio, ma si sentono rumori.

9.55 i vigili chiamano il Costruttore, che raccomanda di non spostare l'auto e manda i suoi tecnici. Autostrada rimane chiusa

12.30 I tecnici del Costruttore tentano di rimuovere la batteria, che sembra intatta. Arriva il carro attrezzi.

15.05 L'auto viene caricata sul carro attrezzi, dopo avere messo travi di legno sul pianale per mantenere l'isolamento elettrico

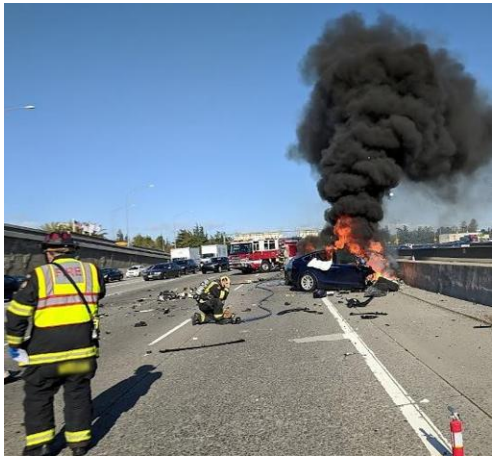
16.17 L'auto arriva in deposito all'aperto, lontana da altri veicoli.

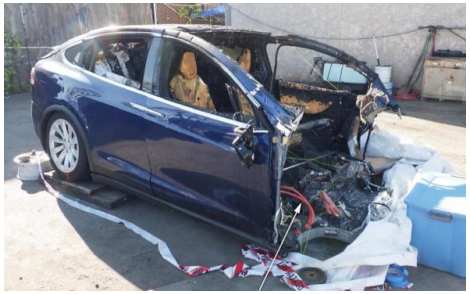
16.37 Ricomincia l'incendio, che si spegne da solo

cinque giorni dopo

19.09 Riprendono le fiamme, Paura di utilizzare l'acqua. Si ricorre alla schiuma

21.50 Operazioni concluse.





Per le ispezioni è stato necessario tagliare il frontale.

Il fatto che la batteria si sia riaccesa almeno sei volte è stata la prova che la batteria continuava a essere carica.

La rimozione dell'alloggiamento della batteria per un'ulteriore ispezione è stata ritenuta non sicura.

Non è stato possibile valutare l'energia bloccata rimanente nella batteria.

Fort Lauderdale (Florida) maggio 2018

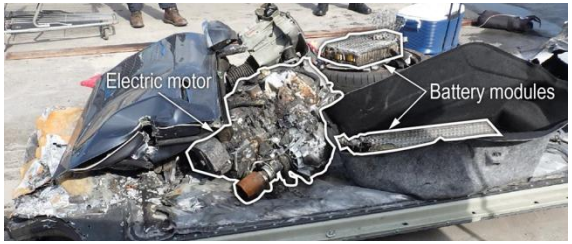
18.46 auto esce di strada a forte velocità, urta un muro ed esplode in fiamme.

18.50 arrivano i vigili del fuoco. Centinaia di litri d'acqua per spegnere l'incendio, collegandosi anche a un vicino idrante. Pezzi di batteria per terra, coperti con schiuma.

19.45 l'auto caricata sul carro attrezzi. La batteria si riaccende, ma viene estinta

22.45 Incendio spento. Auto isolata nel depositoPerò continua il fumo, estinto con schiuma

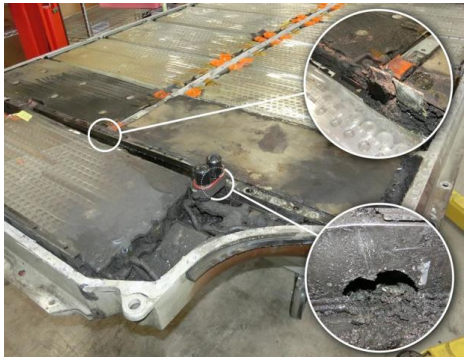
23.10. Nuovamente fumo, rapidamente estinto



L'alloggiamento della batteria è stato gravemente danneggiato e rotto lungo tutta la lunghezza della superficie anteriore.
Acqua e detriti in tutti i canali di sfiato.

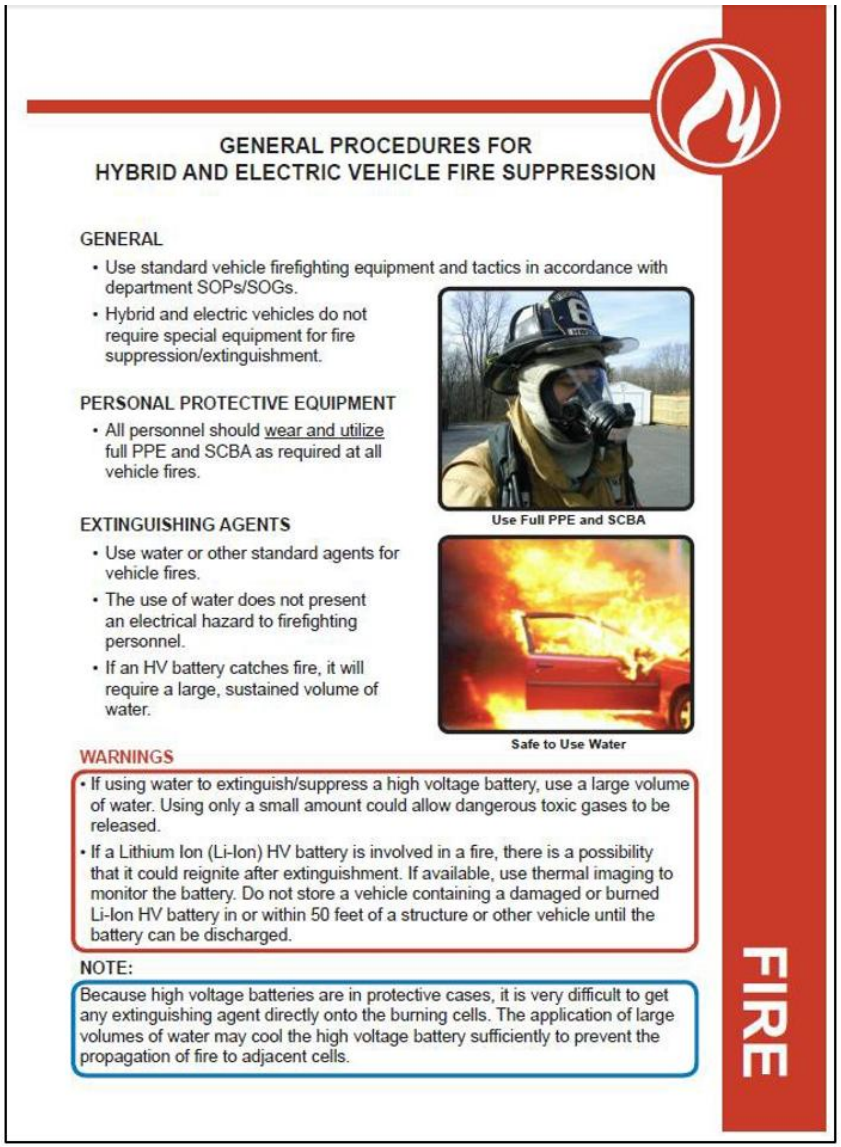
West Hollywood (California) giugno 2018

17.30 mentre auto viaggia su autostrada, esce fumo
17.30 altri autisti avvisano il guidatore, che ferma e scende
17.35 l'auto prende fuoco
18.28 Incendio spento. Però continua il fumo
19.17 I vigili tentano di spegnere il fumo. Tagliano il lato posteriore
20.04 Continuando il fumo, i vigili telefonano al Costruttore
20.15 Il Costruttore dice che la batteria a 12 V è ancora attiva. Bisogna aspettare 10-15 minuti e poi applicare acqua
20.30 Il Costruttore si dichiara contrario al trasporto, per paura di riaccensione
20.40 I vigili decidono comunque di sgombrare l'autostrada e portano via l'auto



L'alloggiamento della batteria presentava fori a sinistra e al centro della parte anteriore che sembravano essere causati dallo sfiato del gas. La foto mostra l'intero pacchetto, con le aree danneggiate cerchiate e gli inserti che evidenziano i dettagli del danno. Il danno ha creato percorsi per il gas di sfiato e le fiamme per raggiungere le prese d'aria di sovrapressione sul lato sinistro e destro del pacco batteria..

Procedure



GENERAL PROCEDURES FOR
HYBRID AND ELECTRIC VEHICLE FIRE SUPPRESSION

GENERAL

- Use standard vehicle firefighting equipment and tactics in accordance with department SOPs/SOGs.
- Hybrid and electric vehicles do not require special equipment for fire suppression/extinguishment.

PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

- All personnel should wear and utilize full PPE and SCBA as required at all vehicle fires.

Use Full PPE and SCBA

EXTINGUISHING AGENTS

- Use water or other standard agents for vehicle fires.
- The use of water does not present an electrical hazard to firefighting personnel.
- If an HV battery catches fire, it will require a large, sustained volume of water.

Safe to Use Water

WARNINGS

- If using water to extinguish/suppress a high voltage battery, use a large volume of water. Using only a small amount could allow dangerous toxic gases to be released.
- If a Lithium Ion (Li-Ion) HV battery is involved in a fire, there is a possibility that it could reignite after extinguishment. If available, use thermal imaging to monitor the battery. Do not store a vehicle containing a damaged or burned Li-Ion HV battery in or within 50 feet of a structure or other vehicle until the battery can be discharged.

NOTE:

Because high voltage batteries are in protective cases, it is very difficult to get any extinguishing agent directly onto the burning cells. The application of large volumes of water may cool the high voltage battery sufficiently to prevent the propagation of fire to adjacent cells.

FIRE

Tre incendi (Lake Forest, Mountain View, Fort Lauderdale) sono stati causati da collisioni ad alta velocità.

Il quarto incendio (West Holywood) è stato causato da un guasto interno alla batteria durante normali operazioni di guida.

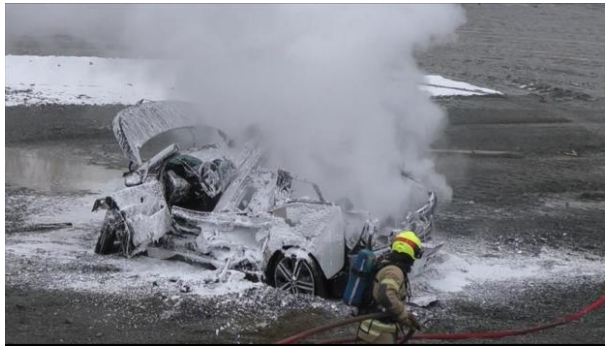
Occorrono approfondimenti.

Impressionante la quantità d'acqua necessaria per spegnere l'incendio (da 10.000 a 70.000 litri).

Le linee guida americano affermano che la riaccensione può avvenire entro diverse ore o un giorno o più dopo che l'incendio è stato spento.

L'NFPA (National Fire Protecion Agency) consiglia ai vigili del fuoco di continuare ad applicare acqua (anche dopo che non ci sono fiamme visibili) per raffreddare sufficientemente il pacco batteria, almeno per un'ora o più - in modo da ridurre il rischio di riaccensione.

Norvegia Marzo 2017



Prova su auto.

L'esercitazione consisteva nel tagliare la carrozzeria e il telaio del veicolo (senza toccare la batteria), tentare di innescare un cortocircuito e un incendio schiacciando il veicolo in diversi punti con un bulldozer e infilando una grande asta di metallo attraverso il centro del veicolo per perforare la batteria.

Perforare la batteria ha provocato un incendio.

I vigili del fuoco non sono riusciti a fermare la fuga termica e l'incendio è stato lasciato bruciare da solo.

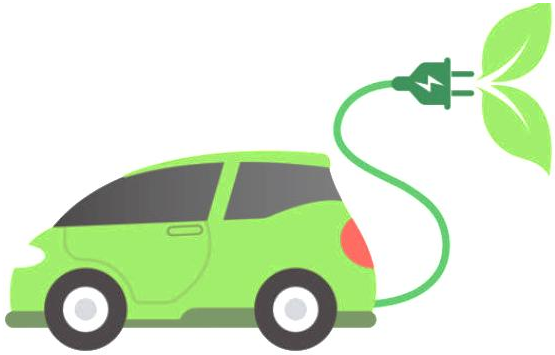
Conclusioni

La scelta a favore della **e-mobility** è **inevitabile**.

Tuttavia i cambiamenti tecnologici devono camminare sulle proprie gambe.

La tecnologia cambia con velocità mai viste prima.

E' sempre prudente e opportuno attenersi a una **neutralità tecnologica**, senza furori ideologici, altrimenti si combinano guai.



L'auto elettrica è **affascinante** e consente **modalità di controllo** molto sofisticate.

Certamente i **costi diminuiranno.** le **infrastrutture di ricarica** si moltiplicheranno e le **batterie miglioreranno**.

Ci vorrà tempo (più di quello che si pensa). La transizione non sarà facile.

Ma la direzione è quella!!

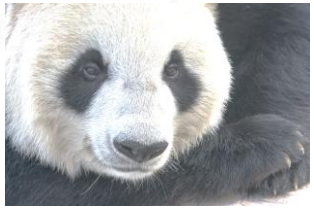
Conclusioni

Le auto elettriche sono più semplici e più sicure delle auto convenzionali.

Tuttavia, anche se le probabilità di incendio o esplosione sono ridotte, occorre conoscere i rischi e sapere cosa fare e cosa non fare nel caso in cui questi eventi (ancorchè rari) si verifichino.

- Le **batterie agli ioni di litio** ad alta tensione nei veicoli elettrici, se danneggiate da forze d'urto o da guasti interni della batteria, presentano **sfide particolari** per i primi e i secondi **soccorritori,** L'energia rimanente in una batteria agli ioni di litio ad alta tensione danneggiata, nota come **energia bloccata**, rappresenta un rischio di scossa elettrica e crea il potenziale per una **fuga termica** che può provocare la **riaccensione** e l'**incendio** della batteria anche a distanza di ore.
- Spegnere l'incendio non è semplice e richiede una grandissima quantità di acqua o schiuma
- La **fuga termica** e le **riaccensioni multiple** della batteria dopo l'estinzione iniziale dell'incendio sono rischi per la sicurezza negli incendi delle batterie agli ioni di litio ad alta tensione.
- Soprattutto per gli utenti normali, le **istruzioni** contenute nelle guide di risposta alle emergenze della maggior parte dei produttori per combattere gli incendi delle batterie agli ioni di litio ad alta tensione mancano dei **dettagli necessari** e specifici del veicolo sulla soppressione degli incendi. Le informazioni da parte dei produttori sulle procedure per mitigare i rischi da energia bloccata sono insufficienti
- Per le **auto incidentate** occorre fare molta attenzione anche nel trasporto, a causa della possibilità di reinnesco.
- Una volta portate in deposito, lasciare almeno 15 m di **spazio libero** nel deposito e monitorare per un tempo sufficiente

Occorrono ancora molti sforzi per diffondere informazioni adeguate

In ogni caso, occorre grandissima cautela nell'intervenire su auto elettriche incidentate.

GRAZIE