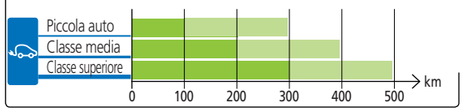
electro suisse

Mobilità elettrica – la trazione del futuro

e-mobile

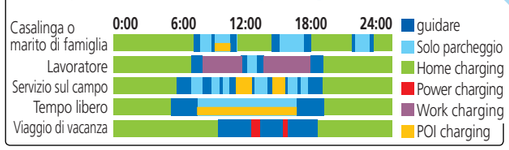
MOBILITÄ 20xx

Autonomia

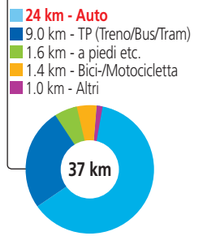


Tipici modelli di guida (Uso quotidiano)

«IT CARICO PASSANTE invece di fare il pieno di gas extra!»



24h In viaggio - come? Distanza in km/giorno



90 In viaggio - a che scopo? Durata in min/giorno

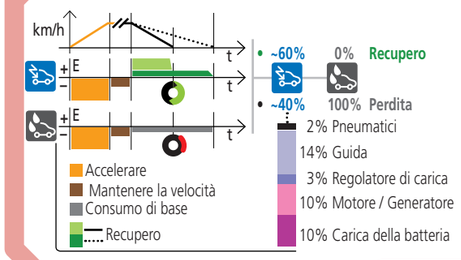
2 Mobilità Svizzera

1 BEV Uso nella vita di tutti i giorni

7

CARATTERISTICHE speciali

1 Bilancio energetico Ciclo di guida



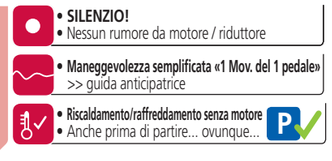
8

2 Efficienza

Autonomia con 1kWh (1kWh = 0.12l Benzina)

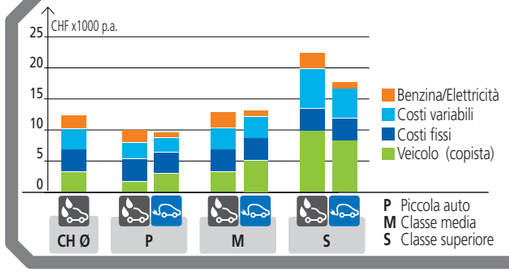
3 Strategia energetica CH 2050

4 Comfort di guida

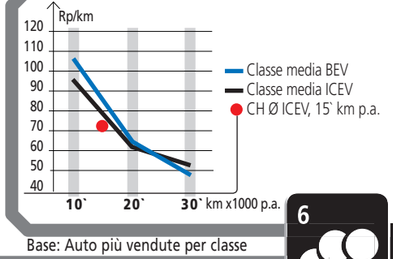


5 Sicurezza

1 TCO Totale costi (Total Cost of Ownership) oltre 10 anni x 20'000 km per ICEV e BEV



2 km Costi per km



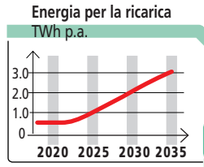
Base: Auto più vendute per classe

6

COSTI Efficienza

ELETTRICITÀ Fornitura

Energia per la ricarica TWh p.a.



Domanda di energia e-mobile CH

1

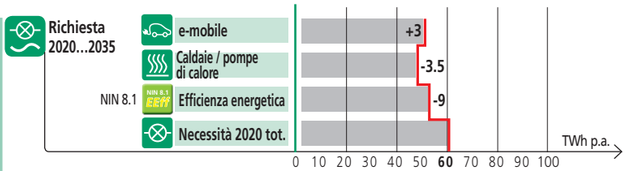
9

Strat. energetica 2050 / MUKEN*

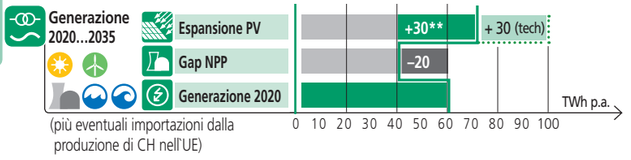
2

*Modello di ordinanza dei direttori cantonali dell'energia
**Obiettivo:10W per m2 di spazio riscaldato

Richiesta 2020...2035

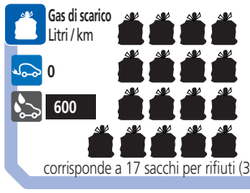


Generazione 2020...2035

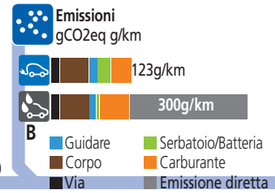


(più eventuali importazioni dalla produzione di CH nell'UE)

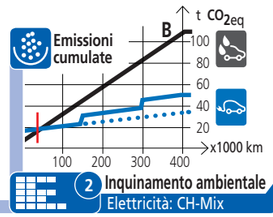
Gas di scarico Litri / km



Emissioni gCO2eq g/km



Emissioni cumulate



2 Inquinamento ambientale Elettricità: CH-Mix

5

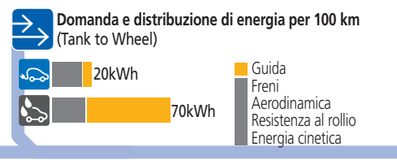
AMBIENTE Sostenibilità

Efficienza energetica

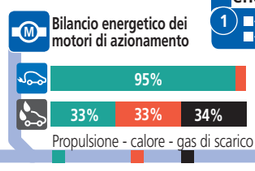
1

Strategia energetica 2050 Impulso per l'efficienza energetica

Domanda e distribuzione di energia per 100 km (Tank to Wheel)



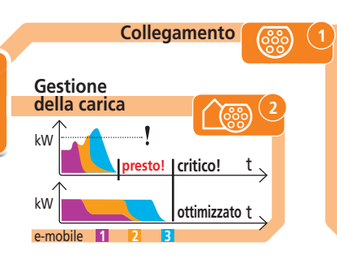
Bilancio energetico dei motori di azionamento



CARICA

10

Collegamento



Gestione della carica

≥50kW / <50kW

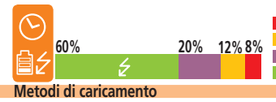
P pannelli di ricarica

3 Carica...

Stazioni di ricarica CH

- Stazioni di ricarica AC: 2450
- Stazioni di ricarica rapida DC: 300
- Promozione (Confederazione, Cantoni, gestori di reti di distrib.)
- 35 aree di servizio autostradali / 100 aree di sosta

Metodi di caricamento



GENERALE

1 Norme/Specifiche

SIA 2060
WVCH 2018
MUKEN 2014

SNEN 61851
NIN 7.22

2 Tipi di veicoli

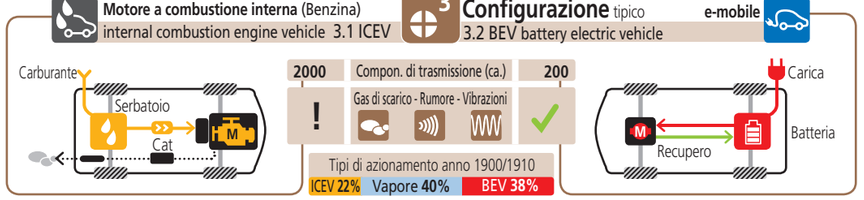
battery electric vehicle **BEV**
internal combustion engine veh.**ICEV**

FCEV fuel cell electric vehicle
PHEV, HEV (plug in) hybrid electric vehicle

3 Configurazione tipico

Motore a combustione interna (Benzina)
internal combustion engine vehicle 3.1 ICEV

e-mobile
3.2 BEV battery electric vehicle



BATTERIA

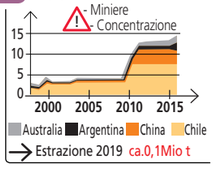
11

1 Produzione

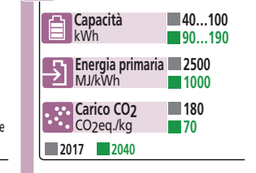
2 Operazione

Miscela di materiali continuamente ottimizzato

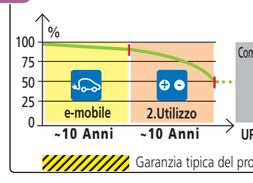
Forniture di litio Mio t

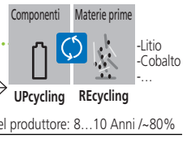


Valori di produzione Quantità Portata costante



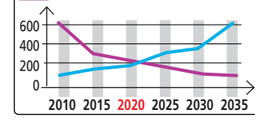
Usi / Sviluppo delle capacità





Garanzia tipica del produttore: 8...10 Anni /~80%

Densità di energia Wh/kg
Costi delle batterie CHF/kWh



Caratteristiche speciali

- Scelta del materiale / costruzi. per una lunga durata
- Funzionamento controllato (temp. / potenza)
- Riduzione minima della capacità (1-2% p.a.)

MERCATO Sviluppo

4

CO_2

- Riduzione = DEVE
- Obiettivi ASTRA 2020

95g/km

- Zone a basse emissioni all'interno della città (EU ✓)
- Promozione di stazioni di ricarica rapida
- 35 Stazione servizio di autostrada / 100 Aree di riposo

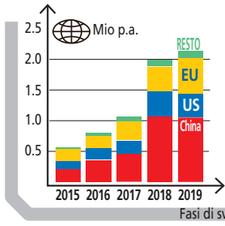
- **Sensibilizzazione +**
- «Cercare/andare per nuove strade»
- Esenzione dal dazio BEV / PHEV
- Premi per lo sterzo (ad es. tassa sui veicoli a motore)
- **Innovation+** / BEVin traffico+
- Megatrend protezione del clima (EU green deal)

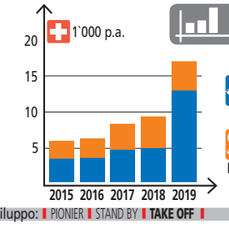
3 Driver mobilità elettr.

Una nuova esperienza di guida.
Per me, l'ambiente e tutti gli altri.

Nuove registrazioni

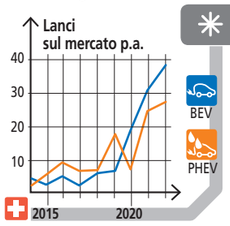
2





Fasi di sviluppo: PIONIER | STAND BY | **TAKE OFF**

1 Nuovi modelli



Redazione: Peter Bryner / Christian Frei / Claudio Pfister | Versione 15i_240321
Realizzazione: ergocom® claudius borer | © Electrosuisse 03_2021

Con il sostegno di
svizzeraenergia

electro suisse

1_ Chilometraggio: 50 km / Giorno
15'000 km / anno

2_ Domanda di energia: 9…15 kWh / Giorno
für 100 km15…20 kWh

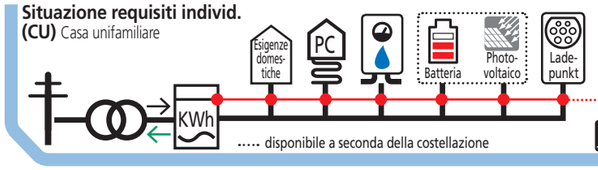
3_ t ricaric. - 20…40 Min. Cap.di ricarica 22 kW
- 50…80 Min. Cap.di ricarica 11 kW

4_ Tipici tempi di inattività (a casa) ~ 12h

Valori di PIANIFICAZIONE

CH • Domanda di energia
• Carica

Situazione requisiti individ. (CU) Casa unifamiliare

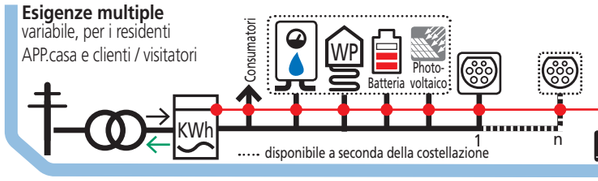


Ottimizzazione del carico •
Ottimizzazione dei costi •
Feed-in / feed-back •
(possib. bidirezionale da e-mobile)
1 o più punti di ricarica •

Sistema1

Esigenze multiple

variabile, per i residenti
APP.casa e clienti / visitatori

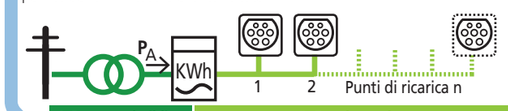


Ottimizzazione del carico •
Ottimizzazione dei costi •
Feed-in / feed-back •
Num. di punti di ricarica vedi 3.3 •
Più proprietari vedi 2 •

Sistema2

Grado di espans. per le fasi di espans. 1,2 in %

per residenti APP.casa e clienti/visitatori



Obiettivi del livello di sviluppo

Livello	Tipo	Minimo	Val. target	2035
1	APP.casa	60%	80%	80%
	Clienti Visitatori	60%	80%	80%
2	APP.casa	2 P	20%	100%
	Clienti Visitatori	2 P	bis 100%	20%

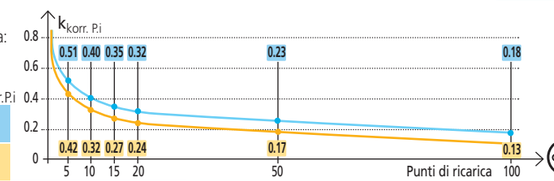
Fasi di sviluppo

Dimensionamento P_A kW

P_A a.e. con 11kW Cap. di ricarica:
$P_A = n_{ricar.} \times 11 \times k_{korr.P.i}$

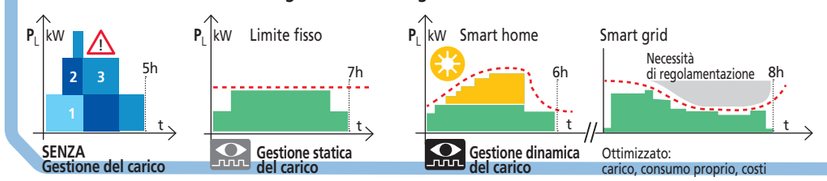
Fattore corr. della potenza $k_{korr.P.i}$

Clienti Visitatori	$k_{korr.P.i} = 0.895 / n^{0.347}$
App.casa	$k_{korr.P.i} = 0.800 / n^{0.401}$



Carico collegato P_A

Curve di carico in funzione della gestione e della gamma di servizi



- Controllo CE
- Potenza 11 o 22 kW
- Fattur.: Contatore per connessione

- Gestione delle spese senza - statico - dinamico
- Compensazione di fase dinamica

- Proprietà della/e stazione/i di ricarica
- Costi aggiuntivi (LAN, DL, ABO…)
- …

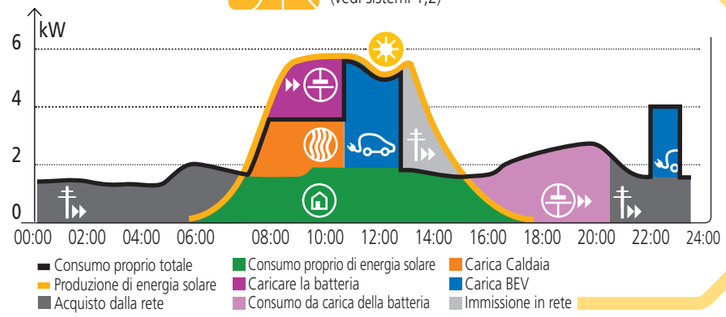
Nota / chiarire...

CARICA

e-mobile

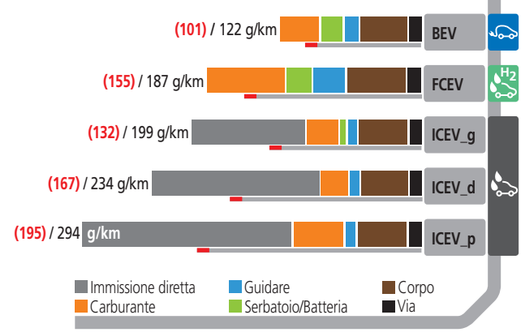
Ottimizzazione locale

Produzione / consumo — con batteria (vedi sistemi 1,2)



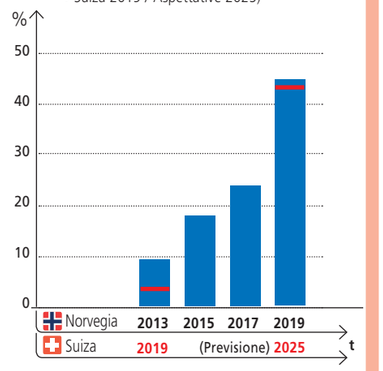
Emissione 2018 / (2040)

Impatto ambientale in gCO2eq g/km

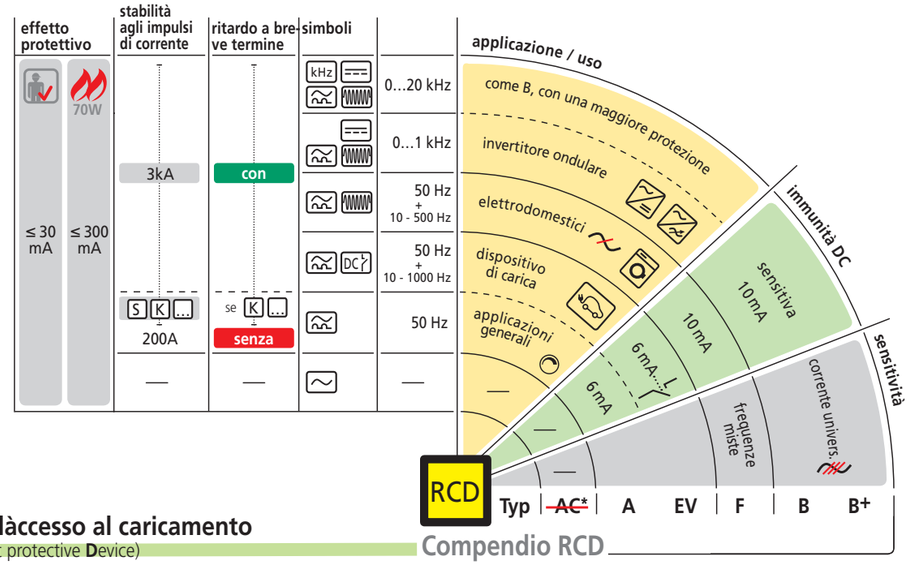


Vendite BEV

- Sviluppo Norvegia 2013…2019
- Suiza 2019 / Aspettative 2025)



Sviluppo tipico



RCD Protezione làccesso al caricamento

(**R**esidual **C**urrent protective **D**evice)

Compendio RCD

BEV Battery Electric Vehicle
FCEV Fuel Cell Electric Vehicle
ICEV Internal Combustion Engine Vehicle (petrol / diesel / gas)
PHEV Plug in Hybrid Electric Vehicle
HEV Hybrid Electric Vehicle
CO2eq Equivalente anidride carbonica
MUKEN 2014 Modello di disposizioni cantonali nel settore dell'energia
NIN 7.22 Alimentazione elettrica per veicoli elettrici
POI Point of interest (Destinazione)
SIA 2060 Infrastrutture per veicoli elettrici negli edifici
SNEN 61851 Attrezzature elettrici per veicoli stradali elettrici
WVCH 2018 Regolamento di lavoro delle imprese elettriche

Organizzazione

Auto Schweiz
ASTRA Bundesamt für Strassen
BFE Bundesamt für Energie
BFS Bundesamt für Statistik
BFH Berner Fachhochschule
ETH Eidg. Tech. Hochschule ZH
Electrosuisse
e-mobile schweiz
IEA Internat. Energie Agentur
ISI Fraunhoferinstitut
NFPA National Fire Protection Association
PSI Paul Scherrer Institut
SIA Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein
TCS Touring Club Schweiz

Origine Glossario ABC

Electrosuisse
Luppmenstrasse 1 | CH-8320 Fehraltorf | +41 58 595 11 11
info@electrosuisse.ch | www.electrosuisse.ch
Realizzazione: Peter Bryner / Christian Frei / Claudio Pfister | Versione 15i_240321

Questa artmap® è stato sviluppato con l'amichevole supporto da:

EnFK Konferenz Kantonaler Energiefachstellen
Conférence des services cantonaux de l'énergie
Conferenza dei servizi cantonali dell'energia
Conferenza dals posts spezialisads chantunals d'energia

swissgee

ENERGY STORAGE E3/DC A member of Hager Group

EM

L'artmap® e-mobile presentato in questo opuscolo, i cui contenuti sono stati elaborati dal team di autori formato da Peter Bryner, Christian Frei e Claudio Pfister e da Claudius Bohrer di ergocom®, si occupa di una tematica di grande attualità: la mobilità elettrica. Gli artmap® di Electrosuisse si distinguono per la caratteristica di presentare graficamente contenuti complessi in un massimo di due pagine A3. In questa serie sono stati finora pubblicati:

Titolo Map	Nome	Anno	Autore
NIBT 2000	Norma sugli impianti a bassa tensione	1999	P. Bryner | J. Schmucki
NIBT 2005	Norma sugli impianti a bassa tensione	2004	P. Bryner | J. Schmucki
NIBT 2010	Norma sugli impianti a bassa tensione	2009	P. Bryner | J. Schmucki
NIBT 2015	Norma sugli impianti a bassa tensione	2014	P. Bryner | J. Schmucki
NIBT 2020	Norma sugli impianti a bassa tensione	2019	P. Bryner | J. Schmucki
OIBT 2001	Ordinanza sugli impianti a bassa tensione	2001	P. Bryner | M. Wey
OIBT 2018	Ordinanza sugli impianti a bassa tensione	2018	P. Bryner | M. Wey
SK EN 61439-1	Apparecchiature assiemate di manovra a bassa tensione	2014	P. Bryner | M. Schellenberg
Norme	Basi legali e le regole tecniche per gli impianti elettrici.	2017	M. Schellenberg
Misurazione	Misurazioni corrette negli impianti a bassa tensione	2017	P. Bryner | U. Schmid
EEff	Efficienza energetica per gli impianti a bassa tensione	2019	P. Bryner | V. Wouters
e-mobile	Mobilità elettrica: un quadro generale	2020	P. Bryner | C. Frei | C. Pfister

Partner

Con il sostegno di
svizzeraenergia

EM
Einfach.Mehr.

Edizione 2021

Autore: Peter Bryner
Coautori: Christian Frei | Claudio Pfister

Fonte di riferimento

Electrosuisse | Luppmenstrasse 1 | 8320 Fehraltorf
T +41 58 595 11 90 | normenverkauf@electrosuisse.ch

La presente documentazione è stata accuratamente controllata in conformità alle norme vigenti. L'autore declina ogni responsabilità per eventuali errori. In caso di dubbi, si applicano le norme corrispondenti.

ISBN: 978-3-907255-10-0

Indice

1. Norme e prescrizioni 9

2. Tipi di veicoli 11

2.1. Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV) 11
2.2. Battery Electric Vehicle (BEV) 11
2.3. Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) 11
2.4. (Plug-in) Hybrid Electric Vehicle (PHEV, HEV) 11

3. Configurazione tipica 13

3.1. Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV), motore a combustione 13
3.1.1. Funzionamento del motore a combustione 13
3.1.2. Gas di scarico 13
3.1.3. Rumori 14
3.2. Battery Electric Vehicle (BEV), veicolo elettrico 14
3.2.1. Funzionamento dei veicoli elettrici 14
3.2.2. Veicoli BEV a basse emissioni locali 15
3.3. Tipi di trazione nell'anno 1900 16

***4.* Mercato e sviluppo 17**

4.1. Nuovi modelli e nuove immatricolazioni 17
4.2. Una spinta alla mobilità elettrica 19
4.2.1. Zone a basse emissioni nei centri urbani (UE) 20
4.2.2. Incentivi per le stazioni di ricarica rapida (SRR) 21

5. Ambiente e sostenibilità 23

5.1. Efficienza energetica 23
5.1.1. Strategia energetica 2050: una spinta verso l'efficienza energetica 23
5.1.2. Fabbisogno energetico e distribuzione per 100 km (tank-to-wheel) 25
5.1.3. Bilancio energetico dei motori di trazione 27
5.2. Impatto ambientale 28
5.2.1. Gas di scarico 29
5.2.2. Emissioni (di gas serra come metro di misura per il potenziale inquinante per il clima dei veicoli) 29
5.2.3. Emissioni cumulate 30

6.	**Costi ed efficienza**	**32**
6.1.	Costi totali (TCO)	32
6.2.	Costi al km	34
7.	**Mobilità 20xx**	**35**
7.1.	Utilizzo quotidiano dei veicoli BEV	35
7.1.1.	Autonomia	35
7.1.2.	Schemi di guida tipici (utilizzo quotidiano)	36
7.2.	Mobilità svizzera	37
7.2.1.	In viaggio, come?	37
7.2.2.	In viaggio, perché?	38
8.	**Caratteristiche particolari**	**39**
8.1.	Bilancio energetico del ciclo di guida (tank-to-wheel)	39
8.2.	Efficienza	39
8.2.1.	Rendimento	39
8.2.2.	Componenti della trazione	39
8.3.	Strategia energetica CH 2050	39
8.3.1.	Localmente SEMPRE senza emissioni: nessun rumore, gas di scarico e consumo d'aria	39
8.3.2.	Muoversi creando valore aggiunto locale con CH-Energy	39
8.4.	Comfort di viaggio	40
8.4.1.	Silenzio: nessun rumore da motore e trasmissione	40
8.4.2.	Gestione facilitata: "guida a un pedale" e guida predittiva	42
8.4.3.	Riscaldamento/raffrescamento senza motore: anche prima della partenza... dappertutto	42
8.5.	Sicurezza	43
8.5.1.	Protezione anticollisione	45
8.5.2.	Pericolo di incendio: 5 volte inferiore	45
8.5.3.	Baricentro basso, massima precisione della regolazione antislittamento	45
8.5.4.	Accelerazione (sorpassi ancora più sicuri) – Coppia (andamento tipico)	46
9.	**Elettricità e alimentazione**	**47**
9.1.	Fabbisogno di energia dei veicoli elettrici in Svizzera	47
9.2.	Strategia energetica 2050/MoPEC	48
9.2.1.	Fabbisogno 2020 … 2035	49
9.2.2.	Produzione 2020 … 2035	50

10. Ricarica **54**

10.1. Allacciamento 55
10.2. Gestione della ricarica 58
10.3. Ricarica 60
10.3.1. Parcheggi di ricarica 61
10.3.2. Stazioni di ricarica CH (vedere anche 4.3.3) 61

11. Batteria **64**

11.1. Produzione 64
11.1.1. Mix di materiali 64
11.1.2. Riserve di litio 65
11.1.3. Valori di produzione 65
11.1.4. Densità energetica e costi delle batterie 66
11.2. Funzionamento 67
11.2.1. Utilizzi e andamento della capacità 67
11.2.2. Caratteristiche particolari 68

12. Glossario **69**

13. Specifiche **71**

Note **78**

Prefazione

Dalla pistola alla presa: sembra semplice, ma comporta una vera e propria rivoluzione nel mondo dei trasporti, come lo conosciamo da oltre 125 anni.
ABB Svizzera (2017)

Vince ciò che è "semplice + conveniente + efficiente", cioè la trazione elettrica.
(Urs W. Muntwyler, 2020)

Non si discute più se la mobilità elettrica rappresenti davvero un'alternativa; ormai è la trazione del futuro.
Dr. Jörg Beckmann (AD dell'Associazione Swiss eMobility)

Grazie ai movimenti e alle proteste per il clima avviati dai giovani, è sempre più forte la richiesta alla politica di impegnarsi contro il cambiamento climatico. Un quarto dei gas serra emessi in Europa sono riconducibili ai trasporti. In Svizzera è il settore dei trasporti ad avere il maggiore fabbisogno energetico. E la tendenza è in crescita. Il trasporto privato a motore ne copre la quota principale, producendo il 70 % circa delle emissioni di CO_2 dannose per il clima di tutto il settore della mobilità. Il bisogno di progetti di mobilità sostenibile e delle relative soluzioni tecnologiche è e rimane pertanto particolarmente impellente. Gli esperti concordano nell'affermare che sia possibile realizzare una decarbonizzazione sostenibile della mobilità solo con la diffusione su vasta scala dell'elettricità.

I veicoli elettrici esistono dal XIX secolo e i loro albori risalgono addirittura all'inizio della storia automobilistica. La prima auto elettrica è stata costruita nel 1837 ad Aberdeen in Scozia.

Nel 1881 è seguito il primo vero veicolo elettrico, con il triciclo del francese Gustave Trouvé. Ma la vera primogenita delle auto elettriche a quattro ruote è arrivata sul mercato nel 1888 per opera di Andreas Flocken. Il successo della tecnologia era tale che alla fine del XIX secolo a Londra e New York circolavano i taxi a batteria. Il passo fino ai giorni nostri è breve. Grazie al calo del prezzo della benzina e all'autonomia sensibilmente maggiore, verso la fine del XIX secolo è iniziata la marcia trionfale dei veicoli a energia fossile, il cui primo esemplare è stata l'automobile con motore a combustione sviluppata da Carl Benz nel 1885.

Dopo meno di un secolo di mobilità con carburanti fossili, inizia il recupero della mobilità elettrica. Il crescente prezzo della benzina, le normative ambientali più stringenti e i nuovi sviluppi tecnologici delle batterie impongono un cambio di passo. Se ne avvantaggiamo soprattutto nuovi attori come Tesla, che imprimono il ritmo e sono ormai ormai aziende leader aziende leader del settore. Anche le grandi case automobilistiche seguono la scia del boom elettrico. Dai turbolenti inizi della "nuova mobilità elettrica" per opera del pioniere Elon Musk nel 2003, le auto elettriche sono passate dall'essere un costoso status symbol a un accessibile veicolo per l'utilizzo quotidiano.

La svolta della politica energetica svizzera all'insegna della transizione energetica lo conferma: la sostituzione dei combustibili e carburanti fossili è imprescindibile, la mobilità elettrica non è destinata a sparire. Il Consiglio federale ha deciso di azzerare le emissioni di gas serra entro il 2050. I veicoli a batteria saranno l'opzione di scelta per raggiungere questo obiettivo, afferma Christoph Schreyer dell'ufficio UFE. L'u-

nico aspetto ancora da chiarire sono i tempi di attuazione. Al momento sembra che possano essere più brevi di quanto si pensi. Sono già dieci i Paesi europei intenzionati a vietare la vendita di auto a benzina e diesel. Questo accadrà in Norvegia dal 2025, in Inghilterra dal 2030, in California dal 2035. È possibile che la transizione sia anche più rapida.

Nel 2019 in Svizzera sono stati immatricolati 98.399 veicoli ibridi e 28.716 veicoli elettrici. Si tratta ancora della minoranza, ma le cifre di vendita sono in netta crescita. In base a un sondaggio rappresentativo di AXA, un automobilista svizzero su tre ritiene possibile l'acquisto di un'auto elettrica in futuro. Un ulteriore sondaggio rileva che chi possiede una volta un veicolo elettrico non vuole più tornare ai combustibili fossili del passato.

1. Norme e prescrizioni

Norme, direttive e standard aprono il mercato alla mobilità elettrica e preparano la strada per un rapido passaggio al concetto di mobilità di massa, fornendo le basi per l'implementazione delle future innovazioni in questo campo.

Figura 1.1: Norme e prescrizioni

Artmap® fornisce una panoramica delle principali prescrizioni relative alle infrastrutture di ricarica per i veicoli elettrici, costituite da impianto elettrico, sistema di ricarica e stazione di ricarica vera e propria.

SN 411000
Norma sugli impianti a bassa tensione (NIBT) Cap. 7.22 Alimentazione di corrente per veicoli elettrici

SIA 2060
Infrastrutture per veicoli elettrici negli edifici

WVCH 2018
Prescrizioni dei gestori di rete CH. Condizioni tecniche di allacciamento (CTA) per il collegamento alla rete a bassa tensione di impianti per utilizzatori, impianti di produzione di energia e accumulatori

MoPEC 2014
Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni

SN EN 61851
Equipaggiamento elettrico dei veicoli elettrici stradali – Sistemi di ricarica conduttivi (collegati alla rete) per veicoli elettrici (serie di norme)

Mentre per azionare una lavastoviglie non servono accorgimenti particolari, per ricaricare un veicolo elettrico è necessario seguire le indicazioni specifiche della procedura di ricarica. Contrariamente agli utilizzatori domestici ad alta potenza, come boiler, forno, fornelli, pompa di calore, ascensore, ecc, durante la ricarica i veicoli elettrici richiedono potenza elettrica elevata o molto elevata per svariate ore.

Per quanto riguarda l'**installazione elettrica**, dal 2015 si rimanda al capitolo 7.22 della norma NIBT. Con il termine impianto elettrico si indica la linea all'interno dell'edificio fino alla presa o al collegamento fisso di una stazione di ricarica. I punti chiave della norma NIBT sono la sicurezza elettrica, l'effetto (EMF) e la compatibilità dei campi elettromagnetici, i rischi meccanici e le condizioni ambientali.

I **sistemi di ricarica** possono essere commercializzati solo se la relativa procedura di ricarica cablata di un veicolo elettrico soddisfa i requisiti di sicurezza e sanitari delle prescrizioni seguenti:

RS 734.26
Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione (OPBT)

RS 734.27
Ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione (OIBT)

RS 734.5
Ordinanza sulla compatibilità elettromagnetica (OCEM)

RS 814.81
Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim)

La norma **IEC 61439-7** "Apparecchiature assiemate di manovra per bassa tensione – Parte 7: Apparecchiature assiemate di manovra per applicazioni specifiche quali porti turistici, campeggi, mercati, stazioni di ricarica di veicoli elettrici" regola la **stazione di ricarica**, che è un prodotto.

2. Tipi di veicoli

Figura 2.1: Tipi di veicoli

Fondamentalmente, i veicoli possono essere suddivisi in due categorie principali, in base al tipo di trazione: trazione tradizionale (ICEV) e trazione alternativa (BEV, FCEV, HEV, PHEV).

2.1. Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV)

I veicoli tradizionali vengono azionati da un motore a combustione, prevalentemente un motore a ciclo Otto (ad accensione esterna) o un motore diesel (ad accensione interna). I carburanti infiammabili, come benzina, diesel o metano, vengono trasformati in energia meccanica. Oggi esistono anche carburanti alternativi (biogas, biodiesel, bioetanolo) o di sintesi (idrogeno, metanolo, ecc.), in grado di alimentare in parte anche la trazione tradizionale. I veicoli a benzina esistono da sempre nella costruzione di automobili, cioè dal 1886, quando Carl Benz ha brevettato la prima vettura.

2.2. Battery Electric Vehicle (BEV)

I veicoli a batteria o elettrici a batteria sono veicoli esclusivamente elettrici, nei quali le ruote vengono azionate da un motore elettrico. Nei modelli attuali, l'energia viene fornita prevalentemente da una batteria agli ioni di litio, che viene ricaricata tramite una fonte energetica esterna. I veicoli BEV dispongono inoltre di un meccanismo di recupero, per il quale il motore elettrico, come generatore, in fase di rallentamento o di frenata trasforma l'energia cinetica in energia elettrica. L'energia elettrica viene immagazzinata nella batteria e successivamente utilizzata per la trazione.

Normalmente, quando si parla di "veicoli elettrici", si intendono principalmente i veicoli elettrici a batteria. I veicoli ibridi, invece, non sono veicoli elettrici.

I primordi dei veicoli elettrici risalgono, come per i veicoli con motore a combustione, agli anni 80 del novecento. Nel 1888 è stata lanciata sul mercato la primissima auto elettrica di Andreas Flocken.

2.3. Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)

Anche i veicoli a celle a combustibile (veicoli a idrogeno) sono veicoli elettrici. A differenza dei veicoli BEV, l'energia elettrica che aziona il motore elettrico, non proviene da una batteria, ma dalle celle a combustibile. L'energia viene prodotta tramite l'idrogeno, con cui viene rifornito il veicolo, e l'ossigeno dell'aria, e viene utilizzata per azionare il motore elettrico. I veicoli FCEV e BEV fanno parte dei veicoli silenziosi.

2.4. (Plug-in) Hybrid Electric Vehicle (PHEV, HEV)

a) Veicoli ibridi (HEV)

Il termine "ibrido" deriva dal latino e significa "di duplice origine" o "composto da elementi diversi". I veicoli ibridi prevedono due tipi di trazione: abbinano il motore elettrico al motore a combustione e oggi sono di norma azionati a benzina. Sono possibili come carburante anche diesel e metano.

L'abbinamento dei due tipi di motore è finalizzato ad associare i vantaggi dei due tipi di trazione e a compensare gli svantaggi. Durante la marcia, la trazione ibrida combina automaticamente l'utilizzo del motore a combustione e del motore elettrico che consente di risparmiare energia. In questo modo, l'autonomia dei veicoli aumenta a ogni "rifornimento" di benzina, diesel o gas naturale.

La batteria a bordo funge da serbatoio temporaneo di energia per i veicoli ibridi che non vengono caricati tramite una sorgente di energia esterna come i veicoli ibridi plug-in. In altri termini: tutta l'energia motrice viene generata dalla combustione di benzina, diesel o gas naturale. Grazie alla batteria, è possibile utilizzare un motore a combustione di dimensioni ridotte, in grado di essere utilizzato in modo ancora più efficiente.

Nell'ibrido parallelo, agiscono sulle ruote entrambi i motori. Le batterie si ricaricano grazie al recupero dell'energia di frenatura. Nell'ibrido serie, o ibrido seriale, le ruote vengono azionate da un solo motore, prevalentemente dal motore elettrico. Parallelamente, il motore a combustione aziona un generatore che fornisce energia al motore elettrico o alle batterie.

I veicoli ibridi esistono da oltre 120 anni. Il principio della doppia trazione è stato scoperto da uno svizzero di nome Mark Birkigt nel 1899.

b) Veicoli ibridi plug-in (PHEV)
Gli ibridi plug-in, o ibridi ricaricabili, sono un perfezionamento degli ibridi serie, le cui batterie possono essere ricaricate in tre modi:

1) tramite il motore a combustione, come nei veicoli ibridi

2) tramite una colonnina di ricarica o una presa, come nei veicoli elettrici

3) tramite recupero (recupero dell'energia di frenatura), come nei veicoli ibridi ed elettrici

Nei veicoli ibridi plug-in, le ruote vengono azionate dal motore a combustione o dal motore elettrico. Contrariamente ai veicoli ibridi, la batteria può essere ricaricata con una sorgente di energia esterna, che fornisce l'elettricità per il motore elettrico. Se la batteria è scarica (o è richiesta potenza elevata), viene utilizzato (in aggiunta) un piccolo motore a combustione, finché la batteria può essere ricaricata presso una colonnina o una presa. Poiché le batterie dei veicoli ibridi plug-in hanno perlopiù dimensioni maggiori rispetto quelle dei veicoli ibridi, è possibile percorrere distanze maggiori con la sola elettricità.

3. Configurazione tipica

3.1. Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV), motore a combustione

3.1.1. Funzionamento del motore a combustione

Nella tecnologia automobilistica, tutti i componenti del gruppo propulsore che generano potenza motrice e la trasferiscono su strada, sono importanti. Nel gruppo propulsore tradizionale formato da circa 2000 componenti di un veicolo ICEV, questo comprende il motore a ciclo Otto o diesel con il volano, la frizione con il cambio, le ruote e, indipendentemente dalla versione, vari differenziali, alberi di trasmissione e snodi.

In un motore a combustione a quattro tempi, viene aspirata in un cilindro una miscela di carburante e aria (primo tempo), che poi si accende, nella versione a benzina, tramite le scintille di una candela (secondo tempo). In un motore diesel si verifica, con una pressione adeguata, l'autocombustione della miscela di diesel e aria. Nel terzo tempo, la miscela di carburante e aria brucia. La pressione generata dai gas di combustione muove il pistone e la biella del cilindro e fa girare l'albero motore. Nel quarto e ultimo tempo, il pistone spinge fuori dal cilindro i gas di scarico prodotti e li scarica nell'ambiente tramite il tubo di scappamento.

3.1.2. Gas di scarico

I gas di scarico dei motori a combustione sono formati da azoto (N_2), anidride carbonica (CO_2) e vapore acqueo (H_2O), oltre a inquinanti tossici. Inquinanti tossici: Monossido di carbonio (CO), idrocarburi (HC), ossido di azoto (NOX), ossido di zolfo (SO_2) e nerofumo (PM), quest'ultimo soprattutto nei motori diesel. La composizione qualitativa e quantitativa dei gas di scarico dipende dal carburante utilizzato, dal tipo e dall'età del motore, dal livello di messa a punto tecnica e dalla manutenzione del motore, dal sistema di depurazione e dal grado di utilizzo del veicolo.

Nel traffico stradale si generano polveri sottili a causa dell'abrasione di pneumatici e freni, vortici di polvere e gas di scarico, soprattutto nei veicoli diesel senza filtro. Poiché il corpo umano è in grado di filtrare solo in parte le particelle delle polveri sottili, queste possono raggiungere gli alveoli polmonari. Possibili conseguenze: patologie delle vie respiratorie, cardiache e circolatorie, e cancro.

Gli ossidi di azoto irritano e danneggiano gli organi della respirazione. Concentrazioni elevate nell'aria respirata esercitano un'azione negativa sulla funzionalità dei polmoni di bambini e adulti. Contribuiscono in modo determinante anche alla formazione di piogge acide. Una delle fonti primarie di ossidi di azoto nell'atmosfera sono i gas di scarico generati dalla combustione dei carburanti fossili.

I catalizzatori fanno parte dei sistemi di post-trattamento dei gas di scarico nei motori a ciclo Otto e diesel, che sottopongono a un processo chimico-meccanico i gas di combustione usciti dal cilindro. I catalizzatori sviluppati negli USA negli anni '70 hanno contribuito a una sensibile riduzione delle emissioni nei veicoli ICEV, riuscendo soprattutto a diminuire la percentuale di idrocarburi, monossido di carbonio e ossido di azoto contenuta nei gas di scarico. Si sono inoltre aggiunte le limitazioni ad alcune componenti dei carburanti, come zolfo e piombo, che hanno ridotto ulteriormente la nocività dei gas di scarico. Per il corretto funzionamento del catalizzatore è necessario immettere nel serbatoio benzina senza piombo.

Le disposizioni nazionali e internazionali su emissioni e immissioni divengono sempre più

stringenti, rendendo necessaria l'ottimizzazione tecnica dei motori a combustione e un'efficace post-trattamento dei gas di scarico per rispettare i limiti imposti. Sulla base della legge federale per la protezione dell'ambiente, l'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico prevede che i Cantoni si incarichino di "proteggere gli esseri umani, la fauna, la flora, le loro biocenosi e i loro biotopi, nonché il suolo da inquinamenti dell'aria dannosi o molesti" (Art. 1 OIAt). Un ulteriore traguardo contro l'inquinamento atmosferico in Svizzera è stato l'introduzione a partire dal 1° settembre 2019 di requisiti più stringenti per l'immatricolazione delle auto. Da allora, i veicoli di nuova immatricolazione importati in Svizzera dovevano rispettare almeno lo standard di emissione Euro 6d-Temp. I veicoli diesel nuovi devono pertanto disporre di iniezione di urea e di catalizzatore SCR per ridurre sensibilmente le emissioni di ossidi di azoto, mentre i veicoli a benzina devono essere dotati di filtro antiparticolato. Il 1° gennaio 2020 è stata introdotta la più rigorosa norma Euro 6d, diventata poi obbligatoria per tutti i veicoli nuovi a partire dal 1° gennaio 2021.

Fonte: NZZ, 29/08/2019 | ADAC, divieto ai veicoli diesel o zone a basse emissioni? La differenza, 28/01/2019

3.1.3. Rumori

La principale fonte di rumore in Svizzera è il traffico stradale. Secondo il sito lärm.ch, il 20 % della popolazione del nostro Paese è esposto a eccessivo rumore da traffico stradale nel luogo di residenza. Il rumore stradale può essere ridotto con rivestimenti stradali antirumore, minore velocità, guida rispettosa e innovazioni tecnologiche in campo automobilistico.

Le emissioni acustiche dei motoveicoli si compongono di tre elementi:
1. Rumori da propulsione
2. Rumori da rotolamento
3. Rumori del vento

L'Ordinanza UE n° 540/2014, valida anche in Svizzera dal 2016, definisce i limiti delle emissioni sonore per i motoveicoli, che dovranno essere ulteriormente ridotte entro il 2026.

3.2. Battery Electric Vehicle (BEV), veicolo elettrico

I veicoli elettrici puri (BEV) sono dotati di un gruppo propulsore chiaramente più efficiente rispetto ai veicoli con motore a propulsione. Constano di circa 200 componenti ed è quindi 10 volte meno complesso del gruppo propulsore dei veicoli ICEV. Non sono più presenti parti fondamentali quali il cambio e la frizione e i componenti principali sono:
– motore elettrico
– batteria di trazione (ad alta tensione)
– elettronica di potenza
– batteria della rete di bordo (a bassa tensione)
– porta di ricarica

3.2.1. Connessione dei veicoli elettrici

Nel sistema di trazione elettrica, il motore elettrico trasforma l'elettricità immagazzinata nella batteria in energia meccanica. Esistono diversi tipi di motori elettrici, utilizzati nelle auto elettriche. Oggi vengono montati prevalentemente i motori trifase sincroni (PSM/FSM), ma soprattutto nella classe superiore di potenza vengono talvolta utilizzati anche motori trifase asincroni (ASM). I motori elettrici sono formati da un elemento magnetico mobile, il rotore. Con il motore sincrono a eccitazione permanente (PSM), il rotore genera un campo magnetico costante tramite dei magneti permanenti, nel motore sincrono a eccitazione esterna (FMS) il campo

viene generato temporaneamente negli avvolgimenti elettrici tramite corrente continua. Lo statore, invece, genera un campo magnetico rotante tramite corrente trifase. I campi magnetici di rotore e statore si attraggono e si respingono alternativamente. Il rotore ruota e fa muovere le ruote e il veicolo.

Le auto elettriche pure (BEV) vengono azionate da un motore elettrico (convertitore di energia), che trae energia da un sistema di stoccaggio dell'energia elettrica ricaricabile, definito batteria di trazione. La batteria è paragonabile al serbatoio di un veicolo ICEV tradizionale. Nel contempo è anche il componente più costoso dei veicoli elettrici e ne rappresenta il 15–30 % del valore. Attualmente, vengono prevalentemente utilizzate batterie agli ioni di litio. Hanno lunga durata, si ricaricano rapidamente e sono in grado di accumulare più energia degli altri tipi di batterie. La batteria deve essere ricaricata regolarmente e la sua capacità determina l'autonomia del veicolo. La batteria di trazione si ricarica esternamente tramite la rete elettrica, presso una stazione di ricarica pubblica o privata, una Wallbox o una presa.

L'elettronica di potenza fa in modo che l'energia della batteria venga trasformata nel modo, nella potenza e nella frequenza adatti al motore elettrico.

Come in tutte le auto, oltre alla batteria di trazione, è presente anche una batteria della rete di bordo, perlopiù una batteria al piombo da 12V, responsabile di alimentare l'elettronica di bordo, tra cui radio, luci, tergicristalli e cruise control.

La spina del veicolo elettrico è la porta di ricarica attraverso la quale è possibile ricaricare il veicolo con energia di rete. Alcuni veicoli hanno uno sportello laterale, analogamente al coperchio del serbatoio dei veicoli ICEV. In alcuni modelli di veicoli, invece, lo sportello si trova nella parte anteriore o posteriore.

3.2.2. Veicoli BEV a basse emissioni locali

I veicoli BEV sono, in quanto alla marcia, sostanzialmente a basse emissioni locali, dato che sono dotati di motore elettrico privo di vibrazioni e a bassa rumorosità, che non produce gas di scarico. A differenza dei veicoli ICEV, i veicoli elettrici non vengono azionati da un motore a combustione. Poiché durante la marcia non producono emissioni nocive per l'ambiente, come gli ossidi di azoto da cui si sviluppano smog, ozono troposferico e polveri sottili, forniscono un importante contributo per il miglioramento della qualità dell'aria e per un sistema di trasporti rispettoso del clima. Per questo motivo, energie schweiz, nell'opuscolo "Veicoli a efficienza energetica. Tendenze del mercato 2019", giunge alla seguente conclusione: "La mobilità elettrica è una tecnologia decisiva per la necessaria riduzione urgente dei gas serra nel traffico".

Le auto elettriche generano meno polveri sottili dei veicoli ICEV, ma l'abrasione degli pneumatici e, in minore misura, dei freni contribuisce tuttavia in modo analogo ai veicoli tradizionali all'inquinamento con materiali fini sotto forma di polveri e microplastiche. L'abrasione degli pneumatici è una delle cause principali della presenza di microplastiche nell'ambiente. I ricercatori hanno sviluppato per i veicoli un processo in grado impedire che le emissioni degli pneumatici e dei freni finiscano nell'ambiente, sfruttando la carica elettrostatica di polvere e particelle di plastica. Il particolato finissimo e pertanto particolarmente nocivo per la salute generato nei motori a ciclo Otto a iniezione diretta nelle auto elettriche non viene prodotto.

I veicoli elettrici sono silenziosi solo con velocità fino a ca. 35 km/h. Se il veicolo BEV marcia a una velocità superiore, il rumore dei pneumatici sulla carreggiata aumenta, indipendentemente dal tipo di trazione. Poiché i veicoli con trazione elettrica e ibrida che viaggiano a velocità inferiore di 20 km/h sono pressoché silenziosi e possono rappresentare un potenziale pericolo per il traffico lento, da luglio 2019 nelle nuove immatricolazioni in UE e in Svizzera è obbligatorio l'avvisatore acustico ("Acoustic Vehicle Alerting System", AVAS). Il segnale acustico generato deve rivelare se il veicolo è in fase di accelerazione o di frenata.

Se la sostenibilità locale dei veicoli BEV permanga per l'intero ciclo di vita, vale a dire dalla fabbricazione, all'energia utilizzata, fino allo smaltimento, è chiarito nel capitolo 5 Ambiente e sostenibilità.

3.3. Tipi di trazione nell'anno 1900

Un tuffo nella storia dell'automobile consente di fare scoperte interessanti sulla distribuzione dei tipi di trazione dei veicoli venduti negli USA intorno al 1900. A cavallo del secolo, il 38 % dei veicoli venduti erano elettrici e il 40 % erano a vapore. La quota relativamente bassa di veicoli ICEV pari al 22 % si spiega con il fatto che la trazione a benzina era a quel tempo la trazione più lenta disponibile. A loro favore il fatto che erano più economici e leggeri dei veicoli a vapore e offrivano maggiore autonomia rispetto ai veicoli BEV.

Com'è finita la storia dell'automobile, ovvero la supremazia del motore a combustione, è ben noto. Dal 1908, quando è arrivato sul mercato il modello Ford T, l'auto a benzina è diventata un prodotto di massa, grazie all'invenzione della produzione in serie e alla possibilità di offrire prezzi sempre più vantaggiosi. Vi ha indubbiamente contribuito il fatto che il problema dell'autonomia dei veicoli elettrici non è stato risolto per moltissimo tempo. Al di là di ciò, è venuta a crearsi un'efficacissima alleanza tra l'industria petrolifera e i produttori di veicoli ICEV, che ha portato a una rapida diffusione della rete di punti di rifornimento.

Fonte: Patalong, Frank. Ritorno al futuro: la mobilità come nel 1899. Spiegel Geschichte Online, 14/11/2017

4. Mercato e sviluppo

Intanto, anche i consumatori cominciano a passare alla mobilità elettrica. Le cifre di vendita sono in continua ascesa. Alcuni modelli prevedono che tra cinque anni un quarto dei nuovi acquisti saranno i cosiddetti veicoli a spina, quindi auto a batteria o ibride plug-in, una combinazione di auto a batteria e combustione. L'esempio della Norvegia lo dimostra: il cambiamento può essere ancora più rapido. Gli analisti prevedono inoltre che già nel 2024 la produzione delle auto a batteria non sarà più costosa delle auto con motore a combustione.

4.1. Nuovi modelli e nuove immatricolazioni

Veicoli BEV contro veicoli PHEV

Se si confrontano i lanci dei nuovi modelli di veicoli BEV e PHEV a partire dal 2015, si nota una chiara tendenza in calo per i veicoli elettrici ibridi e in aumento per i veicoli elettrici puri. Il fatto che i veicoli ibridi siano sempre più un modello destinato all'esaurimento è confermato anche dai modelli venduti in Svizzera come nuove immatricolazioni. Il rapido sviluppo dei veicoli BEV si nota anche dall'offerta del mercato svizzero. Va nella stessa direzione anche la tendenza tecnologica che ha recepito la crescita dei veicoli BEV. Aumenta la presenza di strutture concepite appositamente per i veicoli elettrici. Un'autonomia reale compresa tra 200 e 400 km o più per la serie premium è possibile grazie alle batterie più potenti. Sono sempre di più i veicoli elettrici che consentono una potenza di ricarica fino a 150 kW. Esiste inoltre una crescente varietà di opzioni di ricarica.

I veicoli a batteria sono sempre più competitivi anche dal punto di vista del prezzo, in quanto i costi complessivi del ciclo di vita spesso sono pari o addirittura inferiori a quelli dei veicoli a combustione. E potrebbero scendere ulteriormente, grazie ai prezzi d'acquisto in costante calo delle batterie, dell'elettronica di potenza e dei semiconduttori. Secondo uno studio attuale condotto dal TCS, nel 2015 l'autonomia media per ogni ricarica della batteria era ancora di 127 km. Nel 2020 era più che raddoppiata, arrivando a 331 km. Il prezzo del veicolo per km di autonomia si è quasi dimezzato in questo periodo, passando da CHF 343 a CHF 167. Secondo il TCS, questo dimostra i progressi tecnologici della produzione di batterie e l'aumento delle quantità di produzione, che si riflette in un prezzo inferiore. Il principale fattore di risparmio è il costo inferiore dell'energia elettrica rispetto a benzina e diesel: Con una percorrenza annua di 15000 km, i costi si attestano su un terzo, ovvero CHF 500, per la ricarica domestica. Anche i costi di manutenzione sono di norma inferiori. Le auto elettriche non richiedono cambio

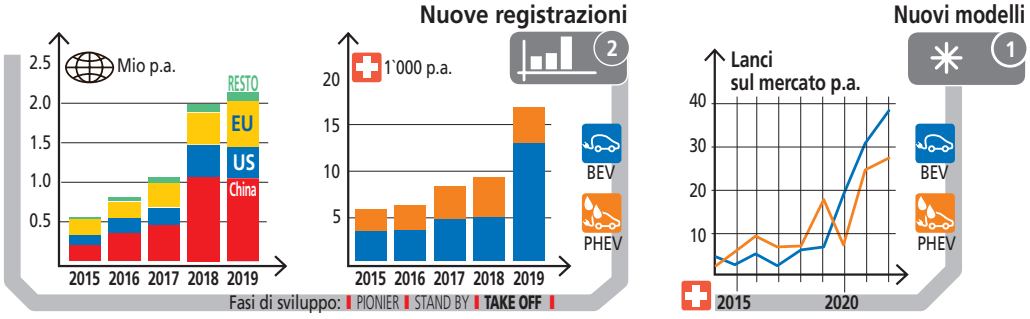


Figura 4.1: immatricolazioni di nuovi modelli a livello mondiale per veicoli BEV+PHEV

olio né cinghie trapezoidali nuove e inoltre hanno un numero inferiore di componenti del motore rispetto ai veicoli tradizionali. Inoltre, i veicoli elettrici hanno un valore più stabile. Dopo cinque anni, un veicolo elettrico può essere venduto a un prezzo superiore rispetto a un veicolo tradizionale acquistato allo stesso prezzo.

Il fatto che nel 2020 i veicoli PHEV abbiano aumentato vertiginosamente le vendite è, secondo gli esperti, un fenomeno temporaneo. Definiscono i veicoli ibridi come una soluzione di passaggio, poiché abbinano i vantaggi dei veicoli a batteria e dei motori a combustione, vale a dire guida sostenibile con autonomia quasi illimitata. Si tende però a dimenticare che i veicoli PHEV riuniscono anche gli svantaggi. Con due modalità di trazione, hanno una tecnologia molto complessa e questo si ripercuote negativamente sui costi di produzione. D'altro canto, la doppia modalità di trazione aumenta anche sensibilmente il peso del veicolo, che può quindi risultare più pesante dei veicoli a benzina o diesel di pari struttura. Inoltre, i costi di gestione sono maggiori rispetto ai veicoli BEV, in quanto i veicoli PHEV montano, oltre alla batteria, anche il motore a combustione con più di 1000 componenti.

Nel corso del 2019, il numero di veicoli BEV di nuova immatricolazione in Svizzera è più che raddoppiato, passando da 5000 a 12000. La Svizzera si posiziona quindi alla testa dell'Europa. La domanda crescente è riconducibile all'offerta sempre più ampia di veicoli BEV e alle maggiori possibilità di ricarica. Nel 2018 la quota di mercato raggiunta dalle nuove immatricolazioni di autovetture con trazione alternativa (BEV, PHEBV) era pari al 3,2 %; nel 2020 è arrivata al 14,3 %. L'obiettivo originario secondo "Roadmap mobilità elettrica 2022" dell'ex consigliera federale Doris Leuthard, sottoscritto da oltre 50 aziende e organizzazioni di vari settori, di una quota di mercato del 15 % di tutti i nuovi acquisti è stato quindi raggiunto con circa 2 anni di anticipo.

Fonte: svizzera energia Veicoli a efficienza energetica. Tendenze di mercato 2019 e 2020 | auto-schweiz. PW 2020 | Jürg Meier. Solo chi ha rispetto, guida pulito. NZZ am Sonntag, 02/08/2020 | Lorenz Honegger. Costo dimezzato per l'autonomia delle auto elettriche, ma l'acquisto non conviene a tutti. NZZ, 03/08/2020

Il futuro della mobilità elettrica cinese

La Cina conduce già da tempo le classifiche mondiali per il numero di veicoli elettrici di nuova immatricolazione, con notevole divario rispetto a UE e USA, e può a buon diritto essere definita il cavallo di punta della mobilità elettrica. Questo è dovuto in primo luogo al fatto che fino a poco tempo fa la mobilità elettrica è stata quasi una dottrina nazionale e vi venivano destinati ingenti contributi sotto forma di fondi per lo sviluppo e agevolazioni per l'immatricolazione. È tuttavia possibile che questa tendenza si calmi, a fronte del fatto che sorprendentemente nel 2019 il governo di Pechino ha interrotto la politica a favore delle auto elettriche, che prevedeva l'equivalente di 8000 Euro in agevolazioni e premi d'acquisto per ogni auto elettrica. Non sorprende quindi che le cifre di vendita delle auto elettriche in Cina per il 2019 siano rimaste ferme al livello del 2018.

Può quindi essere che con la Cina la mobilità elettrica perda il mercato principale? Questo avrebbe ripercussioni importanti sui produttori e fornitori europei, per una certa parte dipendenti dall'andamento di Pechino. La Volkswagen vende alla Cina circa quattro su dieci delle auto prodotte. Tuttavia, gli esperti non sono concordi sulle reali conseguenze del cambio di

rotta del governo cinese. Da un lato alcuni pensano che nei prossimi anni la quota di veicoli BEV nel Regno di Mezzo non aumenterà più in modo vertiginoso, mentre altri ritengono che la mobilità elettrica continuerà a essere un pilastro importante del mobilità cinese. La revoca delle sovvenzioni non deve essere considerata come una rinuncia ai veicoli BEV da parte di Pechino, ma come un segnale che la Cina intende consolidare e rendere più competitivo il mercato dei veicoli elettrici. I produttori sono quindi invitati a vendere i veicoli BEV sul mercato senza agevolazioni. Un elemento positivo è il fatto che le sovvenzioni sono state sostituite da una quota, vale a dire che dal 2020 un'auto su 10 venduta in Cina deve essere elettrica e dal 2025 un'auto su cinque.

Meno chiaro appare il futuro della mobilità elettrica nei comunicati ufficiali di Pechino, dove si parla sempre più delle tecnologie basate sull'idrogeno e sul metanolo. La Cina potrebbe essere tentata di puntare maggiormente sulle materie prime disponibili all'interno del Paese. Il metanolo può essere estratto dalla gassificazione del carbone cinese, l'idrogeno tramite elettrolisi. Le batterie agli ioni di litio dipendono invece da materie prime di importazione, come litio o cobalto, provenienti perlopiù dall'Africa orientale.

Fonti: Tages-Anzeiger, 17/12/2019 | Luzerner Zeitung, 23/12/2019

4.2. Una spinta alla mobilità elettrica

Una nuova esperienza di guida. Per me, per l'ambiente e per gli altri. Grazie ai progressi tecnologici nella velocità dei veicoli elettrici, il piacere della guida non manca fin dall'inizio.

4.2.1 Riduzione della CO_2

Elettricità al posto del diesel è il motto di un numero sempre crescente di case automobilistiche, quando si parla della gamma di modelli del futuro. Il principale stimolo a questa crescita sono le inasprite disposizioni sui gas di scarico e in particolare sulla riduzione della CO_2 per autovetture e furgoni nuovi, in vigore in Europa e in Svizzera dal 2020. Le auto nuove, i popolarissimi SUV, sono sempre più pesanti e la quota di veicoli a trazione integrale nel 2018 è aumentata quasi al 50%. Di conseguenza, sono aumentate anche le emissioni di CO_2 dei veicoli nuovi. Per questo motivo si è resa impellente la necessità di intervenire in materia di riduzione della CO_2. Le quote di mercato delle autovetture a basse emissioni (LEV) sono aumentate sensibilmente dopo l'introduzione delle norme sulle emissioni nel 2012, soprattutto nel 2018 e nel 2019. La pressione aumenta ulteriormente a fronte della discussione relativa all'estensione del divieto di circolazione per i veicoli diesel nelle città di interi Paesi (vedere 4.3.2). Un'ulteriore spinta alla mobilità elettrica arriva dalle quote come in Cina, che impone una data quota di mercato per i veicoli a basse emissioni locali.

Figura 4.2: Una spinta alla mobilità elettrica

Con quasi un terzo delle emissioni totali di anidride carbonica nociva per il clima, il settore dei trasporti è il principale responsabile delle emissioni di gas serra, di cui il 60 % riguarda il settore del trasporto privato a motore (aggiornamento 2017). A fronte dei requisiti previsti dal protocollo di Kyoto del 1997 sulle politiche per il clima, la legge sulla CO_2 ha definito gli obiettivi di riduzione e i relativi metodi di implementazione. Come misura centrale per il settore della mobilità, sono in vigore dal luglio 2012 le disposizioni sulle emissioni di CO_2 delle autovetture analoghe a quelle dell'Unione europea (UE), alla luce delle quali, gli importatori svizzeri si impegnano a ridurre le emissioni di CO_2 delle autovetture di prima immatricolazione in Svizzera. Dal 1° luglio 2012 viene applicata agli importatori una sanzione per ogni grammo oltre il valore obiettivo di emissioni di CO_2.

Per un'ulteriore riduzione delle emissioni di CO_2 nel settore dei trasporti, le disposizioni sulle emissioni di CO_2 sono state adeguate ai progressi tecnologici nell'ambito della strategia energetica per il 2050 ed è stato recentemente introdotto per le autovetture il nuovo valore obiettivo di **95 g di CO_2/km a partire dal 2020** (furgoni e autoarticolati leggeri:
147 g di CO_2/km).

Basi legali
Legge federale RS 641.71 sulla riduzione delle emissioni di CO_2(Legge sulla CO_2)
Ordinanza RS 641.711 sulla riduzione delle emissioni di CO_2(Ordinanza sulla CO_2)

Fonte: svizzera energia Veicoli a efficienza energetica. Tendenze di mercato 2019 e 2020 | Ufficio federale dell'energia UFE. Disposizioni sulle emissioni di CO_2 per autovetture e furgoni nuovi. 29/10/2019 | Ufficio federale delle strade USTRA. Disposizioni sulla riduzione di CO_2| Ufficio federale dell'energia UFE. Effetti delle disposizioni sulle emissioni di CO_2 per le autovetture nuove 2012-2018. 18/02/2020.

4.2.1. Zone a basse emissioni nei centri urbani (UE)

Negli anni scorsi l'Europa ha adottato dei provvedimenti per migliorare la qualità dell'aria e proteggere la salute delle persone da polveri sottili e ossido di azoto. Molte città europee hanno introdotto zone ambientali e zone a tutela dell'aria, zone ad accesso limitato o vietato e pedaggi urbani. Tuttavia, manca ancora una regolamentazione unitaria a livello europeo delle misure. La motivazione delle limitazioni sono i valori di ossido di azoto e polveri sottili nocivi per la salute spesso superiori ai limiti di inquinamento atmosferico stabiliti per legge dall'UE.

Si tratta in prevalenza di aree centrali in cui è stata istituita una zona a basse emissioni (Low Emission Zone, LEZ). In queste aree è consentito l'accesso solo ai veicoli con emissioni che rispettino determinati standard. Il divieto ai veicoli diesel introdotto in Germania nel 2018 si applica ai veicoli diesel di una determinata classe ambientale. Talvolta la zona LEZ è in vigore solo in determinati orari. Le zone a basse emissioni possono essere valide sempre, come nell'area metropolitana di Parigi, o solo temporaneamente, in caso di superamento di determinati valori. Dal 2020, ad esempio, nei giorni in cui l'aria è molto inquinata, a Ginevra vige il divieto di circolazione per i veicoli con emissioni particolarmente elevate tra le ore 6 e le ore 22.

In alcune città, l'accesso alla zona a basse emissioni è consentito solo con uno speciale bollino ambientale. La vignetta "Stick'Air" di Ginevra definisce con un sistema cromatico 6 classi di emissioni, analogamente alle classi di emis-

sioni del bollino "Crit'air" francese. Nelle giornate particolarmente inquinate, dalle 6 alle 22 è vietato accedere al centro cittadino ai veicoli con bollino di determinati colori. L'inosservanza delle zone a basse emissioni comporta spesso sanzioni elevate, che ad esempio in Danimarca possono arrivare a 2.700 EUR.

L'introduzione di una zona a basse emissioni (Circulation différenciée) a Ginevra è stata decisa autonomamente e senza basi legali poiché il Consiglio federale, nella risposta all'interpellazione Girod 18.384 Zone a basse emissioni e misure contro l'inquinamento atmosferico del 9 maggio 2018, si è pronunciato contrario all'introduzione di zona a basse emissioni in Svizzera.

Londra ha introdotto sia un pedaggio urbano (London Congestion Charge Zone) per il centro cittadino che una zona a basse emissioni (Ultra Low Emission Zone, ULEZ). I veicoli diesel, benzina e le motociclette di una determinata classe di emissioni devono pagare anche una tassa ULEZ oltre al pedaggio urbano.

Su Green-zones.eu (homepage o app) è disponibile una panoramica delle zone a basse emissioni presenti in Europa, con informazioni aggiornate sulle regole vigenti nei vari Paesi e città.

Fonti: ADAC. Limitazioni di accesso in Europa. 18/02/2020 | Divieto ai veicoli diesel o zone a basse emissioni? La differenza. 28/01/2019 | www.green-zones.eu | TCS. Zone a basse emissioni in Europa. NZZ. Zurigo sta pensando di vietare la circolazione ai vecchi veicoli diesel. 12/11/2019 | Helmut Stalder. Il centro città di Ginevra è chiuso alle auto inquinanti. NZZ, 07/11/2019

4.2.2. Incentivi per le stazioni di ricarica rapida (SRR)

Nelle stazioni di ricarica rapida (anche chiamate "colonnine elettriche"), i conducenti di veicoli elettrici possono ricaricare rapidamente l'auto e proseguire subito il viaggio. Non esiste tuttavia una definizione specifica che differenzi la stazione di ricarica dalla stazione di ricarica rapida. Attualmente (aggiornamento 2017), si parla di ricarica rapida in caso di potenza per punto di ricarica pari a 50 kW di corrente continua e a 43 kW di corrente alternata. Si tratta comunque di un valore provvisorio, soggetto ai progressi tecnologici dei veicoli elettrici, dato che la potenza di ricarica si orienta in base al valore massimo per sistema di ricarica richiesto dai veicoli. In altri termini: batterie con capacità maggiore per un'autonomia prolungata che consentono una potenza di ricarica superiore, che già oggi per alcuni modelli ha superato il traguardo dei 200 kW. A sua volta, questo presuppone una fornitura di energia elettrica ad alta potenza con valori di collegamento adeguati.

L'infrastruttura di ricarica rapida non deve solo essere più potente possibile, ma anche "non discriminante", garantendo una disponibilità continua e possibilità di ricarica per tutti i veicoli BEV dotati dei tipi di spina standard.

La realizzazione delle infrastrutture di ricarica rapida è di fondamentale importanza per lo sviluppo della mobilità elettrica e viene considerata lo stimolo principale per un aumento costante della domanda di veicoli elettrici. Le stazioni di ricarica rapida sono inoltre direttamente connesse alla capacità della batteria. Quanto più fitta e affidabile è la rete disponibile, tanto meno l'autonomia dei veicoli elettrici crea ansia nei conducenti. In ultima analisi, l'accettazione dei veicoli BEV dipende da una rete potente delle stazioni di ricarica.

Figura 4.3: Segnalazione della stazione di ricarica rapida presso le stazioni di servizio svizzere

Una rete di stazioni di ricarica capillare e potente lungo i 1.850 km di strade nazionali costruite e gestite da privati è l'obiettivo dichiarato dal Consiglio federale. Attualmente, la ricarica rapida dei veicoli BEV è possibile in 35 delle attuali 59 stazioni di rifornimento presenti sulla rete autostradale svizzera, il che corrisponde a una copertura del 60 % circa (aggiornamento agosto 2019). Il 26 giugno 2020 è stata inaugurata la prima stazione di ricarica rapida (SRR) per veicoli elettrici in una piazzola di sosta di una strada nazionale. L'obiettivo dichiarato dal Consiglio secondo nazionale la Roadmap della mobilità elettrica 2022 è quello che tutte le stazioni di servizio svizzere e 100 piazzole di sosta cantonali siano dotate di un'infrastruttura di ricarica rapida. In questo modo, con le stazioni di rifornimento saranno disponibili in totale 160 possibilità di ricarica con circa 600 punti di ricarica.

Le stazioni di rifornimento e le piazzole di sosta equipaggiate per la mobilità del futuro contribuiscono quindi in modo determinante alla possibilità di utilizzare comodamente i veicoli elettrici anche per le lunghe percorrenze.

La mappa interattiva dell'UFE (ich-tanke-strom.ch) mostra in tempo reale le stazioni di ricarica per veicoli elettrici disponibili in Svizzera.

Fonti: ABB Schweiz AG. La mobilità elettrica parte alla grande. Buone infrastrutture di ricarica per la guida elettrica, 2017 | *USTRA. La rete di ricarica rapida per veicoli elettrici sulle strade nazionali* | *Relazione del Consiglio federale in adempimento al postulato 14.3997 della CTT-N del 06/10/2014. Presupposti per una rete di ricarica rapida per veicoli elettrici sulle strade nazionali, 2017* | *USTRA. Raccomandazione per l'esecuzione di stazioni di ricarica rapida lungo le strade nazionali, 2017* | *e-mobile.ch* | *lemnet.org*

5. Ambiente e sostenibilità

Perfino il mondo degli esperti è in disaccordo sull'effettivo impatto ecologico dei veicoli BEV. Allo stato attuale della scienza, riteniamo che lo studio PSI condotto nel 2018 puntualizzi correttamente l'argomento, fornendo una panoramica sull'impatto ambientale prodotto dalle autovetture con diverse tecnologie di trazione. L'analisi dell'Istituto Paul Scherrer costituisce il riferimento principale del capitolo 5, che mira a quantificare la sostenibilità dei veicoli elettrici. La scheda informativa di SvizzeraEnergia (UFE), "Effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro", riassume lo studio dell'istituto PSI e fornisce i dati aggiornati a febbraio 2020.

Confrontando il bilancio ecologico dei veicoli BEV e dei veicoli ICEV è importante analizzare l'intero ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) dei veicoli, che comprende la produzione, l'utilizzo e lo smaltimento, oltre alla disponibilità dei carburanti.

Fonti: Brian Cox e Christian Bauer. Laboratorio per impianti per sistemi energetici, Istituto Paul Scherrer (PSI). Approfondimento: Gli effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro, settembre 2018 | Compendio e aggiornamento Studio PSI: EnergieSchweiz (UFE). Effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro, febbraio 2020

5.1. Efficienza energetica

L'efficienza energetica definisce il rapporto tra il valore d'uso di un sistema e l'energia richiesta dal sistema stesso. La differenza tra energia utile ed energia d'entrata rappresenta l'energia di perdita del sistema considerato.

Questi ultimi anni sono stati contraddistinti dagli sforzi federali, sotto la responsabilità dell'ufficio USTRA, per aumentare l'efficienza energetica del traffico stradale. Dai veicoli a trazione elettrica ci si attende a medio termine un aumento sensibile dell'efficienza. La mobilità elettrica è una componente importante per raggiungere maggiore efficienza energetica e sostenibilità ambientale del traffico. I veicoli a celle a combustione e i veicoli a gas naturale hanno un'efficienza energetica inferiore, poiché causano ingenti perdite energetiche nella produzione di idrogeno e ancor più di metano di sintesi.

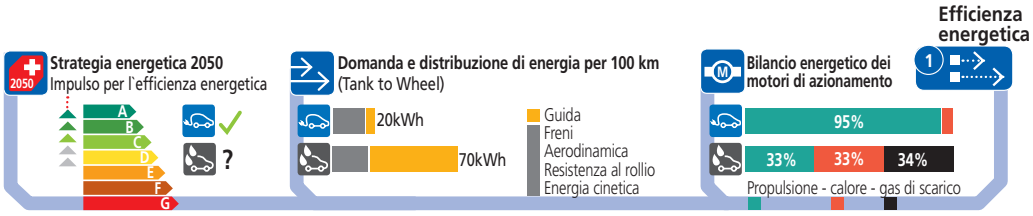


Figura 5.1: Efficienza energetica

5.1.1. Strategia energetica 2050: una spinta verso l'efficienza energetica

Nell'ambito della strategia energetica 2050, decisa tra l'altro a fronte della ratifica dell'accordo di Parigi sul clima del 2016, sono state inasprite le prescrizioni sulle emissioni di anidride carbonica dei veicoli per uso privato. Con ciò, la federazione punta a ottenere una maggiore efficienza energetica della mobilità promuovendo i veicoli elettrici. L'elettrificazione del traffico stradale risulta quindi essere una tecnologia fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi delle politiche climatiche, ambientali ed energetiche della Svizzera. I veicoli elettrici

sono uno strumento importante per ottenere una mobilità sostenibile ed efficiente dal punto di vista energetico, in quanto potenzialmente in grado di ridurre l'inquinamento da polveri sottili e i consumi energetici. Contribuiscono a raggiungere gli obiettivi climatici grazie alla riduzione della dipendenza dai combustibili fossili e delle emissioni di anidride carbonica dannosa per il clima.

Obbligo di marcatura con etichetta energetica

Ai sensi della legge sull'energia rivista nell'ambito della strategia energetica 2050 e accettata dal Popolo nel 2017, il Consiglio federale è autorizzato ad adottare prescrizioni su dati uniformi e comparabili sul consumo energetico specifico di veicoli prodotti in serie (Art. 44 LEne). Art. 10 e Allegato 4.1 dell'Ordinanza sull'efficienza energetica, derivata dalla legge sull'energia LEne, definisce l'obbligo di marcatura con etichetta energetica di tutti i veicoli nuovi messi in circolazione. Deve essere applicata dal concessionario in modo ben visibile sulla vettura o vicino a essa. Anche il materiale promozionale, la documentazione di vendita, i listini prezzi e i configuratori online devono contenere indicazioni sull'etichetta energetica.

Oltre alle informazioni di base sui veicoli (peso a vuoto, tipo di trazione, potenza), sull'etichetta devono risultare visibili i dati seguenti:

- Consumo di carburante **o di energia**
- **Categoria di efficienza energetica A - G** (A indica un veicolo efficiente, G indica un veicolo inefficiente)
- Le emissioni di **CO_2** (scala) sono espresse in g/km in condizione di marcia rispetto al valore obiettivo prefissato di 115 g CO_2/km di tutti i veicoli di nuovo acquisto

Dal 1° gennaio 2020 deve essere inoltre indicata graficamente con una scala cromatica la categoria di efficienza energetica. La suddivisione delle categorie si basa sul consumo di energia primaria (che equivale al consumo energetico comprensivo di agevolazione, produzione, fornitura del vettore energetico) dei veicoli e supporta la riduzione prefissata del consumo medio di carburante nelle autovetture. Altri aspetti ambientali come le emissioni di CO_2 non vengono considerati nella classificazione. I limiti delle categorie dell'etichetta energetica vengono aggiornati e ricalcolati annualmente dal DATEC.

Analogamente alle etichette energetiche degli elettrodomestici, anche quelle delle autovetture informano in modo semplice sull'efficienza energetica, rendendole in tal modo comparabili. Forniscono trasparenza per l'acquisto e aumentano la consapevolezza dei consumatori sui modelli ecosostenibili. Alcuni Cantoni accordano sconti sulle tasse automobilistiche sulla base dell'etichetta energetica.

Fonti: RS 730.00 Legge federale sull'energia (LEne) | RS 730.02 Ordinanza concernente le esigenze per l'efficienza energetica di impianti, veicoli e apparecchi prodotti in serie (Ordinanza sull'efficienza energetica, EnEV) /UFE. La catena energetica per le autovetture, 2018 | UFE. FAQ - La catena energetica per le autovetture, 2020| UFE. Adeguamento della catena energetica per veicoli nuovi dal 1° gennaio 2020 | www.verbrauchskatalog.ch (TCS/EnergieSchweiz)

5.1.2. Fabbisogno energetico e distribuzione per 100 km (tank-to-wheel)

Efficienza well-to-wheel (WtW)
L'efficienza energetica totale di un veicolo a motore (efficienza energetica well-to-wheel = pozzo-ruota) si compone dell'efficienza energetica della filiera a monte (well-to-tank = pozzo-serbatoio) e dell'efficienza del veicolo vero e proprio (tank-to-wheel = serbatoio-ruota).
Per una comparazione il più possibile esatta del rendimento dei veicoli BEV e ICEV è necessario utilizzare un'analisi pozzo-ruota che rilevi tutte le emissioni, dirette e indirette, dell'intera catena, dall'estrazione e fornitura di un carburante o di un vettore energetico, fino alla trasformazione in energia cinetica.

Se si raffronta l'intera catena del rendimento dall'estrazione dell'energia primaria fino alle ruote del veicolo con un bilancio pozzo-ruota, il bilancio energetico dei veicoli a batteria è largamente più positivo rispetto a quello dei veicoli con motore a combustione. Quanto più il mix elettrico utilizzato per i veicoli BEV proviene da fonti rinnovabili, tanto minori sono le emissioni WtW, in quanto queste si riducono direttamente con le emissioni della produzione di elettricità.

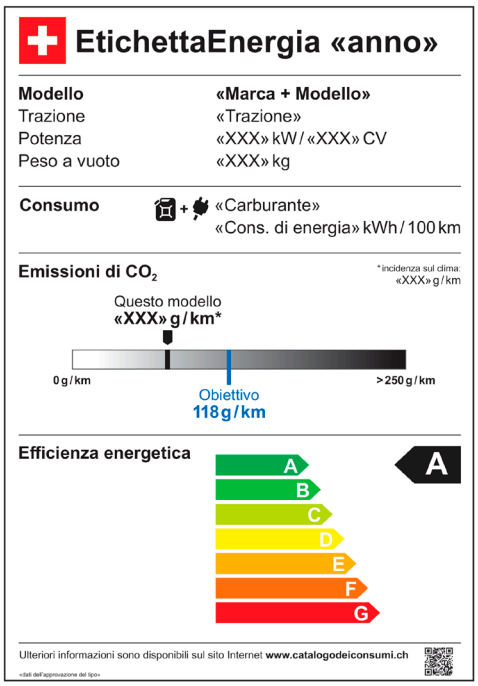


Figura 5.2: Etichetta energetica

Fonte: verbrauchskatalog.ch

Efficienza well-to-tank-(WtT)
Il processo well-to-tank inizia con la produzione di energia primaria e termina con l'accumulo di tale energia nella batteria o nel serbatoio del veicolo. L'energia impiegata a tal fine viene definita consumo di energia primaria. La prima fase consiste nell'estrazione delle materie prime dall'ambiente, come la produzione di greggio, ma anche nello sfruttamento dell'energia cinetica del vento tramite pale eoliche o dell'energia solare tramite celle fotovoltaiche. L'energia primaria viene quindi convertita in una modalità che può essere accumulata nel veicolo ed è denominata energia secondaria. Questo avviene nelle raffinerie, dove il petrolio greggio viene raffinato e trasformato in benzina

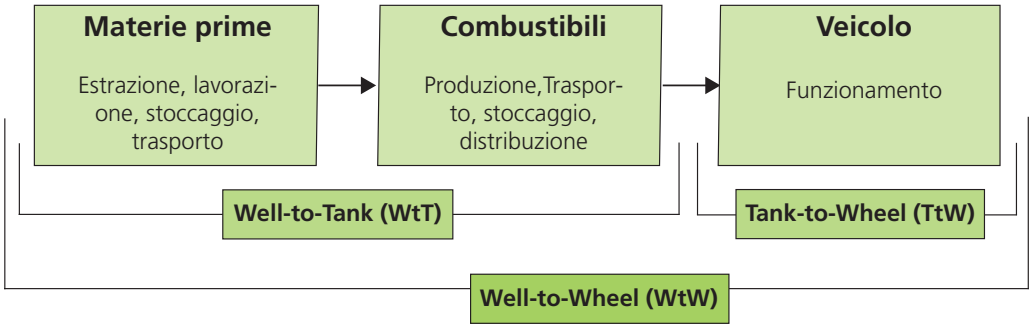


Figura 5.3: Portata del sistema well-to-wheel complessivo

Fonte: rappresentazione propria

o diesel, nelle turbine eoliche o negli impianti fotovoltaici, che trasformano l'energia eolica o l'energia solare in energia elettrica. Tuttavia, la trasformazione non è priva di perdite, il rendimento energetico viene definito efficienza well-to-tank e varia in base al tipo di energia primaria.

I **vettori energetici** sono sostanze e fonti naturali con un elevato contenuto di energia e quindi adatti a coprire il nostro fabbisogno di energia.

I **vettori di energia primaria** non sono (ancora) stati sottoposti a trasformazioni o trattamenti tecnici; si trovano ancora allo stato naturale. I vettori di energia primaria utilizzati o estratti oggi sono petrolio (greggio), gas naturale, carbone, torba, uranio naturale ovvero energia atomica, legna e altre biomasse, energia eolica, delle maree, del moto ondoso, delle correnti marine ed energia idroelettrica, radiazione solare, calore ambientale ed energia geotermica.

I **vettori di energia secondaria** risultano dalla trasformazione o dal trattamento tecnico dei vettori di energia primaria. I vettori di energia secondaria utilizzati oggi sono i prodotti petroliferi, come gasolio domestico, benzina, diesel, combustibile per aeromobili, GPL, coke di petrolio, propano/butano, kerosene e altri, coke, bricchette, carbone vegetale, pellet, elettricità, gas di città e biogas, teleriscaldamento, alcol e idrogeno. La trasformazione dell'energia primaria in secondaria avviene (con perdite energetiche) in raffinerie, centrali elettriche, a gas, di telericaldamento, impianti a biogas e altre centrali e impianti (anche combinati).

Perdite di trasformazione: Nella trasformazione dei vettori primari in secondari si generano perdite di energia: la quantità risultante dopo il processo di trasformazione è inferiore a quella primaria.

Perdite durante il trasporto: Anche per il trasporto dell'energia e dei vettori energetici è necessaria energia. Nel caso dell'elettricità, le perdite avvengono lungo le linee elettriche e durante l'accumulo nella batteria o nella centrale di pompaggio. Nei combustibili derivati dal petrolio, si tratta di energia di pompaggio per le tubature, di pompe di trasferimento nei depositi (porti, depositi provvisori) e stazioni di servizio, energia di trasporto per navi e autocarri.

Efficienza tank-to-wheel (TtW)
L'energia che ha raggiunto il veicolo, deve essere trasformata attraverso il sistema di trazione (p.es. motore o cambio) in energia cinetica sulla ruota per mettere in movimento il veicolo. Questo processo comporta delle perdite di energia nel sistema di trazione. Il veicolo deve inoltre superare le resistenze di marcia, causate dalla resistenza dell'aria e dalla resistenza al rollio e dall'inerzia del veicolo. In salita, è necessario superare anche la forza di gravità. Anche i freni comportano un ulteriore consumo di energia. Il rendimento, che corrisponde ai chilometri percorsi in rapporto all'energia rifornita/caricata, viene definito efficienza tank-to-wheel ed è correlato al rendimento del sistema di trazione (vedere 5.1.3), all'aerodinamica e ad altri parametri del veicolo, come il materiale degli pneumatici.

Il consumo energetico per l'azionamento del veicolo viene calcolato sulla base di un profilo di guida prefissato, la procedura "Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure" (WLTP). Confrontando l'efficienza TtW dei veicoli ICEV e BEV, si nota che per superare la resistenza al rollio e all'aria, per accelerare (energia cinetica) e superare i dislivelli (energia potenziale), i veicoli a batteria utilizzano la stessa quantità di energia dei veicoli con motore a combustione. Per contro, nella frenata di

decelerazione e nella marcia in discesa, i veicoli BEV sono in grado di riutilizzare buona parte dell'energia tramite recupero e questo migliora ulteriormente il bilancio energetico dei veicoli BEV in un territorio montano come la Svizzera. In generale, il fabbisogno energetico dei veicoli BEV risulta inferiore (20 kWh contro 70 kWh), in quanto la trazione impiega minore energia grazie al motore elettrico ad alta efficienza. Il rendimento TtW di un veicolo elettrico risulta quindi migliore rispetto a quello di un veicolo a combustione almeno di un fattore 3.

Fonti: Julius Jöhrens e Hinrich Helms. Approccio alla futura valutazione dell'efficienza dei veicoli a motore, 2013 | Sistema di informazione sulla ricerca. Mobilità e traffico. 2019 | Osservazione well-to-wheel delle tecnologie di trazione| PSI. Approfondimento. Effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro, 2018 | BFE. Statistica generale dell'energia svizzera 2019

5.1.3. Bilancio energetico dei motori di trazione

Il rendimento teorico dei motori a combustione (sul banco di prova) è pari al 33 % ca. Vale a dire, che circa un terzo dell'energia chimica alimentata con il carburante viene trasformata in energia meccanica per la trazione. La maggior parte, due terzi, va persa sotto forma di gas di scarico e calore, e non può essere utilizzata come energia utile per il motore a combustione. Nei veicoli ICEV, la trasformazione meccanica dell'energia comporta pertanto ingenti perdite, con circa un terzo che viene emesso nell'ambiente sotto forma di gas di scarico. L'ultimo terzo viene consumato per il riscaldamento del motore. Questa energia termica viene perlopiù smaltita nell'ambiente tramite il radiatore (per questo motivo, i veicoli ICEV sono dotati di grandi elementi refrigeranti nella parte anteriore). Una parte non trascurabile dell'energia del carburante viene utilizzata per rimuovere il calore del motore tramite l'acqua di raffreddamento, per evitarne il surriscaldamento. In inverno, una parte del calore viene utilizzata per riscaldare l'abitacolo.

Il grafico mostra chiaramente che i sistemi di trazione elettrica possiedono un bilancio energetico sensibilmente migliore rispetto ai motori a combustibili fossili. I veicoli elettrici sono privi di emissioni locali e, diversamente da quelli a benzina e diesel, non producono gas di scarico. Il rendimento medio della trazione elettrica è pari al 95 %, vale a dire il 95 % dell'elettricità alimentata viene trasformata in energia cinetica. Solo il 5 % dell'energia iniziale si perde sotto forma di calore nel sistema di raffreddamento del veicolo o nell'ambiente. Grazie alle perdite molto inferiori, a parità di quantità di energia i motori elettrici percorrono distanze molto superiori rispetto ai motori a combustione, che e richiedono una quantità di circa tre volte superiore.
Il grafico non considera il 10 % di perdita di rendimento che avviene al momento della ricarica, precisamente

1) tra il punto di collegamento della Wallbox e la spina sull'alloggiamento della batteria
2) nel radrizzatore, che trasforma la corrente alternata nella corrente continua necessaria per la batteria
3) nella batteria, a causa della resistenza interna

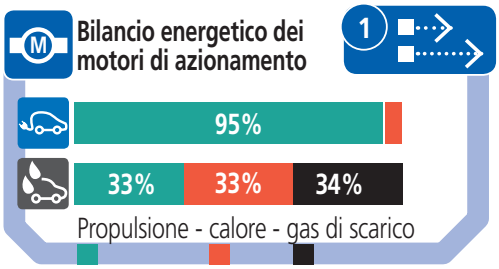
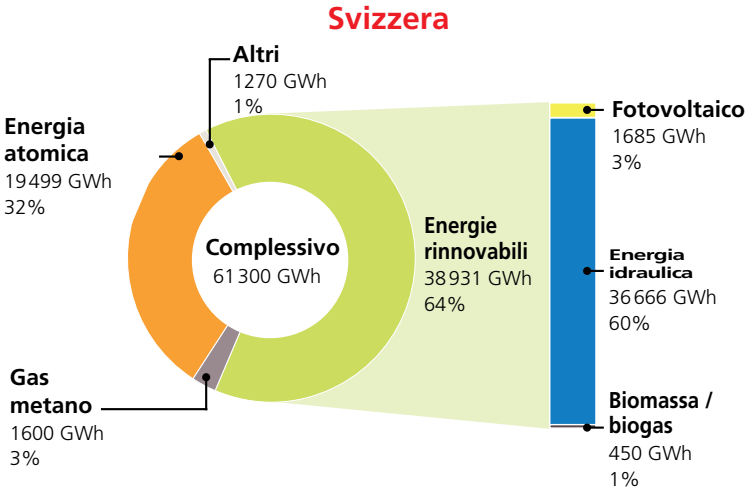


Figura 5.4: Bilancio energetico dei motori di trazione

Figura 5.5: Mix elettrico svizzero

Fonte: Eurostat, Statistica svizzera dell'elettricità 2017, Statistica delle energie rinnovabili 2017, Banca dati Ecoinvent.

Il 90 % dell'energia a pagamento proveniente dalla presa si accumula nella batteria. Rispetto ai motori a combustione, i motori elettrici hanno un rendimento molto maggiore e richiedono meno energia per percorrere lo stesso chilometraggio. Inoltre, l'alto grado di sviluppo della trazione convenzionale limita il potenziale di ulteriore miglioramento dell'efficienza.



Fonte: Ministero federale dell'ambiente, della tutela della natura, dell'edilizia e della sicurezza nucleare (BMU). Quanto sono ecosostenibili le auto elettriche? Un bilancio complessivo | Johannes Winterhagen. La ricarica delle auto elettriche. Un po' di perdita c'è sempre. FAZ, 26/03/2020

5.2. Impatto ambientale

Vengono analizzati secondo il metodo del bilancio ecologico (Life Cycle Assessment LCA) tutti gli effetti ambientali di un prodotto o di un servizio, qui in relazione ai veicoli elettrici. Il metodo LCA analizza l'intero ciclo di vita di un prodotto, vale a dire dalla produzione di tutti i componenti, all'utilizzo, alla manutenzione, allo smaltimento o al recupero. Ogni fase viene esaminata in relazione all'impatto esercitato sull'ambiente dalle materie prime e dall'estrazione e lavorazione dei vettori energetici. Si possono citare indicativamente le emissioni di gas serra come metro di misura dei potenziali effetti sul cambiamento climatico, il consumo di energia primaria come metro di misura dell'efficienza energetica e altri indicatori per gli effetti sulla salute pubblica, come l'inquinamento da polveri sottili e ozono troposferico.

Per la valutazione dell'inquinamento ambientale complessivo prodotto dai veicoli BEV, il metodo LCA (Life Cycle Assessment) è importante, considerare oltre al bilancio well-to-wheel (vedere 5.1.2) anche il bilancio del ciclo di vita (cradle-to-grave), che analizza l'impatto ambientale in fase di estrazione della materia prima, produzione, manutenzione e smaltimento o recupero dei veicoli. Le strategie efficaci per la protezione del clima nel settore della tecnologia dei veicoli si basano in sostanza sull'osservazione cradle-to-grave e well-to-wheel, che ha come obiettivo la riduzione del consumo di energia finale, l'aumento della quota di energia primaria da fonti rinnovabili (well-to-tank) e l'aumento dell'efficienza di trasformazione da energia primaria a energia finale (tank-to-wheel) e la produzione e lo smaltimento dei veicoli a basso consumo di risorse.

Dobbiamo infine precisare che, relativamente all'alimentazione di elettricità ai veicoli, il precedente bilancio energetico si basa sul mix elettrico svizzero (vedere anche il capitolo 9 Elettricità e approvvigionamento).

Fonte: PSI. Approfondimento. Effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro, 2018 | BFE. Il 74% dell'elettricità fornita dalle prese svizzere nel 2018 proveniva da energie rinnovabili, 17/02/2020

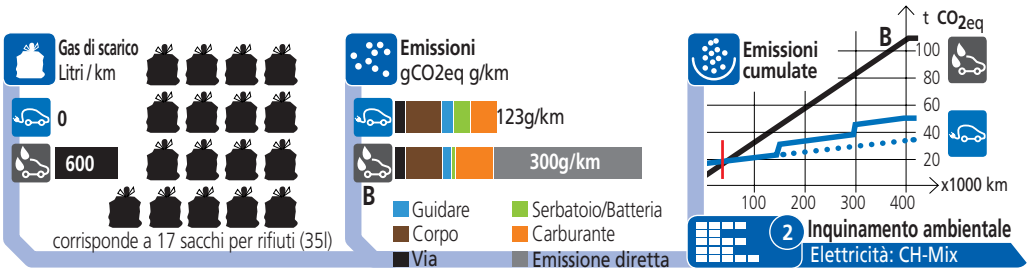


Figura 5.6: Onere ambientale

5.2.1. Gas di scarico

I veicoli elettrici puri vengono definiti anche veicoli a zero emissioni (ZEV), poiché durante la marcia (tank-to-wheel) non producono emissioni, gas di scarico, a livello locale. Contribuiscono pertanto in modo considerevole a migliorare la qualità dell'aria nei luoghi con elevato volume di traffico. I veicoli a zero emissioni sono il presupposto per la decarbonizzazione dei trasporti.

I veicoli con motore a combustione emettono localmente inquinanti atmosferici prodotti dalla trazione, mentre le emissioni dovute ad abrasione degli pneumatici e dei freni sono prodotte da tutti i veicoli, a seconda dello stile di guida e del sistema di trazione. Questi gas di scarico sono una miscela tossica di azoto e vapore acqueo perlopiù innocui, e di anidride carbonica e altri inquinanti dannosi per il clima, che vengono spesso tralasciati nella discussione sull'anidride carbonica dannosa per clima, ma sono invece nocivi, in parte tossici o cancerogeni per persone, animali e ambiente. Le sostanze nocive più rilevanti contenute nei gas di scarico sono monossido di carbonio, ossido d'azoto, idrocarburi, ossido di zolfo, polveri sottili e nerofumo.

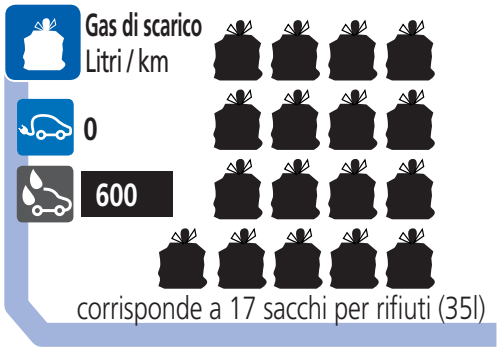


Figura 5.7: Gas di scarico in litri al chilometro

5.2.2. Emissioni (di gas serra come metro di misura per il potenziale inquinante per il clima dei veicoli)

Per rendere comparabile l'effetto inquinante di diversi gas serra, il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite (IPCC) ha definito il "potenziale di riscaldamento globale" (Global Warming Potential, GWP). Il GWP viene stabilito in CO_2 equivalenti (CO_2 Equivalents, CO_2eq o CO_2e). Il CO_2- equivalente è l'unità di misura che indica in quale misura un gas contribuisce al riscaldamento terrestre in un dato periodo (prevalentemente 100 anni) rispetto alla stessa quantità di CO_2. Esprime la portata dell'effetto sul clima e il potenziale riscaldante di un gas.

I CO_2 equivalenti (CO_2eq) sono un'unità di misura per la standardizzazione dell'effetto climatico dei vari gas serra.

Il grafico dimostra sostanzialmente che le emissioni dannose per il clima risultanti dalla produzione e in relazione alla filiera well-to-wheel, nei veicoli ICEV, con 300 g di CO_2 equivalenti, sono più che doppie rispetto ai veicoli a batteria, con 123 g di CO_2 equivalenti.

Fissando come presupposto il mix elettrico svizzero (aggiornamento 2018), che implica minori emissioni di gas serra grazie all'energia idroelettrica e atomica, i veicoli BEV sono molto più ecosostenibili rispetto ai veicoli ICEV.

Se si considera la distribuzione dei CO_2 equivalenti sui singoli componenti, si nota innanzitutto che nei veicoli ICEV sono le emissioni dirette durante la marcia a fare la differenza decisiva. A differenza dei veicoli BEV privi di gas di scarico, nei veicoli ICEV si aggiunge alle emissioni indirette (WtT), compresa la produzione dei veicoli,

una quantità di gas serra pari a circa una volta e mezza durante la marcia (TtW).

La produzione di un veicolo BEV, che comprende i componenti batteria/serbatoio e carrozzeria, produce una quantità superiore di gas serra rispetto alla produzione di un veicolo ICEV. Ciò è riconducibile al maggiore consumo di energia per la produzione della batteria. Tuttavia, le emissioni di gas di scarico hanno un'incidenza molto maggiore sul bilancio climatico complessivo dei veicoli tradizionali, perché sono molto superiori alle emissioni causate dalla produzione delle batterie dei veicoli elettrici.

5.2.3. Emissioni cumulate

Le emissioni cumulate rappresentate nel grafico sono comprensive dei gas serra durante l'intero ciclo di vita (life cycle) del veicolo, emessi su una distanza fino a 400.000 km. Le emissioni di gas serra con chilometraggio 0 sono riferite alla produzione e allo smaltimento e non dipendono dalla distanza percorsa. Nei veicoli BEV risultano inferiori rispetto ai veicoli ICEV a causa degli elevati consumi energetici durante la produzione delle batterie. Dopo ca. 40.000 km percorsi, il veicolo BEV compensa le emissioni causate dalla sua produzione, grazie alle emissioni molto inferiori di gas serra durante la fase di utilizzo (WtW), sulla base del mix elettrico svizzero.

Tabella 5.1: Distribuzione dei gas serra per chilometro percorso sui componenti WtW (incl. la produzione del veicolo)

Carculator.psi.ch (2020, Classe media)

	ICEV (CO_2eq g/km)	BEV (CO_2eq g/km)
Strada	19	19
Carrozzeria (autotelaio e manutenzione)	50	49
Trazione	8	7
Serbatoio/batteria (accumulatore elettrico)	1	28
Produzione di carburante	39	20
Emissioni dirette	183	0
Totale	300	123

Fonte: PSI. Approfondimento. Effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro, 2018

L'aumento delle linee indica l'entità delle emissioni durante l'utilizzo (WtW), causate dai gas di scarico dei veicoli ICEV e dalla produzione di elettricità e carburante per entrambi i tipi di veicoli. La linea dei veicoli ICEV sale in modo più marcato rispetto ai veicoli BEC, in quanto producono più gas serra per chilometro percorso. L'andamento a scalini delle emissioni dei veicoli BEV è riconducibile alla sostituzione delle batterie, che allo stato attuale della tecnica deve avvenire in media ogni 150.000 km. L'incremento della linea dei veicoli BEV dipende dalle emissioni di gas serra causate dalla produzione di elettricità.

Fonte: PSI. Approfondimento. Effetti ambientali delle autovetture: presente e futuro, 2018

6. Costi ed efficienza

I criteri basati sui costi fanno parte, insieme all'autonomia e all'infrastruttura di ricarica a disposizione [1], ai parametri di riferimento principali per la scelta di un veicolo elettrico.

6.1. Costi totali (TCO)

Da un punto di vista economico, il confronto tra veicoli elettrici e veicoli a combustione si basa sull'analisi dei costi totali (Total Costs of Ownership, TCO). I PCT comprendono i costi di produzione e utilizzo di un veicolo per l'intera durata del ciclo di vita. Si tratta di un fattore molto importante anche per il confronto tra sistemi di trazione diversi, poiché spesso i veicoli elettrici hanno costi di acquisizione superiori a un veicolo tradizionale, ma costi di utilizzo sensibilmente inferiori. I TCO sono la somma dei costi di acquisizione al momento dell'analisi t=0 e dei costi variabili e fissi sull'intera durata del ciclo di vita del veicolo, scontata al momento dell'analisi.

Il grafico mostra l'economicità dei veicoli elettrici rispetto ai veicoli tradizionali per varie categorie di veicoli a uso privato sulla base di un raffronto dei costi complessivi. Il modello TCO considera tutti i parametri di costo relativi al periodo di possesso del veicolo dal punto di vista del suo proprietario. Nel grafico sono considerati in base alla categoria di grandezza (piccole auto, classe media, classe superiore) e alle condizioni generali definite di 10 anni con percorrenza di 200.000 km. Considera in modo esplicito i seguenti parametri di costo:

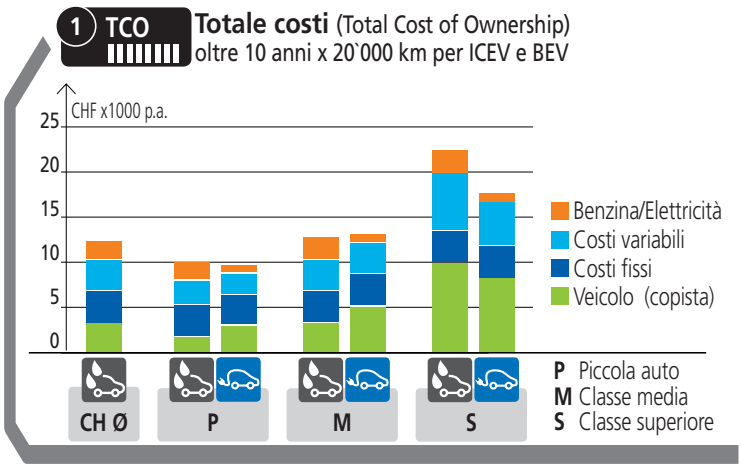
- Veicolo (ammortamento): costi di acquisizione
- Costi fissi: assicurazione
- Costi variabili: manutenzione e riparazioni o sostituzione di componenti del veicolo
- Benzina/elettricità (costi del carburante)

Mentre i TCO per i veicoli BEV e ICEV dei segmenti piccole auto e classe media oscillano più o meno nella stessa fascia, fatte salve le differenze tra i singoli parametri di costo, i TCO per i veicoli BEV di classe superiore sono marcatamente inferiori ai veicoli ICEV. I TCO per le piccole auto BEV sono leggermente inferiori ai veicoli ICEV. Nella fascia di classe media, i TCO per i veicoli ICEV sono leggermente migliori. Rispetto alla classe media, i TCO per le piccole auto aumentano di poco nella fascia dei veicoli ICEV e BEV. Se invece si confrontano i veicoli della classe media e delle classe superiore, la differenza tra i relativi TCO è molto superiore, soprattutto nei veicoli ICEV.

Le differenze tra veicoli a benzina/diesel e veicoli elettrici sono più evidenti nella perdita di valore rispetto all'ammortamento (del valore di acquisto). In proporzione, la perdita di valore nei costi totali dei veicoli elettrici oscilla tra l'8 % e il 12 % e risulta quindi simile a quella dei veicoli tradizionali. Il fattore che fa aumentare la perdita di valore prevista è l'incertezza sui prezzi realizzabili sul mercato per i veicoli elettrici usati.

Il costo di acquisizione dei veicoli BEV di classe piccola e media è maggiore rispetto ai veicoli

Figura 6.1: Costi totali (veicoli più venduti per categoria)



[1] Base AIP: autonomia infrastruttura prezzo

Parametri di costo*	CH Ø ICEV	Piccole auto		Classe media		Classe superiore	
		ICEV	BEV	ICEV	BEV	ICEV	BEV
Veicolo / deprezzamento	CHF 3.150 (26,5 %)	CHF 1.607 (16,7 %)	CHF 3.051 (31,5 %)	CHF 3.158 (25,5 %)	CHF 5.038 (39,9 %)	CHF 9.927 (44,6 %)	CHF 8.188 (47,2 %)
Costi fissi	CHF 3.461 (29 %)	CHF 3.455 (35,9 %)	CHF 3459 (35,6 %)	CHF 3.460 (27,9 %)	CHF 3.465 (27,4 %)	CHF 3.478 (15,7 %)	CHF 3.474 (20,1 %)
Costi variabili	CHF 3.314 (27,9 %)	CHF 2.634 (27,4 %)	CHF 2.438 (25,2 %)	CHF 3.324 (26,8 %)	CHF 3.322 (26,4 %)	CHF 6.332 (28,5 %)	CHF 4.722 (27,2 %)
Benzina / corrente	CHF 1.974 (16,6X %)	CHF 1.920 (20 %)	CHF 750 (7,7 %)	CHF 2.464 (19,8 %)	CHF 800 (6,3 %)	CHF 2.482 (11,2 %)	CHF 950 (5,5 %)
Totale	CHF 11.899	CHF 9.616	CHF 9.689	CHF 12.406	CHF 12.625	CHF 22.219	CHF 17.334

Tabella 6,1: Confronto TCO per veicoli ICEV e BEV per categorie di grandezza, Fonte: Calcolatore TCS

* CHF/anno (quota TCO in %)

ICEV. Il contrario avviene invece nella fascia dei veicoli di classe superiore. Uno dei motivi principali dei costi di acquisizione attualmente così elevati dei veicoli BEV è il prezzo delle batterie agli ioni di litio. Negli ultimi anni si è assistito a una notevole diminuzione dei costi di produzione delle batterie. Secondo una ricerca condotta da BloombergNEF, dal 2010 al 2020 i costi dei pacchi batterie agli ioni di litio sono diminuiti, cioè di quasi il 70 %. Ulteriori risparmi grazie alle nuove tecnologie e altre ottimizzazioni di produzione aumenteranno ancora di più la competitività dei veicoli BEV negli anni futuri.

I veicoli elettrici compensano gli elevati costi di acquisizione soprattutto grazie a una spesa inferiore per manutenzione e carburante. Per la propria struttura, la trazione elettrica denota un numero inferiore di componenti soggetti a usura, che rende più economica la manutenzione. Non servono lubrificanti, candele d'accensione, filtri dell'aria e del carburante, e nemmeno manutenzione del sistema di scarico e cambio olio. Le auto elettriche devono essere portate in officina con frequenza molto minore e la manutenzione si limita a piccoli interventi come la sostituzione del filtro antipolline. A conti fatti, i costi di manutenzione sono praticamente dimezzati.

Estremamente inferiori sono i costi del carburante dei veicoli elettrici di tutte le classi dimensionali, rispetto ai veicoli a combustione, nei quali il costo di benzina e diesel è praticamente doppio. Tendenzialmente, la forbice dei prezzi descritta si amplierà, dato che sono previsti costi superiori soprattutto nei carburanti fossili a fronte della decarbonizzazione dei trasporti prevista dalla legislazione per la protezione del clima. Lo sviluppo dei prezzi del carburante e delle batterie è considerato un fattore di influenza decisivo sui costi totali dei veicoli con diversi tipi di trazione.

Per molto tempo lo slogan è stato "I veicoli elettrici sono cari". Ora questo è vero solo in parte. Le auto elettriche sono effettivamente ancora un po' più care dei veicoli a benzina e diesel per quanto attiene ai costi di acquisizione. Tuttavia, il confronto dei TCO mostra che le piccole auto BEV e i veicoli BEV della classe superiore sono mediamente più economici rispetto ai veicoli tradizionali con motore a combustione. Inoltre, i veicoli elettrici hanno spesso un valore più stabile. Dopo cinque anni, un veicolo elettrico può essere venduto a un prezzo superiore rispetto a un veicolo tradizionale acquistato allo stesso prezzo.

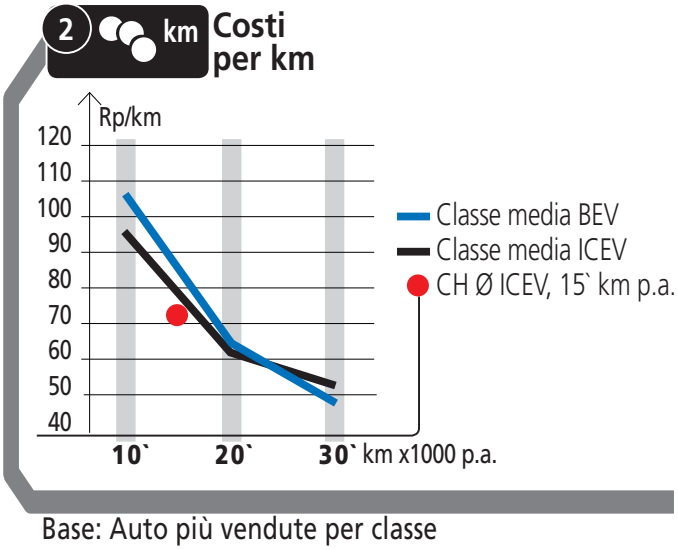
Questo vantaggio potrebbe acuirsi ulteriormente nei prossimi anni, poiché a fronte dei vari divieti di circolazione e immatricolazione e alle interruzioni allo sviluppo previsti, i veicoli ICEV potrebbero andare a esaurirsi.

Fonti: Martin Wietschel et al. Bilancio climatico, costi e potenziale dei diversi tipi di carburante e di sistemi di trazione per autovetture e camion. Istituto di ricerca ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. 2019 | Brian Cox, Christian Bauer, Angelica Mendoza Beltran, Detlef P. van Vuuren, Christopher L. Mutel. Life cycle environmental and cost comparison of current and future passenger cars under different energy scenarios. PSI, 2020 | Lorenz Honegger. Costo dimezzato per l'autonomia delle auto elettriche, ma l'acquisto non conviene a tutti, 03/08/2020

6.2. Costi al km

L'effettivo risparmio sui costi delle auto elettriche dipende anche dalle modalità di utilizzo. Il grafico lo mostra chiaramente: quanto più aumenta la potenza al chilometro, tanto più aumenta il vantaggio economico rispetto ai veicoli tradizionali. Il punto di pareggio nella fascia di classe media ad alti volumi si trova indicativamente a 20.000 km: a partire da questo chilometraggio annuo, i veicoli elettrici risultano più economici rispetto ai veicoli con motore a combustione.

Figura 6.2: Costi al chilometro



Uno studio del 2020 trae le conclusioni seguenti dal confronto tra costi totali e ciclo di vita dei veicoli BEV e ICEV di categorie diverse: i veicoli con batterie di piccole dimensioni e chilometraggio elevato forniscono risultati migliori in termini di protezione del clima e costi. Anche facendo una media di tutte le categorie, i veicoli elettrici risultano migliori dei veicoli tradizionali, se si considerano contemporaneamente TCO ed emissioni di gas serra. L'elettrificazione della trazione nelle autovetture produce quindi notevoli vantaggi da un punto di vista tecnologico ma anche economico, poiché mediamente non comportano costi significativamente superiori. Inoltre, secondo l'opinione degli esperti il potenziale dei TCO della mobilità elettrica è bel lungi dall'essere esausto.

Fonte: Brian Cox, Christian Bauer, Angelica Mendoza Beltran, Detlef P. van Vuuren, Christopher L. Mutel. Life cycle environmental and cost comparison of current and future passenger cars under different energy scenarios. PSI, 2020

7. Mobilità 20xx

7.1. Utilizzo quotidiano dei veicoli BEV

7.1.1. Autonomia

"Ansia da autonomia" (range anxiety): così viene definita dagli esperti la preoccupazione di chi inizia a utilizzare un veicolo elettrico che la "carica" del proprio veicolo non basti fino al termine del viaggio. Il rischio che un veicolo BEV scarichi le batterie lontano da una stazione di ricarica viene valutato molto superiore rispetto a un veicolo ICEV. L'autonomia è un fattore determinante per il successo della mobilità elettrica, insieme alle infrastrutture (stazioni di ricarica) e al prezzo. Sebbene la capacità delle batterie dei veicoli elettrici sia in costante aumento e risulti di gran lunga sufficiente per gli spostamenti quotidiani, l'ansia da autonomia continua a tenere banco nella discussione sull'adeguatezza all'utilizzo quotidiano dei veicoli elettrici. Tuttavia, i proprietari dei veicoli elettrici perdono rapidamente quest'ansia con l'esperienza diretta.

Regola empirica per calcolare l'autonomia:
I moderni computer di bordo calcolano l'autonomia residua sulla base del consumo energetico di tutti i gruppi presenti e dello stile di guida, e sono in grado di prevedere i tempi di ricarica del veicolo elettrico.

L'autonomia effettiva di un veicolo BEV dipende da vari fattori. Da un lato è determinante la **capacità della batteria**. In linea generale: quanto maggiore è la capacità della batteria, tanto maggiore è l'autonomia. L'invecchiamento elettrochimico della batteria nel tempo incide negativamente sulle prestazioni della batteria. Dall'altro, è importante l'effettiva potenza richiesta dal veicolo, da non confondere con la potenza massima in determinate condizioni e su cui influiscono i seguenti fattori:

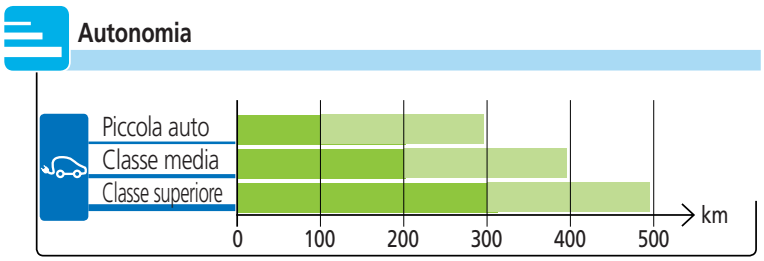


Figura 7.1: Autonomia in km

- **Modello del veicolo**: vedere il grafico, che mostra l'autonomia delle diverse categorie di veicoli.
- **Dotazione elettronica**: gli utilizzatori elettronici come l'impianto di climatizzazione o di riscaldamento, il navigatore o la radio, consumano la batteria del veicolo elettrico.
- **Profilo delle distanze**
- **Stile di guida**: uno stile di guida dispendioso, con velocità elevata, continue accelerazioni e frenate, diminuisce l'autonomia.
- **Velocità**: In linea generale: con l'aumento della velocità, che incrementa le perdite per abrasione e la resistenza dell'aria, diminuisce in modo direttamente proporzionale l'autonomia. La velocità che preserva al meglio la durata della batteria dipende dal veicolo ed è specificata nelle indicazioni del produttore.
- Una **pressione degli pneumatici** insufficiente e gli **pneumatici invernali** aumentano la resistenza al rollio e di conseguenza i consumi del veicolo elettrico.
- **Temperatura esterna**: l'autonomia standard secondo la procedura WLTP (World Light Vehicle Test Procedure) aumenta nelle condizioni di laboratorio e a 20 gradi. Secondo uno studio attuale condotto dalla Norwegian Automobile Federation (NAF), la diminuzione media di autonomia in inverno è pari al 18,5 % rispetto ai dati WLTP. La considerevole perdita compresa tra il 10 % e il 30 % dimostra inoltre che alcuni modelli di auto sono in grado di sopportare il freddo meglio di altri. La riduzione di autonomia dipende da un lato dalle minori prestazioni della batteria, poiché le basse temperature riducono i processi elettrochimici aumentando la resistenza in-

terna. Di conseguenza, con l'aumento del flusso di corrente aumenta la tensione, vale a dire la batteria si scarica più rapidamente e il rendimento scende. Parallelamente, aumenta il tempo di ricarica delle batterie. D'altro canto, i veicoli elettrici consumano chiaramente di più in inverno rispetto all'estate. Viene utilizzata molta energia per riscaldare l'abitacolo, il parabrezza e il lunotto posteriore ed eventualmente sedili e volante. Alcuni produttori di auto elettriche prevedono ora la dotazione di pompe di calore (utilizzando il calore residuo dei componenti dell'auto indipendenti dalla batteria), un isolamento della batteria e un'opzione di preriscaldamento, in grado di aumentare l'autonomia dei veicoli elettrici in inverno.

Contrariamente a quanto si potrebbe inizialmente pensare, secondo uno studio condotto dal centro di ricerca Center Automotive Research (CAR), il **peso e il carico del veicolo non incidono in modo decisivo** sull'autonomia.

Il grafico mostra che i veicoli della classe superiore sono in grado di coprire distanze fino a 500 km, con un'autonomia media di circa 300 km. I veicoli di classe media possono avere un'autonomia fino a 400 km, con una media di 200 km. Le piccole auto prevalentemente utilizzate in città hanno batterie con capacità molto inferiori; alcuni modelli raggiungono un'autonomia di 300 km, con una media di circa 100 km. La maggior parte dei veicoli elettrici raggiunge pertanto un'autonomia compresa tra 100 e 300 chilometri, inferiore a quella dei tradizionali veicoli a combustione. Tuttavia, questo non riveste grande importanza per la guida quotidiana, dato che in media le distanze percorse da un'autovettura superano raramente i 100 km, facilmente coperti da qualunque modello di veicolo elettrico.

Secondo uno studio attuale condotto dal TCS, grazie ai progressi della ricerca l'autonomia media delle batterie dei veicoli elettrici per ogni ricarica è più che raddoppiata dal 2015 al 2020, passando da 127 ai 331 km. E gli esperti ritengono che la tendenza proseguirà.

Fonte: Veicoli a celle a combustibile e a batteria. Cosa comportano per la mobilità elettrica. VDI/VDE, 2019 | Scenari delle mobilità elettrica in Svizzera – Aggiornamento 2018. EBP, 2018 | Che autonomia ha un'auto elettrica?, E.ON Energie Deutschland GmbH | Lorenz Honegger. Costo dimezzato per l'autonomia delle auto elettriche, ma l'acquisto non conviene a tutti, 03/08/2020 | Philipp Vetter. La struttura leggera non migliora di molto il bilancio energetico delle auto elettriche. Die Welt am Sonntag, 03/12/2017 | Tobias Stahl. Supertest sull'autonomia : ecco le 20 auto elettriche in grado di percorrere la distanza maggiore in inverno. efahrer.com, 19/03/2020

7.1.2. Schemi di guida tipici (utilizzo quotidiano)

"Ricarica EN PASSANT anziché rifornimento extra!"

Il grafico rappresenta l'utilizzo quotidiano di un veicolo elettrico e mostra il tipo di guida e di ricarica. Il tipo di ricarica indica la frequenza e il luogo di ricarica dei veicoli elettrici. Definisce in ultima analisi il successo di un modello commerciale nella mobilità elettrica e l'interazione con il sistema energetico. Un aspetto che accomuna i veicoli BEV e i veicoli ICEV è che, in base al comportamento di guida dei conducenti, sono più delle "auto stabili" che delle automobili. Il grafico lo dimostra: perfino i veicoli di utenti abituali per motivi privati o di lavoro trascorrono la maggior parte della giornata in un parcheggio o nel garage di casa. Nemmeno quando i cittadini svizzeri vanno in ferie, il lungo viaggio rie-

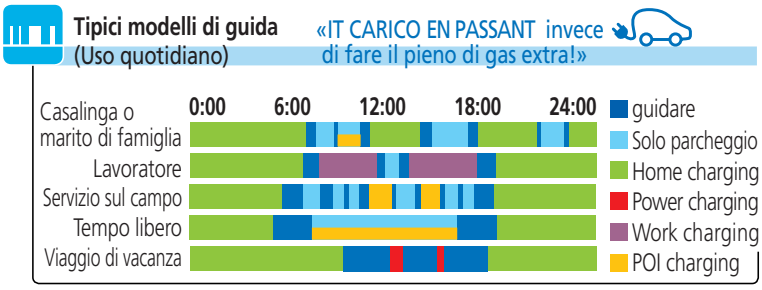


Figura 7.2: Schemi di guida tipici

sce a compensare i tempi di fermo. Poiché il trasferimento al luogo di vacanza avviene spesso in autostrada, il veicolo viene ricaricato presso una stazione di ricarica rapida. La cosiddetta ricarica power charging non ha invece alcun ruolo rilevante nell'utilizzo quotidiano.

Gli schemi di ricarica classici indicano che durante i periodi di fermo i veicoli elettrici vengono perlopiù sottoposti a ricariche domestiche (home charging). Attualmente tutti i proprietari di veicoli elettrici dispongono di una stazione di ricarica a casa propria, dove effettuano quotidianamente piccole ricariche (fabbisogno giornaliero). Al secondo posto si attestano le ricariche presso le stazioni private sul luogo di lavoro (work charging). Questo vale per tutti gli schemi di guida rappresentati nel grafico. Secondo il giudizio degli esperti, la situazione non cambierà di molto, poiché anche in futuro il 90 % delle ricariche sarà effettuata a casa o sul posto di lavoro. Per questo motivo, la pianificazione delle infrastrutture per il settore della mobilità elettrica si concentra sull'obiettivo di aumentare il numero di punti di ricarica in luoghi finora non utilizzati, come condomini e aree aziendali. Le stazioni di ricarica pubbliche (POI charging) possono essere utilizzate da persone che lavorano in trasferta o durante il tempo libero.

Conclusioni: Le stazioni di ricarica pubbliche (POI e power charging) vengono utilizzate meno frequentemente rispetto alle stazioni di ricarica private (home e work charging). Si pongono quindi le seguenti questioni per la ricarica del futuro: quanto è disposto a pagare il proprietario di un veicolo elettrico per disporre di una potenza elevata che consenta di abbreviare sensibilmente i tempi di ricarica (ricarica rapida)? I veicoli elettrici continueranno anche in futuro a essere ricaricati presso i punti di ricarica privati, perché sono più comodi? Le stazioni di ricarica pubbliche vengono prese in considerazione solo quando la batteria del veicolo è praticamente scarica? Dove sono disponibili punti di ricarica a prezzi equi per chi non abbia la possibilità di ricaricare in home o work charging.

7.2. Mobilità svizzera

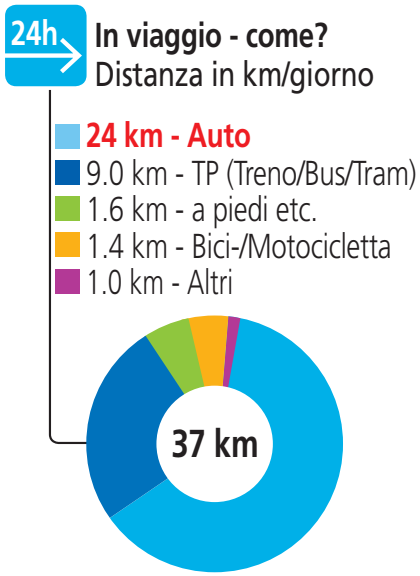
7.2.1. In viaggio, come?

Nel 2015, il cittadino svizzero medio ha percorso in auto due terzi della distanza giornaliera media di 37 km/persona (a partire dai 6 anni) e solo un quarto con il trasporto pubblico. Queste cifre parlano da sole e dimostrano la necessità di un parco macchine privato ecosostenibile, vale a dire a impatto zero.

I 25 km circa che una persona percorre mediamente in auto ogni giorno indicano chiaramente che i veicoli BEV attuali con autonomia tra 100 e 300 km, o addirittura superiore, coprono senza problemi le esigenze di mobilità della maggior parte degli svizzeri. Anche distribuendo il chilometraggio sui circa 4,7 milioni di autovetture immatricolate in Svizzera, si ottiene comunque una percorrenza di circa 50 km al giorno.

Se la maggior parte degli svizzeri viaggiasse con veicoli elettrici, influirebbe indirettamente sul bilancio climatico della mobilità giornaliera. La quota di traffico lento (pedoni e ciclisti) pari all'8 % incide invece in modo relativamente modesto.

Figura 7.3: In viaggio, come?



Tra il 1994 e il 2015 la distanza pro capite percorsa ogni giorno è aumentata del 18 %. L'aumento riguarda in primo luogo la distanza ferroviaria, che in questo periodo è aumentata del 77 %. Le distanze automobilistiche si sono nel frattempo stabilizzate, ma poiché nel frattempo la popolazione svizzera residente è aumentata, dal 2000 il traffico stradale è in ulteriore crescita. Nel periodo di circa 40 anni tra il 1980 e il 2018, la distanza percorsa in auto pro capite è aumentata del 52 %, nella circolazione ferroviaria l'aumento è stato addirittura del 107 %, grazie all'ampliamento dei trasporti pubblici.

Fonte: Ufficio federale di statistica. Panorama Mobilità e traffico, marzo 2020

7.2.2. In viaggio, perché?

Nel 2015, percorrere i 37 km di distanza giornaliera pro capite richiedeva circa 90 minuti. La motivazione prevalente dello spostamento riguarda il tempo libero al 44 %, seguito dal lavoro al 24 %, lo shopping al 13 % e l'istruzione al 6 %. Dopo il tempo libero, il secondo motivo di spostamento è il lavoro, che si riflette anche nella statistica del pendolarismo. Nel 2017, 9 svizzeri su 10 erano pendolari, vale a dire che il posto di lavoro si trovava al di fuori del luogo di abitazione. Mentre tra il 1990 e il 2017 la quota di persone che lavorava nel luogo di residenza è diminuita dal 59 % al 29 %, nel 2017 oltre due terzi della popolazione attiva erano costituiti da pendolari intercomunali o intercantonali. Parimenti è aumentata anche la distanza di lavoro: del 16 % dal 2000 al 2017.

Figura 7.4: In viaggio, perché?

Fonte: Ufficio federale di statistica. Panorama Mobilità e traffico, marzo 2020

8. Caratteristiche particolari

8.1. Bilancio energetico del ciclo di guida (tank-to-wheel)

(Vedere anche 3.2, 5.1.2 e 5.1.3)

Paragonando il bilancio energetico dei veicoli ICEV e BEV in relazione al ciclo di guida (tank-to-wheel), prevalgono nettamente i veicoli elettrici, che recuperano in media il 60 % dell'energia di frenatura, contrariamente ai veicoli ICEV, che perdono il 100 % dell'energia di frenatura esercitata da freni e motore. La maggior parte della perdita di energia non recuperabile media del 40 % riguarda la trazione con il 14 % e il motore elettrico/generatore di ricarica della batteria, in entrambi i casi con il 10 %.

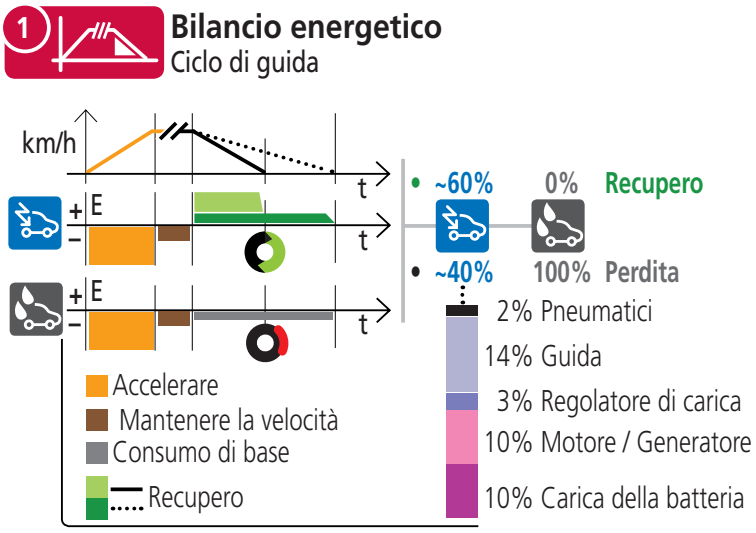


Figura 8.1: Bilancio energetico

8.2. Efficienza

8.2.1. Rendimento

Con la stessa quantità di energia alimentata (tank-to-wheel), i veicoli BEV sono in grado di percorrere una distanza quasi 3,5 volte superiore ai veicoli ICEV (vedere anche 5.1 Efficienza energetica).

8.2.2. Componenti della trazione

Il gruppo propulsore dei veicoli BEV ha una struttura semplice e si compone di un numero inferiore di elementi rispetto ai complessi veicoli ICEV (200 pz contro 2000 pz). I meccanici considerano pertanto in pericolo il proprio beniamino, in quanto un numero inferiore di componenti mobili comporta minore usura e costi di manutenzione decisamente inferiori per le auto elettriche (vedere anche 6.1 Costi totali, TCO).

8.3. Strategia energetica CH 2050

8.3.1. Localmente SEMPRE senza emissioni: nessun rumore, gas di scarico e consumo d'aria

La qualità dell'aria e della vita, soprattutto nelle aree ad alta concentrazione di traffico, migliora sensibilmente grazie ai veicoli elettrici, che sono privi di emissioni dannose tramite i gas di scarico e hanno una rumorosità molto inferiore. Il concetto di veicolo a emissioni zero o senza emissioni, spesso utilizzato in abbinamento alla mobilità elettrica, indica un'auto elettrica che durante la marcia (tank-to-wheel) è completamente priva di CO_2.

Figura 8.2: Efficienza a confronto

Figura 8.3: Strategia energetica 2050

8.3.2. Muoversi creando valore aggiunto locale con CH-Energy

Nel 2019 la Svizzera a utilizzato la maggior parte dell'energia sotto forma di carburanti (35,3 %), seguiti da elettricità (24,7 %), gas (13,8 %), combustibili derivati dal petrolio (13,5 %) e altri vettori energici (p.es. legna, altre fonti di energia rinnovabili o rifiuti industriali (12,7 %). Il consumo di energia svizzero è caratterizzato da "elevata sicurezza di approvvigionamento" e da "elevata dipendenza dall'estero": il 75 % dell'energia consumata in Svizzera viene prodotta all'estero. Sono compresi tutti i prodotti petroliferi, gas naturale e combustibili nucleari per le centrali nucleari svizzere.

Completamente diversa la situazione delle importazioni dall'estero, se si considera l'origine dell'elettricità prodotta in Svizzera. In 14 degli ultimi 20 anni la Svizzera ha avuto un surplus di esportazione di elettricità. Tutt'altro quadro si genera tuttavia quando si considera la situazione degli approvvigionamenti in inverno. Ogni inverno degli ultimi dieci anni, la Svizzera ha dovuto importare elettricità dall'estero per coprire il proprio fabbisogno interno.

Il 99,8 % dell'energia atomica fornita nel 2018 era prodotta nelle centrali nucleari svizzere, dove il 100 % dei vettori energetici doveva essere importato. Le grandi centrali elettriche interne hanno fornito il 76 % dell'energia idroelettrica. Il 91 % della nuova energia rinnovabile (FV, eolica, centraline idroelettriche, ecc.) proveniva da produzione svizzera, favorita dal sistema di rimunerazione per l'immissione di elettricità (RIC/SRI/RU).

La mobilità elettrica è sostenibile solo se l'elettricità proviene da fonti rinnovabili. Per questo motivo, lo sviluppo della mobilità elettrica deve essere accompagnato da un impulso di crescita delle energie rinnovabili alla luce della strategia energetica 2050. Questo significa semplicemente l'agevolazione della produzione FV interna. L'ulteriore sviluppo dell'energia idroelettrica al momento dominante e della poco sfruttata energia eolica incontra ostacoli di vario genere, a partire dalla tutela ambientale e del paesaggio. Proprio l'elevato grado di sviluppo dell'energia idroelettrica ha come conseguenza una limitata possibilità di aumento dell'offerta di corrente idraulica tramite mezzi tecnici.

Fonte: DATEC. Primo pacchetto di misure della strategia energetica. Scheda informativa "Approvvigionamento di energia per la Svizzera e sviluppi internazionali", 21 marzo 2017. UFE. Il 74 % dell'elettricità fornita dalle prese svizzere nel 2018 proveniva da energie rinnovabili, 17/02/2020 | UFE. Statistica energetica generale 2019 | UFE. Statistica dell'energia svizzera 2019

8.4. Comfort di viaggio

8.4.1. Silenzio: nessun rumore da motore e trasmissione

In Svizzera, 110.000 edifici ovvero 1,2 milioni di persone sono esposti a inquinamento acustico fastidioso e dannoso per la salute. La causa primaria delle emissioni acustiche è il traffico stradale, che è dannoso per la salute e comporta elevati costi per l'economia nazionale pari a 1,1 miliardi di franchi svizzeri. L'ordinanza UE n° 540/2014 relativa al livello sonoro dei veicoli a motore e ai dispositivi silenziatori di sostituzione recepita dalla Svizzera è entrata in vigore nell'estate del 2016 e prevede limitazioni unificate delle emissioni acustiche dei veicoli a motore. I relativi valori devono essere gradual-

Figura 8.4: Comfort di viaggio

mente ridotti entro il 2026 a un massimo di 68 dB per un rapporto potenza/massa di 120 kW/1000 kg e a 72 dB per i veicoli sportivi potenti (>200 kW/1000 kg).

Grazie alla mancanza di rumore proveniente dal motore, i veicoli elettrici vengono percepiti dai passeggeri come più silenziosi rispetto ai veicoli a combustione, e offrono quindi un maggiore comfort di viaggio.

Il rumore in transito prodotto dai veicoli ICEV nei centri urbani è causato dal rumore di propulsione e dal rumore di rotolamento, mentre nei veicoli BEV si verifica solo il rumore da rotolamento. Il rumore prodotto dagli pneumatici sul fondo stradale si crea quindi indipendentemente dal tipo di trazione e rappresenta la principale fonte di rumore sia all'interno che all'esterno del veicolo. È correlato alla velocità, vale a dire predomina sul rumore di propulsione a marcia costante a partire da ca. 15–25 km/h. Con velocità maggiore a partire da ca. 30–45 km/h, predomina invece il rumore da rotolamento. Solo a velocità maggiori in aree extraurbane (a partire da circa 80 e fino a 100 km/h) il rumore da rotolamento viene infine superato dal rumore del vento. Il rumore di propulsione dei veicoli a combustione risulta quindi rilevante praticamente solo alla partenza del veicolo.

La trazione elettrica è molto più silenziosa della trazione tradizionale con motore a combustione. La trazione elettrica risulta particolarmente silenziosa nel traffico a singhiozzo del centro cittadino. Risulta molto fastidioso anche il rumore alla partenza dei veicoli di grandi dimensioni, come autobus e camion della nettezza urbana, e può essere ridotto in modo determinante dalla trazione elettrica.

La crescente elettrificazione della mobilità consente di ridurre le emissioni acustiche principalmente grazie al minore rumore degli pneumatici sul fondo stradale. Proprio la coppia elevata in partenza causa uno strisciamento maggiore e più rumoroso della superficie di contatto della ruota (area di appoggio). Le pavimentazioni stradali fonoassorbenti in autostrada contribuiscono in modo sostanziale a ridurre la rumorosità del traffico e vengono utilizzate sempre più spesso anche nei centri urbani.

I veicoli elettrici sono tuttavia vittime del proprio successo, in quanto la trazione praticamente impercettibile a bassa velocità fino a 30 km/h può mettere a rischio il traffico lento e soprattutto gli ipovedenti. Per ridurre il potenziale di rischio, l'Ordinanza UE n° 540/2014 prevede che in Svizzera tutti i veicoli ibridi nuovi a partire dal 2022 siano provvisti di segnalatore acustico, il cosiddetto Acoustic Vehicle Alerting System (AVAS). Il sistema prevede l'emissione di un segnale acustico alla partenza del veicolo con marcia fino a 20 km/h e in retromarcia. Per i modelli precedenti vige tuttavia l'obbligo di installazione a posteriori. I ricercatori sui sinistri di AXA consigliano ai proprietari di veicoli elettrici silenziosi di dotarli volontariamente di un segnalatore acustico, in modo da poter essere percepiti dagli altri utenti della strada.

Fonte: Oliver Krauss. Analisi sperimentali della rumorosità interna degli pneumatici 2018 | Peter Zeller (Ed.). Manuale di acustica dei veicoli: fondamenti, spiegazione, calcolo, prove. 2012 | Hanspeter Gloor. Sollievo acustico per il rumoroso ambiente di Aargau n° 65, 2014.

8.4.2. Gestione facilitata: "guida a un pedale" e guida predittiva

La tecnica di guida **one-pedal-driving** è sempre più utilizzata nella mobilità elettrica. Nissan non l'ha inventata, ma l'ha applicata per prima in modo coerente. One-pedal-driving significa in parole povere guidare con un pedale solo, che garantisce maggiore comfort ed efficienza. La marcia viene comandata utilizzando un solo pedale elettrico, con cui si accelera e si frena. Se il conducente solleva il pedale, l'auto frena automaticamente fino a fermarsi. Per accelerare, il conducente preme sul pedale elettrico, che in pratica non è altro che il pedale dell'acceleratore modificato. In caso di necessità, è comunque disponibile anche un pedale del freno.

Il vantaggio della guida a un pedale è fondamentalmente che si frena con il pedale elettrico. Questo preserva i dischi e le guarnizioni dei freni, che durano quindi molto di più. Un secondo vantaggio è il parziale recupero dell'energia di frenatura, che consente di risparmiare energia e denaro. Il motore elettrico passa in modalità generatore e trasforma la spinta del veicolo in energia elettrica, che viene successivamente utilizzata per l'accelerazione. I veicoli elettrici si contraddistinguono per un recupero efficiente dell'energia cinetica, altrimenti dissipata sotto forma di calore.

Viene spesso collegato alla guida sicura e a all'efficienza energetica dei veicoli elettrici il concetto di **guida predittiva** , fondamento centrale della sicurezza stradale in genere. La guida difensiva o predittiva individua in anticipo i pericoli del traffico, reagendovi in modo adeguato. Calcola gli errori degli altri utenti della strada e mantiene una distanza di sicurezza adeguata.

La guida predittiva non significa solo sicurezza, ma anche efficienza energetica. Reagendo per tempo a determinati pericoli, è possibile evitare una frenata di emergenza. E ogni volta che si evita l'utilizzo del pedale del freno, si risparmia energia. Le tecniche predittive come lasciar rallentare il veicolo fino a fermarsi prima di incroci, stop o ostacoli sono vantaggiose anche con le auto elettriche. La frenatura dovrebbe avvenire principalmente solo tramite recupero e non tramite il freno normale. Con una frenata omogenea è possibile recuperare il 60 % dell'energia cinetica e accumularla nella batteria. Con le frenate a fondo, invece, una parte dell'energia viene trasformata in calore e dissipata.

Fonte: Die Welt. One-Pedal-Driving nelle auto elettriche, 21/03/2018 | Stefan Heimann. Guida predittiva e risparmio di carburante. co2online.de

8.4.3. Riscaldamento/raffrescamento senza motore: anche prima della partenza... dappertutto

Gestione termica

Con il termine gestione termica si intende la gestione del flusso di calore nei veicoli tramite una regolazione ottimale del sistema HVAC (heating, ventilation, air conditioning). La gestione efficiente del freddo e del calore è di fondamentale importanza per i veicoli BEV perché ottimizza l'equilibrio termico del veicolo senza incidere in modo rilevante sull'autonomia e garantendo il comfort all'interno dell'abitacolo e il riscaldamento/raffreddamento di tutti i componenti.

Condizionamento termico dei componenti del veicolo elettrico

La batteria di trazione deve essere condizionata termicamente, in quanto la temperatura di funzionamento ottimale per il rendimento è pari a 20 °C. Se la temperatura scende sotto il punto di congelamento, le prestazioni della batteria si ri-

ducono sensibilmente, insieme all'autonomia, a causa delle reazioni chimiche diminuite. Se la temperatura supera i 30 °C, si verifica un invecchiamento precoce. A partire dai 40 °C si verifica il danneggiamento irreversibile della batteria. Oltre alla batteria, deve essere regolata anche la temperatura del motore elettrico, dell'elettronica di potenza e dei dispositivi di ricarica, in modo che il veicolo elettrico possa funzionare con il massimo rendimento. La sfida principale è posta dal fatto che gli intervalli di temperatura ideali sono tanti quanti i componenti.

Climatizzazione dell'abitacolo.
Una sfida ulteriore nei veicoli elettrici è rappresentata dalla generazione di riscaldamento e raffrescamento dell'abitacolo e per funzioni quali l'antiappannamento o lo sbrinamento dei vetri. A fronte del basso rendimento, i motori a combustione generano molto calore residuo, che può essere utilizzato per il riscaldamento dell'abitacolo. La trazione elettrica a efficienza energetica, invece, emette nell'ambiente ridotte quantità di calore dissipato e richiede riscaldamento addizionale. A causa dell'elevato consumo di energia, riscaldamento e climatizzazione possono ridurre l'autonomia dei veicoli elettrici. Perché il conducente non si trovi a dover scegliere tra "avere troppo caldo, troppo freddo o guidare" vengono utilizzate le pompe di calore a efficienza energetica, che in estate possono essere utilizzate come climatizzatori per il raffrescamento. Le auto elettriche vengono inoltre parcheggiate spesso presso le stazioni di ricarica, dove possono essere preriscaldate o preraffrescate prima di iniziare la marcia senza pesare sulla batteria. Riscaldamento e raffrescamento possono anche essere regolati a distanza tramite app per smartphone. Il riscaldamento o il raffrescamento in movimento consuma quindi molta meno energia, con effetti positivi sull'autonomia.

Conclusioni: nei veicoli elettrici i sistemi di gestione termica sono di norma più complessi rispetto ai veicoli tradizionali con motore a combustione, in quanto si devono considerare componenti con esigenze di temperatura completamente diverse. Infatti, motore elettrico ed elettronica di potenza devono essere raffrescati, mentre la batteria deve essere a volte raffrescata e a volte riscaldata, a seconda delle situazioni. Inoltre, per il riscaldamento dell'abitacolo non è disponibile alcun calore residuo, come nel motore a combustione. Per risolvere il problema, vengono adottate misure a efficienza energetica, come le pompe di calore.

Fonti: Gestione termica nei veicoli elettrici e ibridi. hella.com | Malte Westerloh. Analisi del fabbisogno energetico mondiale per il riscaldamento e il raffrescamento dei veicoli elettrici, 2019

8.5. Sicurezza

indipendentemente dal tipo di trazione, tutti i veicoli devono soddisfare gli stessi standard minimi per poter essere immatricolati per la circolazione. Nei veicoli BEV, gli speciali componenti della trazione elettrica pongono nuove sfide. In particolare le batterie richiedono una protezione completa per evitare accensioni o folgorazioni.

Le auto elettriche si distinguono dalle auto tradizionali anche per gli aspetti seguenti, che possono ripercuotersi sul numero di incidenti:

– **la frequenza di danni nelle auto elettriche dipende dalla classe del veicolo**
  In media, la frequenza media di danni nei veicoli elettrici è assimilabile a quella dei veicoli a trazione tradizionale. Il bilancio dei guasti è invece diverso se si considerano le singole categorie di veicoli: le piccole auto elettriche causano il 10% di danni in meno rispetto alle piccole auto a combustione. I veicoli elettrici

della classe superiore subiscono danni con maggiore frequenza, che secondo i ricercatori sui sinistri dipende dal comportamento all'accelerazione di questa classe di veicoli elettrici.

– **Le competenze specifiche sui veicoli elettrici aumentano di importanza**
  Chi ha ricevuto una formazione classica per conducenti di veicoli ICEV, è in grado di guidare senza problemi anche un veicolo BEV, che richiede nuove abilità agli automobilisti.

Per poter controllare in sicurezza un veicolo elettrico, bisogna dedicare il tempo necessario a conoscere le caratteristiche specifiche soprattutto in relazione al diverso comportamento in accelerazione e frenata. Inizialmente, è consigliabile eseguire accelerazioni caute. I veicoli elettrici rallentano inoltre più rapidamente quando si rilascia il pedale dell'acceleratore. Si avvia quindi il processo di recupero, che consente di riutilizzare parte dell'energia cinetica. Molti conducenti di veicoli elettrici si vedono quindi costretti a modificare il proprio stile di guida passando a un'auto elettrica.

La partenza silenziosa richiede maggiore attenzione da parte di tutti gli utenti della strada.

– I conducenti dei veicoli BEV devono sapere che la trazione elettrica, pressoché impercettibile, può rappresentare un pericolo per pedoni e altri utenti della strada, che si affidano al rumore dei veicoli per allertarsi.
– È necessario imparare a usare i sistemi di assistenza al conducente (FAS)
– I sistemi FAS non sono un'esclusiva dei veicoli elettrici, ma sono presenti in tutti i veicoli più recenti, indipendentemente dal tipo di trazione. Vengono comunque utilizzati più spesso dai conducenti di veicoli elettrici appassionati di tecnologia.
  I sistemi FAS come l'assistente alla frenata di emergenza e il programma elettronico sulla stabilità (ESP) contribuiscono comprovatamente a prevenire gli incidenti, ma non esonerano il conducente dall'obbligo giuridico di essere sempre concentrato sulla guida, poiché tutti i sistemi di assistenza oggi disponibili devono essere tenuti costantemente sotto controllo. Affidarsi ciecamente alla tecnologia (over-reliance) può per contro portare ad avere incidenti.

Fonte: Anna Ehrensperger. Incidenti con i veicoli elettrici – Il traffico a corrente. axa.ch, 22/08/2019 | ADAC. Quanto sicuri sono i veicoli elettrici in caso di incendio, incidente o panne? 08/05/2020

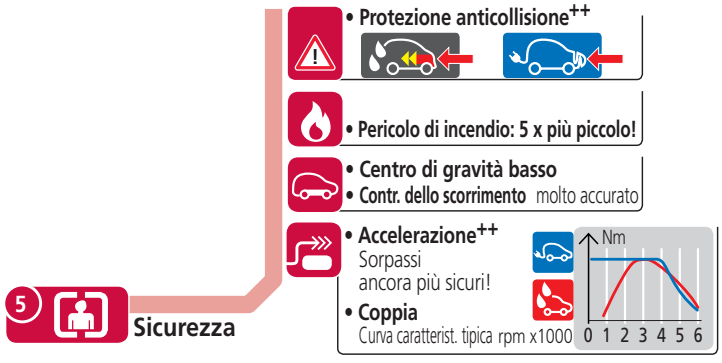


Figura 8.5: Sicurezza

8.5.1. Protezione anticollisione

Nei crash test sui veicoli elettrici Euro NCAP, nessun veicolo elettrico ha finora avuto un esito negativo. A fronte della configurazione di incidente ottimizzata, i veicoli BEV forniscono prestazioni di sicurezza spesso superiori ai veicoli ICEV. Gli incidenti con un'auto elettrica non sono sostanzialmente più pericolosi per i passeggeri di quelli che coinvolgono i veicoli a combustione. Entrambi i tipi di trazione prevedono gli stessi standard di sicurezza minimi, come airbag e struttura rigida dell'abitacolo, e devono superare gli stessi test sulla sicurezza come il crash test Euro NCAP.

Poiché il pericolo maggiore deriva dai danni alla batteria, le case automobilistiche rivolgono un grande impegno tecnologico a proteggere dalle deformazioni i pacchi batterie collocati nella sottoscocca del veicolo. Inoltre, i componenti elettrici devono essere a "sicurezza intrinseca". Questo si traduce in un disinserimento automatico dell'impianto ad alta tensione in caso di forte collisione, che scollega la batteria dagli altri componenti ad alta tensione e dai cavi ad alta tensione. Le informazioni sul sistema di trazione elettrica fanno parte delle informazioni fondamentali per le organizzazioni di salvataggio e devono essere riportati nella scheda di salvataggio (p.es. tramite codice QR), conservato sotto il parasole del lato passeggero.

8.5.2. Pericolo di incendio: 5 volte inferiore

Mentre nei motori a combustione il pericolo di incendio è rappresentato soprattutto dalle perdite di carburante, nei veicoli elettrici si può verificare l'accensione spontanea della batteria agli ioni di litio in caso di incidente. Molto raramente si verifica invece l'accensione spontanea della batteria senza cause esterne, provocata da guasti tecnici durante la marcia, la sosta o la ricarica. Anche la ricarica del veicolo elettrico all'interno di un garage sotterraneo non presenta rischio di incendio, purché la struttura di ricarica sia stata installata da personale qualificato.

La deformazione della batteria può risultare pericolosa in quanto può causare una fuga termica, ovvero la batteria inizia a bruciare. L'incendio della batteria può verificarsi direttamente sul luogo dell'incidente o anche giorni dopo l'evento. Non esistono ancora disposizioni di legge che regolino il trasporto e la conservazione di un veicolo elettrico accidentato.

Suggerimento: non parcheggiare in prossimità di edifici o altri veicoli.

Non è vera l'affermazione secondo cui non sia possibile estinguere una batteria agli ioni di litio incendiata. Un'enorme quantità d'acqua (a getti) consente di raffreddare il focolaio a sufficienza per interrompere la diffusione dell'incendio da cella a cella della batteria. Le batterie sono ben incapsulate e risulta nella pratica alquanto difficile portare acqua abbastanza vicino alle celle per ottenere rapidamente un'azione raffreddante. I veicoli BEV si incendiano meno frequentemente degli altri veicoli.

Fonte: Martin Schatzmann. Quando il veicolo elettrico si incendia. NZZ, 18/04/2018

8.5.3. Baricentro basso, massima precisione della regolazione antislittamento

Le batterie che alimentano elettricità al motore elettrico sono pesanti e vengono inserite sul fondo dei veicolo. Per questo motivo, il baricentro dell'auto è molto basso e vicino alla strada, cosicché la forza centrifuga esercita un effetto minore. Questo determina una buona tenuta di strada dei veicoli BEV, percepibile soprattutto con velocità elevate e in curva.

Il sistema antislittamento (ASR) o il controllo della trazione fa in modo, in quanto sistema di assistenza al conducente, che in accelerazione le ruote non girino a vuoto se la carreggiata è bagnata o ghiacciata. Si basa sul numero di giri delle ruote rilevati dai sensori del sistema antibloccaggio (ABS) che registrano se la ruota di trazione fa presa o slitta. In caso di slittamento, il sistema ASR riduce le prestazioni del motore finché le ruote tornano a trasmettere la forza massima. Il controllo della trazione garantisce la stabilità di guida alla partenza, in cui viene messa in movimento la massa inerte del veicolo, nelle curve e in generale nelle situazioni di guida critiche. Poiché il motore elettrico reagisce più rapidamente rispetto al motore a combustione ai segnali del sistema ASR adeguando le prestazioni, gli pneumatici di un moderno veicolo BEV si usurano molto più lentamente rispetto a un veicolo ICEV.

8.5.4. Accelerazione (sorpassi ancora più sicuri) - Coppia (andamento tipico)

Il grafico lo mostra chiaramente: i veicoli elettrici raggiungono la coppia massima nelle accelerazioni da fermi, poiché richiedono un numero di giri ridotto. Dato che la maggior parte dei veicoli dispone di una sola marcia, è possibile accelerare anche senza interruzione del cambio. I veicoli BEV possono accelerare molto rapidamente e sempre con la stessa potenza, indipendentemente dal numero di giri. Di conseguenza, anche le manovre di sorpasso sono tendenzialmente più sicure. I conducenti di veicoli ICEV di grossa cilindrata che vogliono raggiungere la coppia massima, devono attendere un numero di giri elevato, che genera rumore, consumi e vibrazioni elevati.

9. Elettricità e alimentazione

Fonti: Parere del Consiglio federale, 16/05/2018. Interpellazione 18.3329 Doris Fiala. Campo tensoriale della mobilità elettrica e strategia energetica 2050 | Urs W. Muntwyler. I veicoli elettrici fanno risparmiare gli automobilisti. NZZ, 03/09/2020 | sccer mobility. Verso un sistema di mobilità svizzero ecosostenibile e a efficienza energetica. White Paper, 2017 | UFE. Analisi dei consumi energetici svizzeri 2000-2018 per tipologia d'uso, 2019 | UFE. Strategia programmatica EnergieSchweiz 2021-2030, 16/12/2019 | Helmut Stalder. Perché nuove centrali atomiche in Svizzera non sarebbero una soluzione adatta a risolvere i problemi climatici. NZZ, 23/06/2019 | Jürg Rohrer. Aumento della produzione di elettricità da fotovoltaico in Svizzera. Fabbisogno, potenziale e implementazione, luglio 2020

9.1. Fabbisogno di energia dei veicoli elettrici in Svizzera

Tutti gli scenari futuri prevedono una penetrazione del mercato in crescita per i veicoli elettrici, che si traduce in un maggiore fabbisogno di elettricità (vedere grafico). L'UFE prevede, nelle sue previsioni energetiche, che tra il 2029 e il 2033 in Svizzera un veicolo su dieci sia un veicolo BEV o PHEV. Per il 2050 McKinsey calcola una quota pari a circa il 40 % di autovetture elettriche.

Al momento, la mobilità elettrica nel nostro Paese consuma approssimativamente 140 GWh annui, che corrispondono allo 0,2 % dei consumi energetici totali. Entro il 2025 il fabbisogno energetico aumenterà del fattore 6–7, mentre 10 anni dopo la richiesta di energia elettrica arriverà presumibilmente a 3,5 TWh. A seconda dello scenario, il fabbisogno energetico a lungo termine della mobilità elettrica potrà aggiungere i 6,3 TWh nel 2050.

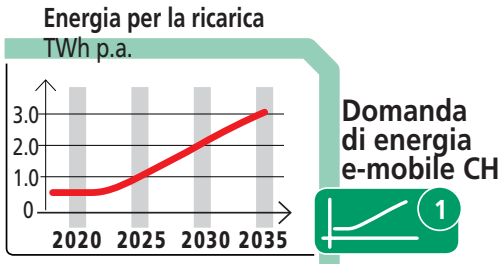


Figura 9.1: Fabbisogno di energia veicoli elettrici CH

Se, come previsto dall'UFE, il 10 % dei veicoli totali passerà alla trazione elettrica, richiederanno l'1–2 % dell'attuale produzione svizzera di energia elettrica. Contemporaneamente, si avrebbe un risparmio di 360 milioni di litri di carburanti fossili e di 830.000 tonnellate di CO_2. Se tutti i 4,7 milioni di veicoli attualmente immatricolati in Svizzera fossero auto elettriche, l'energia elettrica necessaria per utilizzarle sarebbe pari a un quinto del fabbisogno energetico totale. Parallelamente, il fabbisogno energetico totale diminuirebbe fortemente e si risparmierebbero 3 milioni di tonnellate di diesel e benzina, in quanto i veicoli BEV consumano solo un terzo dell'energia consumata dai veicoli ICEV. Il consumo energetico wheel-to-tank per trasportare i carburanti fossili fino alle stazioni di rifornimento svizzere è molto elevato, dato che il nostro petrolio proviene da Kazakistan, Nigeria e Libia. Secondo il fisico Axel Krause, tra 10 anni le minori importazioni di petrolio ammortizzerebbero l'investimento di 20 miliardi di franchi svizzeri che servirebbe per coprire l'intero fabbisogno energetico della mobilità elettrica con gli impianti fotovoltaici sugli edifici. Inoltre, in questo modo una gran parte della somma risparmiata sul petrolio confluirebbe nell'economia interna per l'installazione degli impianti solari.

9.2. Strategia energetica 2050 / MoPEC

Per la politica climatica svizzera a livello nazionale e internazionale sono di importanza fondamentale gli obiettivi di emissioni indicati nel Protocollo di Kyoto del 1997, della legge sulla CO_2 (dal 2000), dell'Accordo di Parigi del 2015 e della Strategia energetica 2050. Il Protocollo di Kyoto del 1997 prevede che entro il 2030 la Svizzera dimezzi le proprie emissioni di gas serra rispetto al 1990. La legge sulla CO_2 interamente revisionata è intesa ad accelerare la transizione anche in Svizzera. Recepita dal Parlamento svizzero nel settembre 2020, sarà votata nel corso del 2021. La legge revisionata prevede misure finalizzate alla riduzione delle emissioni di CO_2, quali la tassazione dei biglietti aerei, della benzina e del gasolio, e un fondo per il clima, che sarà rimborsato ai cittadini svizzeri. Questo dimostra che anche in Svizzera è in atto la dismissione di petrolio, gas e carbone, cioè la fine dell'era fossile. Secondo i risultati delle ricerche più recenti, la CO_2 rappresenta un passo nella direzione giusta perché una politica basata su misure di controllo anziché sulle sovvenzioni è palesemente più economica.

Secondo la nuova legge sulla CO_2, i valori medi di CO_2 da raggiungere per i veicoli nuovi vengono ulteriormente inaspriti, analogamente all'UE. Ora le prescrizioni non si applicano solo ad auto, furgoni e autoarticolati leggeri, ma anche agli autocarri pesanti. Gli importatori devono pagare una tassa di incentivazione sulla CO_2, se la loro flotta di veicoli nuovi supera i limiti indicati. In futuro, produttori e importatori di carburanti fossili devono compensare maggiormente le emissioni di CO_2 e con una quota maggiore sul territorio nazionale. Di conseguenza, il prezzo al litro di benzina e diesel dovrebbe aumentare fino a 12 centesimi a partire dal 2025.

L'obiettivo da raggiungere è una mobilità che rispetti gli accordi sul clima di Kyoto e Parigi, implementata con la strategia energetica 2050 svizzera. Per rispettare il bilancio di CO_2 richiesto per mantenere l'obiettivo di secondo livello (riscaldamento terrestre <+2 °C), secondo i calcoli di SCCER Mobility le emissioni di CO_2del trasporto privato a motore (TPM) devono essere ridotte dell'80 % entro il 2050. A partire dal 2060 il TPM non deve avere più emissioni di CO_2. Secondo Urs W. Muntwyler, professore di fotovoltaica presso la Scuola universitaria professionale bernese (BFH), la strategia energetica 2050 è un primo passo verso la decarbonizzazione dell'industria energetica svizzera. Questa è possibile entro il 2050, ma richiede tra l'altro la sostituzione dei veicoli a carburanti fossili con veicoli elettrici, il contenimento della domanda e l'incremento dell'efficienza della trazione e del veicolo grazie ai progressi tecnologici.

A fronte delle nuove conoscenze scientifiche dell'IPCC, nell'agosto del 2019 il Consiglio federale ha deliberato di inasprire questo obiettivo: a partire dal 2050 la Svizzera non deve più produrre emissioni di gas serra. La crescente elettrificazione, la sostituzione dei combustibili e carburanti fossili nei trasporti e nella produzione di calore generano la decarbonizzazione dei consumi energetici.

MoPEC 2014 (Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni)

L'obiettivo del modello MoPEC è l'armonizzazione delle 26 legislazioni cantonali del settore edilizia. Con il Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MoPEC 2014) si punta a una chiara riduzione della quota di riscaldamento con combustibili fossili, ancora presente al 60 %. È necessario considerare che il riscaldamento degli ambienti è la seconda categoria di

consumo di energia finale dopo la mobilità. Nel 2019 il 29,8 % del consumo energetico svizzero è stato utilizzato per riscaldamento e raffrescamento (con il 40 % per il riscaldamento dell'acqua), il 37,7 % per la mobilità. Tuttavia, il modello MoPEC 2014 diverrà vincolante solo dopo che i Cantoni avranno adeguato le proprie leggi sull'energia. Questo è avvenuto solo in un terzo dei Cantoni, per cui la data prevista del 1° gennaio 2020 non ha potuto essere mantenuta. Il modello MoPEC è tuttora in discussione, soprattutto a fronte dell'obbligo di installazione di impianti solari nei nuovi edifici e della riconversione degli impianti di riscaldamento. Altri moduli sono stati già introdotti nell'80 % dei Cantoni.

Secondo l'Art. 1.27 (Modulo base Parte E, MoPEC 2014), i nuovi edifici devono soddisfare i seguenti requisiti minimi relativi alla produzione di energia elettrica in loco: Negli edifici nuovi l'impianto per la produzione di energia elettrica installato deve raggiungere almeno i 10W/m^2 della superficie di riferimento energetico (SRE), dove tuttavia la richiesta non deve arrivare né superare i 30 kW.

La superficie di riferimento energetico SRE è la somma di tutte le superfici dei piani in superficie e sotterranei compresi nell'involucro edilizio termico che richiedono riscaldamento o climatizzazione.

Il proprietario dell'edificio può sostanzialmente decidere se l'energia elettrica debba essere prodotta con un impianto fotovoltaico, un impianto di cogenerazione (PCCE) o un'altra tecnologia, in quanto non sono prescritte limitazioni tecnologiche.

9.2.1. Fabbisogno 2020 … 2035

Con una quota del 37,7 % dell'intero fabbisogno di energia finale, il settore della mobilità svizzero è l'utilizzatore energetico principale del nostro Paese. Nel settore della mobilità, il 70 % del fabbisogno energetico appartiene al trasporto privato a motore, mentre il 16 % viene utilizzato per il trasporto di merci su strada.

Gli scettici ritengono che in Svizzera potrebbero spegnersi quasi tutte le luci se tutte le auto fossero elettriche. Il fabbisogno di energia dato dalla mobilità elettrica sarebbe troppo elevato, soprattutto se le tre centrali nucleari residue con tutta probabilità non saranno rimpiazzate e quindi si creerà un gap nella produzione di elettricità. Di fatto, i veicoli elettrici caricano la rete elettrica in modo molto inferiore di quanto non si pensi. Gli esperti ripongono grandi speranze sui progressi tecnici della trazione elettrica e in particolare della batteria, che deve fare in modo che il consumo di corrente delle auto elettriche si riduca ulteriormente e il recupero consenta di riutilizzare meglio l'energia. Se tutte le auto fossero elettriche, potremmo rinunciare alla gran parte delle infrastrutture esistenti per i carburanti fossili. Il consumo di energia elettrica della maggior parte delle raffinerie, da noi è ancora operativa solo la Raffinerie Cressier, e delle attuali 3362 stazioni di rifornimento viene a mancare.

L'obiettivo della politica energetica svizzera è quello di aumentare l'efficienza energetica e la quota di energie rinnovabili con un insieme di misure normative, finanziarie e di tipo volontario, in modo da applicare il mandato della costituzione nel settore energetico e del clima, la strategia energetica 2050 e la legge sull'energia LEne RS 730.0. Il grafico lo mostra chiaramente: la sola sostituzione del semplice boiler elettrico con un efficiente boiler a pompa di

calore, che ricava l'energia termica dall'ambiente, basterebbe ampiamente a compensare per intero l'incremento del fabbisogno energetico dovuto alla mobilità elettrica. Il risultante potenziale di risparmio può raggiungere i 3,5 TWh annui, senza considerare il minore fabbisogno energetico fino a 9 TWh annui, grazie a ulteriori misure di efficienza energetica adottate nelle aziende, negli edifici e nel settore pubblico. Anche nel settore della mobilità, l'energia impiegata potrebbe essere utilizzata in modo più efficiente: non solo sostituendo i veicoli ICEV con veicoli BEV ma con una maggiore sostituzione del trasporto privato a motore con il trasporto pubblico, che possiede un rendimento energetico maggiore.

Lo studio di sccer mobility giudica con maggiore scetticismo la domanda crescente di elettricità per la mobilità individuale. Giunge alla conclusione che il fabbisogno energetico supplementare di una flotta di veicoli BEV puri sia notevole e le emissioni totali dipendano fortemente dall'impronta di CO_2 della corrente utilizzata. Gli autori dello studio sottolineano che il settore del traffico negli ultimi trent'anni è stato proporzionalmente l'unico in Svizzera a consumare sempre più energia. Questa tendenza sarebbe rallentata solo negli ultimi anni. Sccer mobility concorda con le previsioni attuali dell'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE), che prevedono in Svizzera ancora una crescita della domanda per chilometraggio del veicolo. L'intervallo di valutazione è tuttavia ampio e oscilla tra lo 0 e il 40% di crescita.

9.2.2. Produzione 2020 … 2035

I veicoli elettrici sono uno strumento verso la decarbonizzazione dell'approvvigionamento di energia, in quanto contribuiscono a ridurre la combustione dei carburanti fossili e le emissioni di CO_2. Tuttavia, anche i veicoli elettrici hanno bisogno di energia per funzionare. Da quale vettore energetico deve provenire l'elettricità necessaria per l'auto, può essere deciso dai proprietari del veicolo tramite l'acquisto del prodotto energetico ovvero del mix elettrico.

L'elettricità necessaria per la mobilità elettrica può essere garantita più a lungo termine in primo luogo tramite i miglioramenti dell'efficienza energetica in altri settori e con l'ampliamento delle energie rinnovabili e le innovazioni tecniche in questo campo. In Svizzera si ripongono grandi speranze nell'ampliamento del fotovoltaico, in grado di coprire ampiamente il gap delle centrali nucleari (vedere grafico) Un impianto fotovoltaico da 20 m^2 circa è in grado di produrre energia solare per un'autonomia fino a 18 000 km annui.

Il numero di ore di irraggiamento solare non è mai certo e la generazione e il consumo di energia solare sono raramente costanti. Grazie al

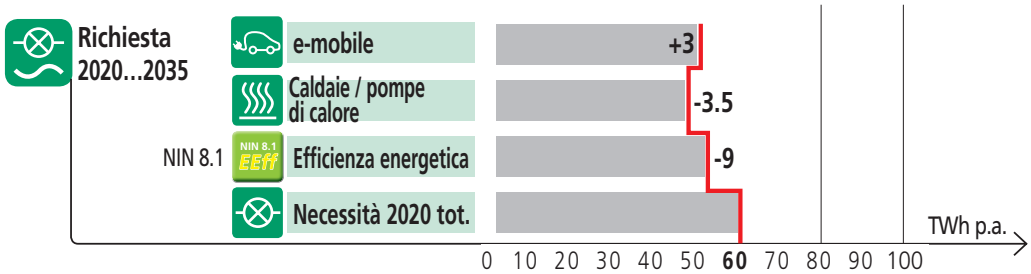


Figura 9.2: Fabbisogno energetico

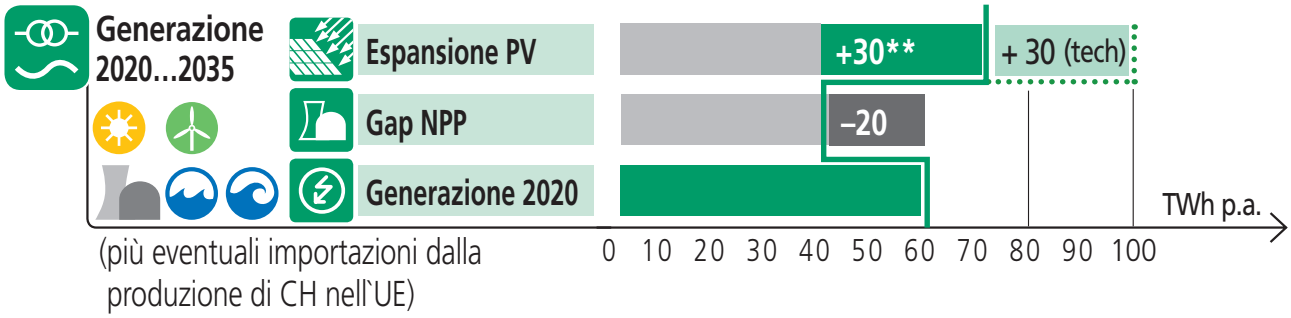


Figura 9.3: Previsione di produzione energetica

principio vehicle-to-grid (V2G), i veicoli elettrici possono rappresentare in parte la soluzione accumulando l'elettricità nelle batterie e restituendola alla rete, contribuendo alla sua regolazione. Possono anche aumentare la produzione locale di energia rinnovabile come vehicle-to-home (V2H). Per questo è molto adatta l'auto elettrica. Una vettura elettrica in media resta ferma per il 90 % della giornata. Se è collegata a una colonnina di ricarica o a una presa, durante il giorno l'energia in eccesso dell'impianto FV può essere convogliata nella batteria e successivamente restituita alla rete. "In futuro, le auto elettriche faranno parte dell'ecosistema delle prestazioni energetiche e della mobilità. Possono essere ricaricate con le celle solari sul tetto e le batterie vengono utilizzate come riserva intelligente per la rete energetica". (Prof. Dr. Stefan Bratzel, Direttore del Center of Automotive Management (CAM) di Bergisch Gladbach, Germania).

Quanti più veicoli elettrici fungono anche da immagazzinatori di energia e lavorano a doppio senso, tanto meglio funziona il collegamento della mobilità con le centrali elettriche, che forniscono anche energia per la mobilità individuale. Possono collegare con profitto questi modelli economici per integrare ancora meglio le energie rinnovabili nella rete. Questo migliora ulteriormente l'integrazione della rete e l'economicità della mobilità elettrica. La bidirezionalità di carica è tuttavia ancora poco diffusa, pertanto il potenziale di crescita da questo punto vista è notevole.

Se la mobilità elettrica aumenta, aumenta anche il carico sulle reti di distribuzione, a fronte del crescente fabbisogno di elettricità e delle maggiori punte di carico. Fondamentalmente si presume che le reti siano in grado di coprire la domanda supplementare a breve e medio termine. Per evitare eventuali carenze della rete dovute picchi di domanda, sono necessari un ampliamento mirato della rete, una gestione intelligente della ricarica e smart grid. La gestione intelligente della mobilità elettrica può ridurre le punte di carico e migliorare la flessibilità del sistema (vedere anche 10.2). Grazie agli incentivi di legge relativi alle soluzioni intelligenti (smart meter, sistemi di regolazione e manovra), a fronte della strategia energetica 2050 è possibile gestire il carico di rete in modo da evitare un più costoso ampliamento della rete tradizionale. Il punto principale è tuttavia che naturalmente il numero di veicoli elettrici in circolazione sulle strade svizzere non aumenterà dall'oggi al domani. La generazione dell'energia elettrica necessaria e la sua distribuzione sulla rete possono essere gradualmente adattate alla domanda.

Gap centrali nucleari
Con la dismissione per invecchiamento delle centrali nucleari svizzere, nei prossimi vent'anni mancheranno ca. 25 TWh, vale a dire il 40 % della capacità produttiva. Soprattutto in inverno, una quota consistente dell'elettricità proviene da fonti nucleari.

All'interno del dibatto svizzero sul clima si leva sempre più marcata la richiesta di revocare il divieto di costruzione di nuove centrali nucleari come strumento di decarbonizzazione dell'approvvigionamento di energia e per ovviare alla mancanza di elettricità in inverno. Per costruire una nuova centrale nucleare in Svizzera, sarebbe necessario revocare il divieto di nuove costruzioni deciso nell'ambito della strategia energetica e accettato dal Popolo nel maggio del 2017. Inoltre, nel 2016 i gestori delle centrali nucleari hanno ritirato la richiesta di nuove centrali e, per motivi economici e di politica reale, sembrano non intenzionati a rivedere questa decisione.

Secondo l'UFE, la fornitura di energia elettrica sarebbe garantita fino al 2035, ma a condizione che vada a buon fine l'inserimento nel marcato europeo dell'elettricità, grazie all'accordo sull'elettricità, che si aumenti l'efficienza energetica e la quota di energie rinnovabili. L'accordo sull'elettricità consentirebbe alla Svizzera l'accesso paritario al mercato interno dell'elettricità, cioè al commercio con elettricità e capacità della linea. Questa liberalizzazione del mercato permetterebbe un migliore coordinamento della produzione e della domanda di energia elettrica. Comunque, prima di poter mettere sul tavolo della discussione l'accordo sull'elettricità, è necessario sottoscrivere l'accordo quadro tra Svizzera e UE.

Ampliamento del FV
Secondo l'UFE, il 75 % delle emissioni di gas serra in Svizzera sono connesse con l'energia e derivano principalmente dalla combustione di vettori di energia fossili. La Svizzera potrà quindi raggiungere gli obiettivi climatici solo con un approvvigionamento di energia non fossile (decarbonizzazione). Il conseguente crescente fabbisogno di elettricità dovrebbe essere soddisfatto aumentando la produzione elettrica interna e non aumentando le importazioni, dato che anche i Paesi vicini puntano a decarbonizzare l'approvvigionamento di energia. Secondo i ricercatori, gli impianti fotovoltaici possiedono di gran lunga il massimo potenziale per aumentare la produzione di elettricità e raggiungere in Svizzera il massimo grado di autosufficienza con la produzione interna di elettricità. La Svizzera ha tuttavia perso l'originaria posizione di testa nel campo dell'energia solare. Vengono nel frattempo utilizzati pannelli solari con una potenza di quasi 2,5 GW, che corrisponde al 4 % del fabbisogno di elettricità svizzero. In Germania, la quota del fotovoltaico risulta doppia, con l'8 %.

L'UFE calcola che il potenziale inutilizzato di energia solare degli edifici svizzeri sia pari a 67 TWh annui (tetti: 50 TWh, facciate: 17 TWh), corrispondente al 110 % del fabbisogno energetico svizzero. Oltre gli edifici, Swissolar calcola un ulteriore potenziale di 15 TWh (tetti di parcheggi, depositi o depuratori, terrapieni, scarpate di autostrade, ecc.). Secondo l'UFE, risultano adatte allo scopo principalmente le aree non di conflitto. Più problematico sarebbe realizzare in Svizzera impianti solari in aree agricole coltivabili, a fronte della densità di insediamento. Secondo questi calcoli, la Svizzera potrebbe produrre fino a 82 TWh di energia solare. Il fotovoltaico può così fornire la maggior parte dell'elettricità, per rendere possibile la svolta

energetica, vale a dire la sostituzione dell'energia atomica. Per raggiungere questo obiettivo, la costruzione di impianti FV deve essere accelerata con fattore 4, che presuppone un rilevante impegno aggiuntivo dei vari attori energetici svizzeri. Si possono presumere ulteriori misure normative da parte della politica, come l'obbligo solare per gli edifici esistenti o la prescrizione ai Cantoni di produrre energie rinnovabili. Una maggiore produzione di energia solare è possibile anche grazie alle innovazione della tecnologia fotovoltaica (maggiore rendimento e maggiore durata delle celle solari, migliore stoccaggio dell'elettricità). La tassazione delle emissioni di CO_2 potrebbe realizzare maggiori mezzi finanziati per la ricerca e lo sviluppo di impianti FV più potenti.

Produzione di elettricità 2020 … 2035 (60 TWh annui)

I simboli utilizzati nel grafico indicano l'attuale mix elettrico svizzero da fonti rinnovabili e non rinnovabili, che sarebbe necessario in caso di completo abbandono dell'energia nucleare e di un ampliamento del fotovoltaico nelle centrali idroelettriche a utilizzo flessibile.

10. Ricarica

Poiché la nostra rete elettrica funziona a corrente alternata (AC) e le batterie dei veicoli elettrici possono essere ricaricate solo con corrente continua (DC), è sempre necessario trasformare la AC in DC. Esistono due possibilità di fornire energia ai veicoli elettrici dalla rete a corrente alternata:

1. Ricarica AC (dispositivo di ricarica a bordo)
Nella ricarica con corrente alternata, l'energia elettrica viene trasferita in un solo passaggio dalla rete elettrica al veicolo, utilizzando due o tre fasi. La trasformazione da AC a DC avviene in un secondo tempo, direttamente nel veicolo. Il dispositivo di ricarica integrato nel veicolo, di norma collegato alla rete a corrente alternata tramite un alimentatore (p.es. una stazione di ricarica AC o una Wallbox), esegue il raddrizzamento. Il trasferimento di energia tra rete a corrente alternata e veicolo elettrico avviene tramite cavo (conduttivo). L'elettronica di ricarica (Battery Management System, BMS) gestisce e monitora la procedura di ricarica in funzione della temperatura, dello stato di carica e della tensione delle batterie.

La ricarica AC è in teoria limitata a 43 kW max. In pratica, il limite per la procedura di ricarica AC è 11 kW, per non rendere troppo pesanti e costosi i trasformatori AC-DC. Il vantaggio delle stazioni di ricarica AC è rappresentato dal costo limitato in rapporto alle stazioni di ricarica DC. Le stazioni di ricarica AC sono adatte in primo luogo alla ricarica domestica e sul posto di lavoro, ma si trovano anche presso POI ad accesso pubblico.

2. Ricarica AC (dispositivo di ricarica non a bordo)
Nelle stazioni DC, la trasformazione della corrente da AC a DC avviene già nella stazione stessa in cui è integrato il dispositivo di ricarica. Le ricariche di corrente DC non richiedono quindi di avere un trasformatore sull'auto, bensì un cavo di ricarica che colleghi il veicolo alla stazione di ricarica. La procedura di ricarica viene gestita da un'interfaccia di comunicazione specifica tra auto e stazione di ricarica. Rispetto alla ricarica con corrente AC, è possibile avere una potenza di ricarica superiore, attualmente fino a 150 kW. Alcune postazioni di ricarica con corrente DC possono raggiungere i 350 kW. Le postazioni di ricarica con corrente DC sono però relativamente costose da acquistare e inoltre comportano maggiori costi iniziali per l'allacciamento alla rete elettrica e maggiori costi di esercizio ad esempio per il raffrescamento della stazione di ricarica. Per rendere remunerativa la gestione di un'infrastruttura di ricarica con corrente DC, dovrà continuare anche in futuro a essere collocata in luoghi pubblici ben frequentati.

Si prevede che in futuro sarà sempre maggiore il numero di veicoli BEV in grado di ricevere sia ricariche con corrente AC che con corrente DC.

Ricarica conduttiva / induttiva / sostituzione della batteria
La ricarica con cavo di rete (conduttiva) è attualmente la regola nella mobilità elettrica.

È possibile anche un processo di ricarica induttiva (senza cavi) analogo al trasferimento di energia negli spazzolini elettrici, nelle piastre a induzione o negli smartphone. La ricarica induttiva sfrutta il principio dell'induzione elettromagnetica per il trasferimento senza contatto di energia elettrica dalla struttura di ricarica al vei-

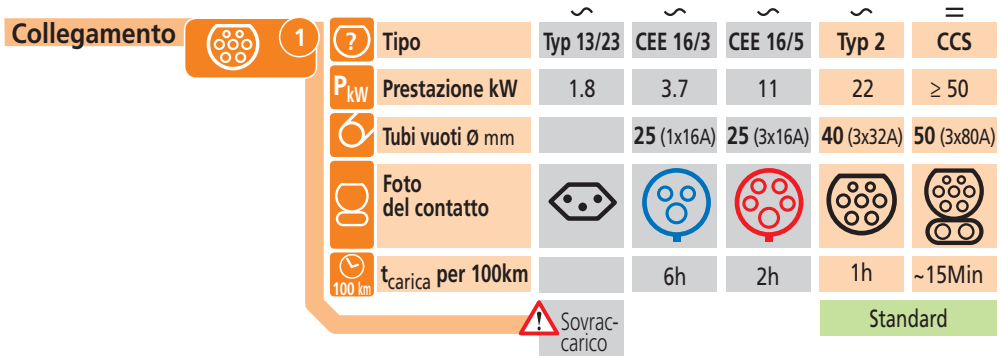


Figura 10.1: Tipi di allacciamento

colo. La ricarica induttiva dei veicoli BEV è tuttavia ancora allo studio e comporta alcuni svantaggi rispetto al collegamento diretto tramite cavi, in quanto le perdite di carica sono maggiori e la potenza caricata più modesta. L'infrastruttura di ricarica si compone di un collegamento alla rete, un dispositivo di carica con ondulatore e una piastra di ricarica fissa con bobina primaria su cui viene creato un campo magnetico alternato. Nel veicolo elettrico si trovano una bobina secondaria (pick-up) e un raddrizzatore. Nella bobina secondaria, il campo alternato induce una tensione elettrica che il raddrizzatore trasforma nella corrente continua necessaria al veicolo per ricaricare la batteria ad alta tensione.

Per completezza, citiamo anche la sostituzione della batteria, con rimozione dal veicolo della batteria scarica e relativa sostituzione con una batteria nuova. Questa possibilità di approvvigionamento di energia dei veicoli a batteria è tuttavia finora solo un fenomeno marginale.

10.1. Allacciamento

In generale, si può affermare che "una presa" per ricaricare i veicoli elettrici si trova pressoché dappertutto. Le quattro comuni modalità di ricarica sono descritte in dettaglio nell'opuscolo "Trovare un allacciamento". Negli USA e in altri Paesi, si usano i concetti Livello 1–3 anziché Modalità 1–4. Lo stato attuale della tecnica per una stazione di ricarica è illustrato nella normativa NIBT Parte 7.22 "Alimentazione elettrica dei veicoli elettrici". L'installazione viene trattata nell'articolo ET 03/2016 di Thomas Hausherr "Integrazione successiva di dispositivi di protezione da corrente di guasto" (RCD) con l'indicazione di suggerimenti e la descrizione degli obblighi per vecchi edifici (pagg. 56-60).

La tabella illustra le relazioni tra tecnologia di ricarica e di connessione, potenza di ricarica potenziale e durata della ricarica. I tempi di ricarica variano moltissimo a seconda della capacità della batteria. In media la durata della ricarica varia da 6 a 8 ore dallo stato "scarico" fino alla ricarica completa. In genere la ricarica completa di un veicolo BEV è tuttavia un'eccezione: nella maggior parte dei casi viene ricaricata solo l'energia effettivamente necessaria per la percorrenza media quotidiana. Per un chilometraggio medio di ca. 40 km. al giorno, dovrebbero quindi essere sufficienti da 3 a 4 ore di ricarica monofase. Nei veicoli elettrici con batteria con capacità elevata o con batteria a ricarica rapida, la durata della ricarica si riduce sensibilmente grazie alla ricarica con corrente AC trifase o con corrente DC di potenza superiore.

I vari tipi di ricarica dei veicoli elettrici (modalità di ricarica) si differenziano per la sorgente di energia, per la potenza di ricarica massima e per la possibilità di comunicazione tra veicolo e stazione di ricarica.

La norma EN 61851-1 (NIBT Cap. 7.22.2.4) distingue tra quattro modalità di ricarica:

Modalità 1 (corrente alternata)

- Collegamento del veicolo elettrico tramite prese di rete monofase o trifase a norma (libere).
- Corrente di carica: ≤ 16 A (presa industriale CEE)/ ≤ 8 A (presa domestica tipo 13)
- Tensione: monofase ≤250V / trifase ≤480V
- Il dispositivo di ricarica per questa modalità si trova sul veicolo (dispositivo di ricarica a bordo).

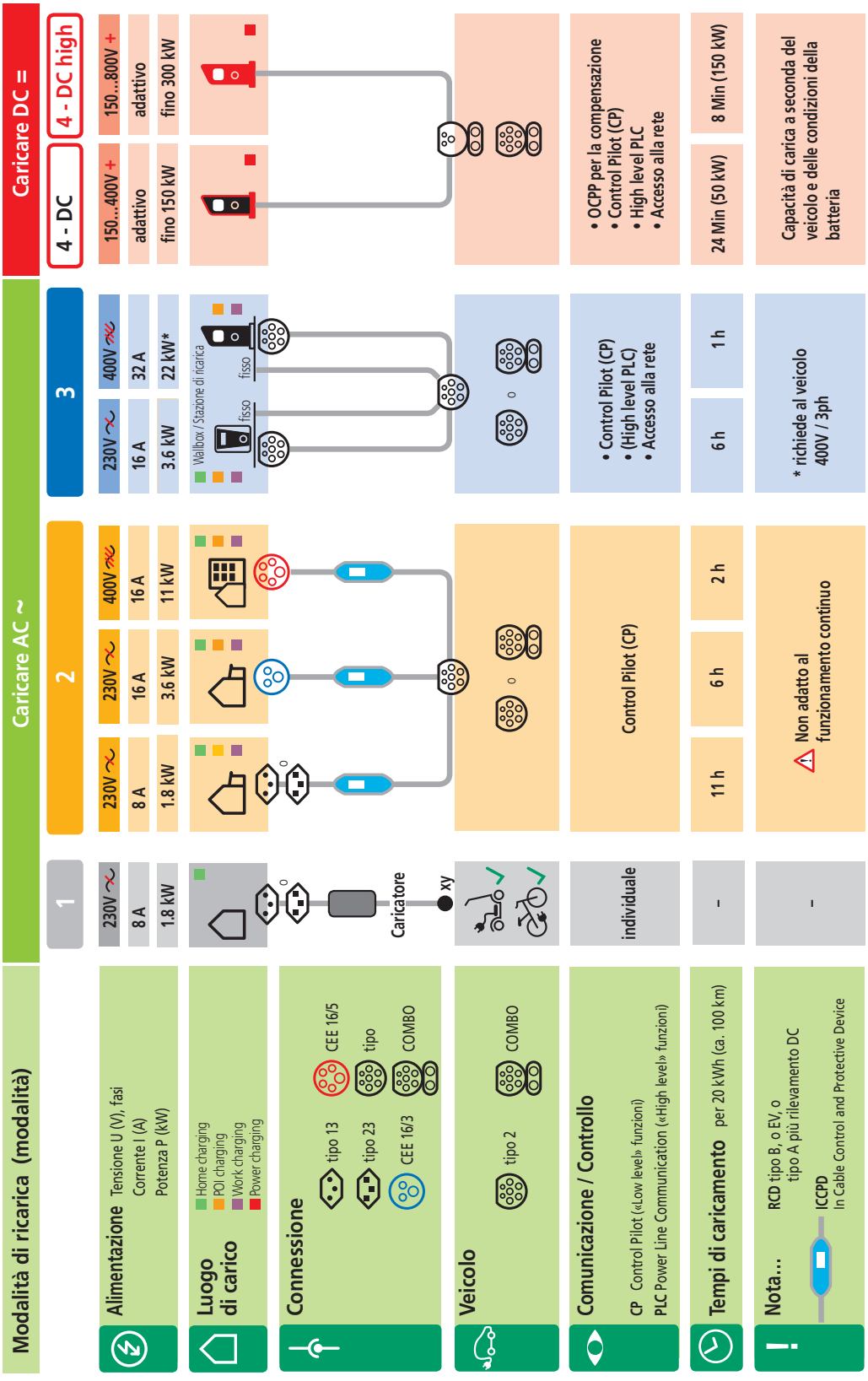


Figura 10.2: Caratteristiche dei tipi di ricarica per veicoli elettrici (modalità)

Modalità 2 (corrente alternata)
– Collegamento del veicolo elettrico tramite prese di rete monofase o trifase a norma (libere). Dispositivo di comando (in-cable control box) con funzione di conduzione (funzione pilota) e dispositivo di protezione da corrente di guasto (RCD) fra il veicolo elettrico e la spina.
– Corrente di carica: ≤32A (presa industriale CEE)/ ≤ 8A (presa domestica tipo 13)
– Attenzione: attenersi alle prescrizioni dei gestori di rete, che prevedono corrente monofase fino a 16A max!
– Tensione: monofase ≤250V / trifase ≤480V
– Il dispositivo di ricarica per questa modalità si trova sul veicolo (dispositivo di ricarica a bordo).

Modalità 3 (corrente alternata)
– Collegamento del veicolo elettrico tramite un apposito dispositivo di carica con cui viene eseguita anche una funzione di gestione e controllo (funzione pilota) fino al dispositivo di carica. Il dispositivo di carica deve essere collegato alla rete a corrente alternata in modo fisso.
– Il dispositivo di ricarica per questa modalità si trova sul veicolo (dispositivo di ricarica a bordo).

Modalità 4 (corrente continua)
– Collegamento del veicolo elettrico tramite un dispositivo di ricarica esterno con cui viene eseguita anche una funzione di gestione e controllo (funzione pilota) fino al dispositivo di carica. Il dispositivo di carica deve essere collegato alla rete a corrente alternata in modo fisso.
– Il dispositivo di ricarica per questa modalità si trova sulla colonnina di ricarica (dispositivo di ricarica fuori bordo).

Il termine "comunicazione" nella mobilità elettrica indica due processi distinti:
1. La comunicazione nella modalità 2, 3 o 4 riguarda informazioni relative al trasferimento di energia e relative alla sicurezza, come l'intensità di corrente o il monitoraggio del conduttore di terra tra veicolo e presa.
2. La high-level-communication sovrapposta al mode-signal può contenere ad esempio informazioni sull'utente, identificazione, dati di calcolo e molto altro.

Le prese domestiche non possono essere soggette a un carico meccanico e termico sufficiente. Per contro, le prese industriali, le cosiddette prese CEE, offrono una capacità di carico superiore. Sono indicate per l'esercizio continuo su più ore e vengono raccomandate soprattutto per ricaricare auto e moto elettriche.

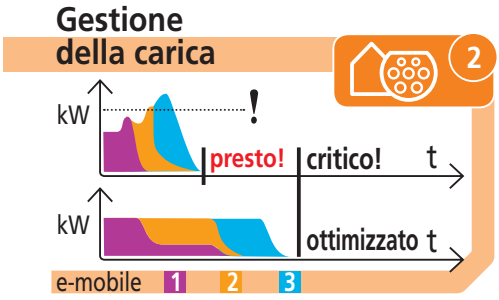
I veicoli a batteria vengono di norma ricaricati con la modalità di ricarica (mode) 3 o 4. Le modalità di ricarica 3 e 4 sono basate su un'infrastruttura appositamente realizzata per i veicoli elettrici e offrono un alto grado di sicurezza elettrica e di protezione dell'installazione dal sovraccarico (protezione antincendio). Tutte le modalità di ricarica prevedono il blocco del connettore. Questo fornisce un'ulteriore protezione dal contatto e dall'intervento di terzi. Per la ricarica rapida in corrente continua, si utilizzano prevalentemente i sistemi CHAdeMo (veicoli asiatici) e Combo CCS (veicoli europei). Il sistema CHAdeMo deriva dall'inglese "Charge de Move" (movimento tramite ricarica) e dal giapponese "una tazza di tè", a indicare che la ricarica non dura più del tempo necessario per bere un tè. I veicoli di nuovo acquisto con CHAdeMo standard sono diminuiti sempre più negli ultimi due anni. I nuovi sviluppi come la ricarica senza cavi (induttiva) vengono già utilizzati nelle piccole produzioni di serie.

Fonti: Electrosuisse, e-mobile e AES(Ed.). Trovare un allaccio Mobilità elettrica e infrastrutture, 2015 | Thomas Hausherr. Integrazione successiva di dispositivi di protezione da corrente di guasto (RCD) – Suggerimenti e obblighi per vecchi edifici". ET 04/2016

10.2. Gestione della ricarica

In linea generale, i veicoli elettrici possono essere ricaricati a qualsiasi ora del giorno. Tuttavia, può risultare più economico rimandare la ricarica principale alle ore notturne con adeguate misure di gestione sotto forma di gestione della ricarica. Di notte l'offerta di corrente è elevata, in quanto la maggior parte degli utilizzatori è disattivata. Una ricarica lenta durante la notte carica meno la rete, aiuta a evitare punte di carico e preserva le finanze grazie alla tariffa risparmio.

Figura 10.3: Gestione della ricarica



Il maggiore fabbisogno di energia della mobilità elettrica può essere soddisfatto con l'ampliamento delle energie rinnovabili e una buona messa in rete europea (vedere 9 Approvvigionamento di energia). Quasi più importante del fabbisogno energetico è il fabbisogno di potenza, in quanto durante la ricarica vengono per breve tempo prelevati livelli di potenza molto elevati, che caricano la rete elettrica, ovvero la rete di distribuzione, nei livelli di rete inferiori. La disponibilità capillare di infrastrutture di ricarica si ripercuote quindi sui carichi della rete elettrica. Se vengono collegati contemporaneamente a una stazione di rete locale molti veicoli BEV, una ricarica non gestita può causare sovraccarichi locali della rete a bassa tensione. Per evitare il problema, i GSE potrebbero in futuro bloccare le ricariche negli orari di picco.

Pochi allacciamenti per veicoli BEV possono già causare un sovraccarico dell'allacciamento domestico esistente. In alternativa o a integrazione di un potenziamento dell'allacciamento di rete, può essere di aiuto la gestione del carico, che definisce i vari parametri del processo di ricarica, come la potenza massima o la prioritizzazione dei processi di ricarica. A seconda del numero di veicoli elettrici e del fabbisogno di potenza, può risultare opportuno che non tutti i veicoli siano ricaricati contemporaneamente e determinino un picco di carico elevato (vedere grafico). Nella programmazione è necessario quindi considerare i limiti di potenza dell'allacciamento domestico e la gestione del carico da parte del GSE, smart grid, per evitare le punte di carico. Se sono collegati due o più punti di ricarica a una stessa postazione, come ad esempio nei condomini e nei parcheggi privati o pubblici, le "Condizioni tecniche di allacciamento (CTA)" dell'Associazione delle aziende elettriche svizzere (AES) consigliano di installare un sistema di gestione intelligente del carico per le stazioni di ricarica. Questo genere di sistema smart-charging o load-management viene implementato per evitare i picchi di consumo nella rete di distribuzione.

Nelle stazioni di ricarica domestiche e sul posto di lavoro dominerà ancora a medio e lungo termine la ricarica breve e parziale con piccole quantità di energia. Il potenziale del sistema smart-charging, il differimento temporale del processo di ricarica, è proporzionalmente elevato. Un dispositivo di ricarica domestica (HDC)

offre maggiore comodità ai conducenti di veicoli elettrici ed è inoltre adeguato ai limiti di potenza dell'infrastruttura di rete esistente. L'integrazione di un contatore elettrico opzionale fornisce informazioni sui consumi di energia. Ulteriori dispositivi di comando, come temporizzatori, dispositivi di controllo tariffario, abbinati al pulsante override per l'attivazione giornaliera, consentono la ricarica temporizzata della batteria dando priorità alle tariffe orarie ridotte (offpeak). Si possono allacciare più HCD a una linea di alimentazione condivisa.

Aspetti fondamentali di un sistema di gestione della ricarica:
La **potenza disponibile per la ricarica** risulta dalla differenza tra la potenza massima ricavabile dalla rete e la potenza degli altri carichi collegati alla rete comune. In mancanza di un sistema di gestione della ricarica, i veicoli consumano la potenza massima consentita dalle stazioni di ricarica, indipendentemente dalla riserva di potenza disponibile.

Sulla base della potenza disponibile, i **metodi di gestione della ricarica** si basano sul controllo della potenza (on/off o regolazione del livello di potenza) e/o sulla programmazione del carico. È possibile anche una regolazione ciclica, se la potenza disponibile non basta a ricaricare contemporaneamente più auto. La prima auto viene ricaricata per determinato periodo di tempo con una data potenza. Quando il tempo è trascorso, inizia la ricarica della seconda auto. Dopo la ricarica dell'ultimo veicolo, si ricomincia dal primo, finché tutti i veicoli hanno completato la ricarica.

Gestione della ricarica statica o dinamica con più stazioni di ricarica
Nella gestione della ricarica statica, viene definita una quantità standard di elettricità per la ricarica dei veicoli elettrici, da suddividere successivamente tra tutte le auto da ricaricare. La potenza disponibile dipende dagli altri utilizzatori (resto dei condomini) o dall'energia rinnovabile prodotta.

Si parla di gestione di ricarica dinamica intelligente quando la potenza disponibile viene costantemente adeguata al consumo degli altri utilizzatori e/o alla quantità di energia rinnovabile prodotta localmente, rilevando in tempo reale il consumo di energia elettrica dell'intero immobile. La priorità assoluta degli utilizzatori appartiene sempre all'edificio, quindi agli appartamenti, lavatrici, luce, ascensore, ecc. La "corrente residua" può essere suddivisa tra i veicoli elettrici. La gestione della ricarica dinamica è in realtà più costosa di quella statica, ma è più flessibile, in quanto utilizza meglio la potenza disponibile ed è in grado di rispondere a situazioni di carico o ammanco di energia impreviste.

Utilizzo della gestione del carico
Negli immobili di grandi dimensioni, la gestione del carico aiuta a evitare o almeno a ridurre i picchi di carico e il sovraccarico dell'impianto elettrico. Questo genera una riduzione dei costi, in quanto evita una progettazione costosa dell'allacciamento di rete e dell'impianto elettrico per picchi di potenza raramente utilizzati.

La gestione del carico consente di utilizzare meglio le energie rinnovabili. In ogni caso, vale la pena unirsi a un sistema di gestione dell'energia domestica per l'utilizzo diretto dell'energia solare dal proprio impianto fotovoltaico. Grazie agli accumulatori a batteria degli impianti FV, è possibile accumulare l'energia solare in cantina finché viene richiesta per la ricarica della batteria. La mobilità elettrica contribuisce quindi all'ottimizzazione dell'autoconsumo, aumen-

tando la quota di energia solare utilizzata direttamente (vedere anche 9.2.2).

Fonte: Il filo conduttore tecnico. Infrastruttura di ricarica per la mobilità elettrica. Versione 3 gennaio 2020 | Protoscar, Ifec. Manuale sull'installazione dei sistemi di ricarica per veicoli elettrici, 2019

10.3. Ricarica

Perdite di carica

Per il consumo di energia elettrica non è determinante solo il grado di efficienza del motore elettrico. Incidono sul "rifornimento" anche le perdite di carica, vale a dire che viene consumata più energia di quanta in realtà arriva alla batteria. L'energia si perde nell'impianto elettrico a monte e nella stazione di ricarica, nel dispositivo di ricarica a bordo e nella batteria di trazione. A causa delle perdite di carica, l'indicatore della colonnina di ricarica indica più kilowattora di quanti vengono calcolati sul computer di bordo in relazione ad autonomia e consumo di energia elettrica medio.

Le perdite si generano innanzitutto durante la ricarica, sia nel percorso dal punto di collegamento della Wallbox alla spina sull'alloggiamento della batteria, che all'interno della batteria. L'impossibilità di trasportare l'energia elettrica senza perdite è dovuta alla resistenza elettrica specifica dei materiali nei cavi e nelle linee, come i fili in rame. Nella batteria stessa si generano perdite di carica durante la trasformazione della corrente alternata in corrente continua nel raddrizzatore, che comunque funziona con un rendimento superiore al 98 %. Si aggiunge inoltre la resistenza interna della batteria agli ioni di litio, che causa perdite di energia e che aumenta con l'invecchiamento della batteria.

Dal 10 al 20 % dell'energia in uscita viene dissipata sotto forma di calore nel sistema di raffreddamento del veicolo o nell'ambiente; in altri termini, viene messo a disposizione del motore elettrico come energia utile dall'80 % al 90 % dell'energia in uscita. La ricarica rapida con corrente continua e una potenza di ricarica elevata non generano perdite di molto superiori. Si genera tuttavia una maggiore quantità di calore a causa della quale i cavi di ricarica devono essere in parte raffreddati a liquido. La ragione è riconducibile al fatto che nei conduttori scorre molta più energia in un tempo molto più breve.

Le perdite di carica nei veicoli elettrici non possono essere eliminate totalmente. L'entità delle perdite dipende da vari fattori, come la lunghezza e la sezione dei cavi, la temperatura e il livello di riempimento della batteria. Secondo la direttiva ECE, il consumo specifico dei veicoli elettrici considera le perdite di carica perché viene misurata l'energia elettrica prima del dispositivo di ricarica.
Fonte: Johannes Winterhagen, Un po' di perdita c'è sempre, FAZ, 26/03/2020

Figura 10.4: Ricarica

10.3.1. Parcheggi di ricarica

I parcheggi con infrastruttura di ricarica per veicoli elettrici vengono utilizzati se facilmente accessibili , disponibili e chiaramente segnalati. Una buona riconoscibilità e la destinazione riservata ai veicoli elettrici garantiscono un utilizzo adeguatamente elevato dei parcheggi di ricarica. In mancanza di un'adeguata segnaletica, sussiste il rischio che i parcheggi di ricarica vengano utilizzati come posti auto normali. Inoltre, non sarebbe possibile sanzionare i parcheggiatori non autorizzati.

La segnaletica consigliata prevede cartelli verticali e scritte orizzontali.

Segnaletica verticale

- **In loco**: Cartello di parcheggio/cartello di divieto con il logo di un veicolo elettrico nero sulla tabella integrativa che informa sul tempo massimo massimo di parcheggio, precisando che possono parcheggiare nel relativo posto auto solo i veicoli elettrici durante la ricarica.
- **Cartelli indicatori** delle stazioni di ricarica pubbliche lungo le strade nazionali contenenti i simboli internazionali: due postazioni di ricarica e scritta EV.

Segnaletica orizzontale

Si consiglia di colorare le piazzole di parcheggio in modo da ottenere una forte riconoscibilità ed evitare il posteggio illegale di veicoli tradizionali.
Verde RAL 6018: ricarica ≤ 50 kW
Blu RAL 5015: ricarica > 50 kW

Fonte: Protoscar, Ifec. Manuale sull'installazione dei sistemi di ricarica per veicoli elettrici, 2019 | UFE Tendenze di mercato 2020

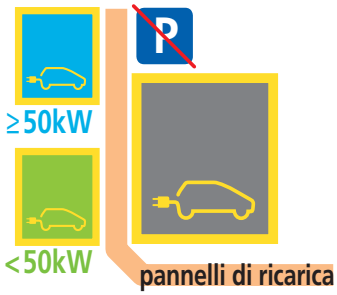


Figura 10.5: Parcheggi di ricarica

10.3.2. Stazioni di ricarica CH (vedere anche 4.3.3)

I veicoli elettrici vengono spesso ricaricati presso le stazioni di ricarica (Electric Vehicle Supply Equiment EVSE). Si tratta di apparecchiatura che contengono che contengono tutti i componenti tutti i componenti AC o DC e sono dotate di speciali prese o connettori a innesto. Le stazioni di ricarica possono essere di accesso libero (pubbliche) o essere soggette a determinate regole (private)

Nelle stazioni di ricarica attualmente disponibili si distinguono tre categorie principali:

1. Wallbox
Stazione di ricarica montata a parete, di norma provvista di un solo tipo di connettore a spina, che viene utilizzata prevalentemente nell'ambito privato.

2. Colonnina
Stazione di ricarica di pubblico accesso montata a pavimento prevalentemente provvista di più connettori a spina, per consentire la ricarica di più veicoli elettrici.

3. Candelabro
Stazione di ricarica privata o pubblica installata su un palo della luce, generalmente provvista di un tipo di connettore a spina.

Oltre alla capacità della batteria dei veicoli elettrici,avere a disposizione una fitta rete di stazioni di ricarica è il modo migliore per combattere l'ansia da autonomia e pertanto uno dei fattori chiave per il successo dei veicoli elettrici. La Svizzera dispone ormai di infrastrutture di ricarica molto capillari, rispetto alla situazione internazionale. Nonostante ciò, molti consumatori percepiscono la diffusione dei punti di ricarica come frammentaria e ne e ne sottostimano il numero disponibile in Svizzera in Svizzera. Questo porta spesso a rinunciare all'acquisto di un veicolo elettrico. Sicuramente esiste ulteriore potenziale di miglioramento delle stazioni di ricarica, ma nei prossimi anni potrebbe verificarsi un forte e rapido ampliamento in questo settore.

Con circa 3.300 stazioni pubbliche (aggiornamento febbraio 2021) provviste di 9.000 punti di ricarica (aggiornamento febbraio 2021), la Svizzera possiede una delle reti di ricarica per veicoli elettrici più capillari d'Europa. Il merito è da attribuire prevalentemente all'impegno di attori privati che hanno realizzato stazioni di ricarica ad accesso pubblico presso centri commerciali, ristoranti, aziende, ecc. Nel nostro Paese è presente un punto di ricarica ogni nove veicoli elettrici, contro la media europea di un punto di ricarica ogni sette veicoli elettrici Ma la densità della rete di ricarica svizzera risulta molto superiore se si considerano le dimensioni della Svizzera rispetto all'UE.

Sul sito www.ich-tanke-strom.ch (UFE, swisstopo) sono disponibili una panoramica delle stazioni di ricarica pubbliche per veicoli elettrici e informazioni sulla potenza di ricarica e sui tipi di connettori disponibili. Qui è possibile visualizzare in tempo reale se una stazione di ricarica è libera. Sui siti e-mobile.ch e lemnet.org può essere richiamata una panoramica completa delle stazioni di ricarica svizzere e di tutta Europa.

Tipi di ricarica
In linea di massima si distingue tra quattro tipi di ricarica in base alla collocazione della struttura:

Verde = ricarica privata
Il punto di ricarica è installato su un'area privata ed è disponibile solo per il proprietario della stessa o per terzi a cui il proprietario ha autorizzato l'accesso.

Blu = ricarica pubblica

Ricarica domestica o sul posto di lavoro
Normalmente i veicoli elettrici vengono ricaricati a casa o al lavoro. Risulta comodo, perché la ricarica notturna o nell'orario di lavoro consente di evitare perdite di tempo. Anche i requisiti di potenza di ricarica sono inferiori poiché il veicolo è collegato alla rete elettrica per un pe-

Tipo di stazione di ricarica	Località	AC / DC	Potenza	Durata di ricarica media	Quota di fabbisogno di ricarica complessivo
Ricarica domestica	Luogo di residenza o nelle immediate vicinanze	AC	3,7–11 kW	1–4 ore	60 %
Ricarica sul luogo di lavoro	Luogo di lavoro	AC	11–22 kW	1–4 ore	20 %
Ricarica POI (punto di interesse)	Stazioni di ricarica pubbliche (shopping, sport, albergo, cultura)	AC / DC	22–50 kW	1–2 ore	12 %
Potenza / ricarica rapida	Stazioni di servizio in autostrada	AC / DC	43–150 kW (DC) 43 kW (AC)	Max 20 min.	8 %

Tabella 10.1: Modalità di ricarica

riodo di tempo più lungo. Le stazioni pubbliche a ricarica lenta o mediamente rapida sono spesso presenti presso i parcheggi per i clienti ad esempio di centri commerciali, ristoranti e aziende.

Le auto elettriche vengono ricaricate nei luoghi in cui restano parcheggiate a lungo. Al momento l'80 % delle ricariche viene effettuato presso stazioni private (Home Charging e Work Charging). Grazie alla maggiore autonomia e alla potenza di ricarica superiore ovvero la crescente potenza assorbita, i veicoli BEV del futuro richiederanno ricariche meno frequenti. Di conseguenza saranno più attraenti anche per gli automobilisti che non dispongono di un posto auto fisso. Si presuppone quindi che le ricariche pubbliche acquisiranno maggiore importanza a medio e lungo termine.

POI charging
L'utilizzo di stazioni di ricarica pubbliche può essere indicato nei luoghi frequentati dal pubblico. L'accesso a questi sistemi avviene ad esempio con chiave, tessera o app. Per le stazioni di ricarica pubbliche in grandi aree residenziali, presso centri commerciali, piazzali, ecc. devono essere utilizzati condotti per cavi con Ø minimo di 80 mm.

Mentre nelle stazioni di ricarica private vengono ricaricate piccole quantità di corrente per 1–4 ore, nelle stazioni di ricarica pubbliche (POI charging) la quantità aumenta e il tempo di ricarica si riduce di conseguenza (1–2 ore).

Ricarica rapida
Contrariamente agli altri tre tipi di stazioni di ricarica, nelle stazioni di ricarica rapida ad accesso pubblico (fast charging) la ricarica, proprio come il rifornimento di un veicolo a benzina presso la stazione di servizio, è prioritaria rispetto al parcheggio. La quantità di elettricità caricata in media risulta dal compromesso tra un tempo di ricarica medio di 15–20 min. e la potenza assorbita singolarmente dal tipo di veicolo elettrico.

Secondo la direttiva UE 2014/94/UE "Realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi", i processi di ricarica vengono definiti ricariche normali fino a una potenza di 22 kW, mentre le ricariche > 22 kW vengono classificate come ricariche rapide (power o fast charging).

Fonti: Veicoli a celle a combustibile e a batteria. Cosa comportano per la mobilità elettrica. VDI/VDE, 2019 | Scenari della mobilità elettrica in Svizzera – Aggiornamento 2020. Articolo di fondo EBP, 02/03/2020| Il filo conduttore tecnico. Infrastruttura di ricarica per la mobilità elettrica. Versione 3 gennaio 2020 | Protoscar, Ifec. Manuale sull'installazione dei sistemi di ricarica per veicoli elettrici, 2019

11. Batteria

La mobilità ha fatto breccia grazie alla tecnologia delle batterie al litio, disponibile per i veicoli elettrici da circa dieci anni. La batteria è il componente principale dei veicoli BEV per quanto concerne l'accumulo di energia, la quota dei costi totali del veicolo, il peso del veicolo e la produzione. Le batterie agli ioni di litio possiedono numerosi vantaggi rispetto agli altri tipi di batterie. Possono essere scaricate maggiormente e hanno una densità energetica superiore alle batterie al piombo. Il settore dei veicoli elettrici è diventato anche il principale acquirente di batterie agli ioni di litio.

Fonte: Veicoli a celle a combustibile e a batteria. Cosa comportano per la mobilità elettrica. VDI/VDE, 2019 | Istituto di ricerca ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Batterie per auto elettriche: verifica dei fatti e necessità di intervento, gennaio 2020

11.1. Produzione

Le batterie per i veicoli elettrici hanno ancora un notevole potenziale di miglioramento in relazione all'impatto ambientale e sul clima. Il processo produttivo mira soprattutto a un uso più efficiente dell'energia da fonti rinnovabili, una maggiore durata delle batterie e a un aumento della quota di materie prime meno correlate a rischi ecologici e sociali nei Paesi di origine.

11.1.1.Mix di materiali

Le batterie agli ioni di litio sono il cuore pesante di un'auto elettrica (fino a diversi quintali), che contiene componenti preziosi ma in parte critici dal punto di vista dell'approvvigionamento. Le materie prime importanti per le batterie dei veicoli elettrici sono cobalto, litio, nichel, manganese e grafite. I ricercatori sono concordi nel dire che le materie prime delle batterie sono disponibili in quantità sufficiente a livello globale. L'estrazione delle materie prime necessarie per la produzione delle batterie influisce però in modo rilevante sul bilancio ecologico totale della mobilità elettrica.

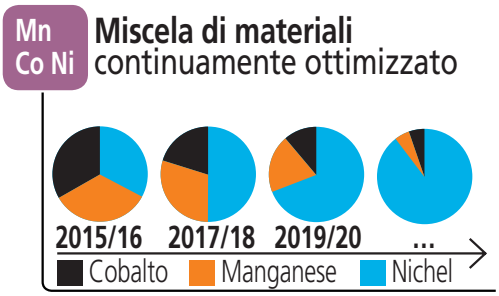


Figura 11.1: Mix di materiali

Le materie prime critiche in relazione all'impatto ambientale e/o sui Paesi di provenienza sono il litio, il nichel e il cobalto. Il 60 % del cobalto estratto nel mondo proviene ad esempio dalla Repubblica Democratica del Congo, scossa da una profonda crisi, senza norme per la sicurezza del lavoro e dove è diffuso il lavoro minorile. Altri rinomati giacimenti di cobalto si trovano in Australia e a Cuba. Il cobalto è prevalentemente un sottoprodotto dell'estrazione di nichel e rame. Per ridimensionare il fabbisogno di cobalto, sono state sviluppate batterie ad alta energia contemporaneamente ad alto tenore di nichel e a basso tenore di cobalto (vedere grafico). Il comportamento chimico del nichel è simile a quello del cobalto e del ferro. Il nichel appartiene agli elementi presenti sulla terra con relativa frequenza: i giacimenti principali si trovano a Cuba, Nuova Caledonia, Canada, Indonesia, Sudafrica, Norvegia, ecc. Sono invece ancora in fase di sviluppo le batterie ad alta energia con materiali ad alto tenore di litio e con elevata percentuale di manganese.

A fronte della domanda crescente di veicoli BEV, è necessario aumentare le capacità di

estrazione di queste materie prime problematiche. Da un punto di vista ecologico, l'estrazione dovrebbe avvenire prevalentemente tramite riciclo. Nichel e cobalto possono essere recuperati oltre il 90 % dalle batterie recuperate. Il riciclo fornirebbe quindi un importante contributo all'approvvigionamento sicuro delle materie prime.

Fonte: Istituto di ricerca ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Batterie per auto elettriche: verifica dei fatti e necessità di intervento, gennaio 2020

11.1.2. Riserve di litio

Nel suo recente studio effettuato nel 2020, l'Istituto Frauenhofer prevede che la percentuale di peso del litio nelle batterie ad alta energia non si ridurrà in modo sensibile nel prossimo futuro (ca. 72 g. di litio / kg di cella)

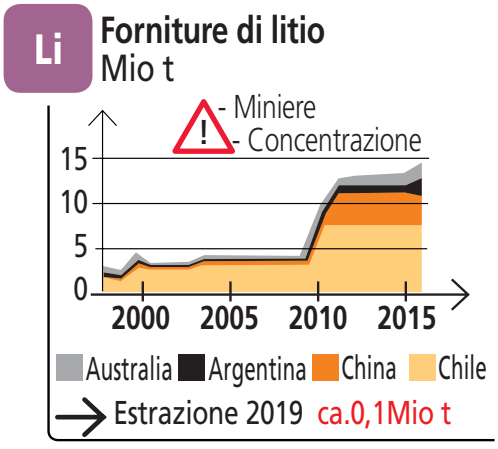


Figura 11.2: Riserve di litio

La maggior parte del litio mondiale si trova in Sudamerica, Australia, Cina e negli USA. Il litio proviene dai salar (i deserti salati), mentre in Australia proviene dalle miniere. Il 25 % delle scorte mondiali di litio si trova nel deserto cileno di Atacama. Nei salar, l'acqua salmastra ricca di litio (salamoia) viene portata in superficie dai laghi sotterranei e fatta evaporare in grandi bacini. La soluzione salina risultante viene lavorata con numerosi passaggi finché il litio è adatto all'uso nelle batterie. Viene sempre opposta la critica che la produzione di litio nei salar richiede ingenti quantità d'acqua: circa 70.000 L/t.

Sebbene i ricercatori non sappiano esattamente quanto litio sia effettivamente disponibile, non ritengono che le scorte attuali non siano sufficienti. È più verosimile che piuttosto l'estrazione di litio non riesca a tenere il passo con la domanda crescente nel settore della mobilità. Il riciclo industriale di litio acquisterà importanza, dato che entro il 2050 si prevede una copertura dal 10 al 30 % del fabbisogno annuo grazie al recupero delle batterie usate.

Fonti: Kyle Pennell. Il litio è sufficiente a coprire il fabbisogno delle batterie? Energy Brainpool, 26/03/2018 | Istituto di ricerca ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Batterie per auto elettriche: verifica dei fatti e necessità di intervento, gennaio 2020

11.1.3. Valori di produzione

Rispetto ai veicoli tradizionali, la produzione dei veicoli elettrici richiede un utilizzo molto maggiore di energia. La produzione delle batterie comporta, a seconda della fonte energetica, dell'efficienza energetica e delle dimensioni, emissioni di gas serra superiori dal 70 % al 130 % rispetto alla produzione di veicoli a benzina o diesel.

I ricercatori sono concordi nell'affermare che il consumo di energia (energia primaria) durante la produzione di batterie incide sul bilancio climatico più dei componenti delle materie prime.

Negli ultimi anni la produzione delle batterie agli ioni di litio è diventata più ecosostenibile e con maggiore efficienza energetica. Il bilancio energetico di un veicolo elettrico dipende in larga parte dalla composizione del mix elettrico necessario per produrre la batteria. L'impiego di energie rinnovabili nella produzione di batterie e l'aumento dell'efficienza energetica miglioreranno ulteriormente il bilancio delle emissioni di gas serra della mobilità elettrica.

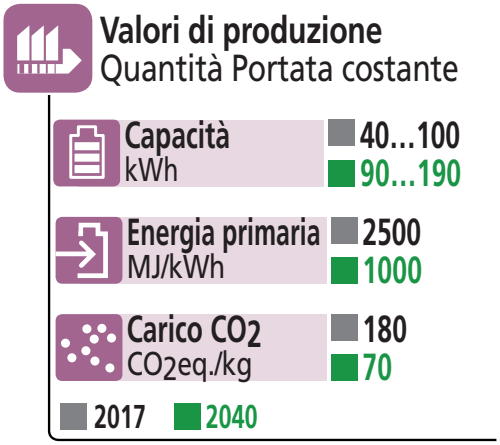


Figura 11.3: Valori di produzione

Fonte: Istituto di ricerca ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Batterie per auto elettriche: verifica dei fatti e necessità di intervento, gennaio 2020

11.1.4. Densità energetica e costi delle batterie

Mentre i costi al kWh delle batterie si riducono, la densità energetica media al kg dei veicoli elettrici aumenta ulteriormente (vedere grafico). Questo determina un peso inferiore della batteria e quindi del veicolo, costi di acquisizione inferiori del veicolo elettrico, maggiore autonomia e maggiore adeguatezza all'uso quotidiano della mobilità elettrica.

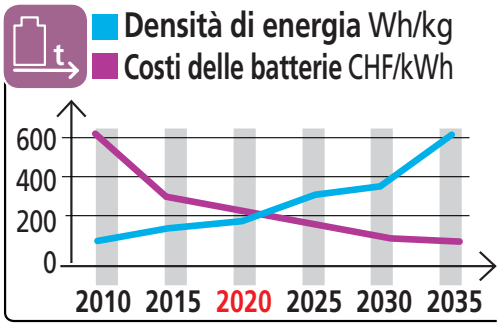


Figura 11.4: Densità energetica e costi delle batterie

La densità energetica gravimetrica e volumetrica indica la quantità di energia accumulabile in rapporto al peso e al volume di rifornimento. Negli ultimi dieci anni, la densità energetica media delle celle delle batterie per le auto elettriche è quasi raddoppiata, con gli attuali 200Wh/kg ovvero 400Wh/L. Una densità energetica ancora maggiore pari a 350Wh/kg è auspicabile in futuro grazie a nuove composizioni dei materiali.

I maggiori costi di acquisizione dei veicoli BEV rispetto ai veicoli ICEV sono da attribuire ai costi relativamente elevati della batteria di trazione, che fino a pochi anni fa rappresentavano ancora il 30–50 % dei costi totali del veicolo. Le misure per la riduzione dei costi si applicano quindi alla produzione delle batterie.

Negli anni scorsi, i prezzi in diminuzione delle batterie hanno notevolmente ridotto i costi di acquisizione dei veicoli elettrici. Questa tendenza dovrebbe proseguire, tanto che i costi di produzione delle batterie dovrebbero presto scendere sotto i 100 CHF al kWh.

Secondo le ricerche di BloombergNEF, il prezzo di 1 kWh di una batteria agli ioni di litio nel 2020

è pari a USD 102, o a USD 137 se si considera l'intero pacco batterie. Ci si attende che parallelamente si allineino anche i prezzi di acquisizione dei veicoli con trazione tradizionale e con trazione elettrica.

11.2. Funzionamento

11.2.1. Utilizzi e andamento della capacità

Prima vita (veicolo elettrico)
Le batterie restano sui veicoli elettrici finché la capacità (e l'autonomia del veicolo) scende a circa il 70–80 % del valore iniziale. Al momento attuale, vale a dire in media dopo 10 anni ovvero 1500–2500 cicli di ricarica, la batteria viene normalmente sostituita.

Seconda vita (2° utilizzo)
Le batterie non più sufficientemente efficienti per l'impiego nel veicolo, non sono tuttavia prive di valore, in quanto mantengono comunque un contenuto di energia pari al 70–80 % della capacità originaria. Non è quindi logico né da un punto di vista ecologico né economico smaltirle a questo punto. Al contrario, le batterie possono essere riutilizzate in una cosiddetta "seconda vita" come accumulatore intermedio fisso. Le batterie dei veicoli elettrici usate possono essere utilizzate negli edifici, ad esempio in un impianto fotovoltaico. L'energia solare non utilizzata durante la giornata viene accumulata nelle batterie e utilizzata durante la sera o la notte, quando l'impianto FV non produce energia. Aumenta così il grado di utilizzo proprio dell'energia solare. Le batterie usate possono inoltre trovare applicazione nei sistemi di accumulo che forniscono energia di bilanciamento per la compensazione della rete. Se viene prodotta più energia rispetto alla domanda, l'energia in eccesso ricarica la batteria che copre i picchi di domanda o serve da gruppo ausiliario.

A causa dei processi lenti di carica e scarica, questo secondo utilizzo delle batterie avviene in modo più uniforme e contenuto rispetto all'utilizzo nei veicoli elettrici con continue fasi di accelerazione e recupero. Rispetto alle batterie nuove, si prevede un tasso di guasto superiore e un maggiore rischio di incendio. La seconda vita è possibile solo quando le batterie soddisfano i requisiti di sicurezza, affidabilità e durata di vita residua del secondo utilizzo.

Il riutilizzo delle batterie da trazione è ancora in via di sviluppo e potrebbe essere realizzato a partire dal 2030 circa se sarà disponibile un ritorno sufficiente delle batterie esauste. Al momento non è ancora chiaro quante batterie usate entrino in gioco per un secondo utilizzo. Le misurazioni effettuate in laboratorio per rilevare il processo di invecchiamento hanno prodotti risultati incoraggianti. Le batterie usate possono essere utilizzate per 10 anni. Una batteria da trazione sottoposta a carico medio richiede lo smaltimento prevedibilmente solo dopo 20 anni.

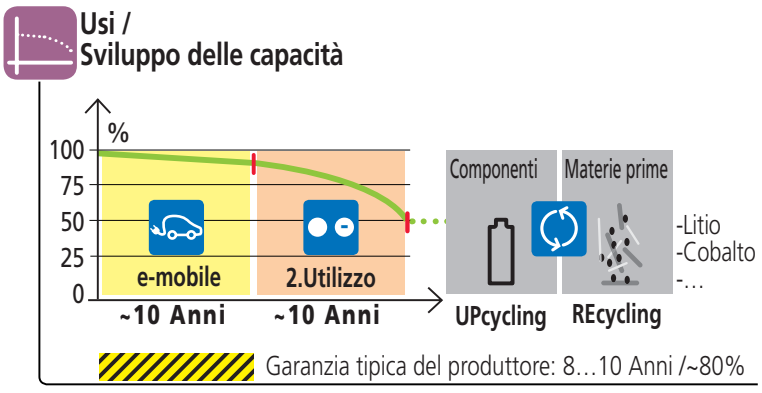


Figura 11.5: Utilizzi e andamento della capacità

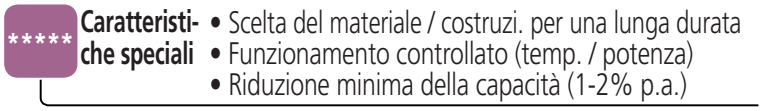
Ricondizionamento e riciclo
Anche se dopo il primo e secondo utilizzo la batteria da trazione è veramente esausta, non è comunque un semplice "rifiuto". Le materie

prime contenute nella batteria, le più note delle quali sono litio e cobalto, sono troppo preziose per restare inutilizzate. Il riciclo delle piccole batterie agli ioni di litio è già affermato in Europa.

Le batterie dei veicoli sono più grandi, più pesanti e accumulano molta più energia rispetto alle piccole batterie per dispositivi. Il riciclo ecologico e sicuro delle batterie da trazione è tecnicamente possibile, ma comporta costi elevati, come dimostrano i primi impianti pilota. Vengono recuperati i componenti preziosi come cobalto, nichel e rame. Il riciclo del litio attualmente non è remunerativo.

Finora, nel giovane mercato della mobilità elettrica, le batterie dei veicoli elettrici esauste non servono perché in pratica non esistono batterie adatte a essere riciclate, ma la situazione è destinata a cambiare tra 10–15 anni.

Figura 11.6: Caratteristiche particolari



Fonti: Wolfgang Rudschies. Batterie per auto elettriche: ecco come funziona il riciclo, ADAC, 13/12/2019 | Istituto di ricerca ISI, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Batterie per auto elettriche: verifica dei fatti e necessità di intervento, gennaio 2020

11.2.2. Caratteristiche particolari

Invecchiamento della batteria

I requisiti minimi di durata delle batterie da trazione indicano un chilometraggio di 150–200.000 km, pari a ca. 1000 cicli di ricarica. L'esaurimento della batteria è attribuibile in primo luogo alla frequenza dei cicli di scarica e ricarica, soprattutto scarica e carica complete, e alla temperatura ambiente alta o bassa. Capacità e potenza di ricarica delle batterie maggiori, e la gestione termica della batteria a bordo, prolungheranno la durata della batteria.

12. Glossario

Glossario

BEV	Battery Electric Vehicle	Veicolo elettrico a batteria
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle	Veicolo elettrico a celle a combustibile
ICEV	Internal Combustion Engine Vehicle (petrol/diesel/gas)	Veicolo con motore a combustione (benzina / diesel / gas)
PHEV	Plug in Hybrid Electric Vehicle	Veicolo elettrico ibrido plug-in
ZEV	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (unione per l'autoconsumo)	
HEV	Hybrid Electric Vehicle	Veicolo elettrico ibrido
POI	Point of interest (punto di interesse)	Attrazione
CO_2eq	anidride carbonica equivalente	
SIA 2060	Infrastrutture per veicoli elettrici negli edifici	
SN EN 61851	Equipaggiamento elettrico dei veicoli elettrici stradali	
WVCH 2018	Prescrizioni delle aziende elettriche	
MUKEN 2014	Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni	
NIN 7,22	Alimentazione di corrente di veicoli elettrici	

Organizzazioni

	Auto Schweiz
USTRA	Ufficio federale delle strade
UFE	Ufficio federale dell'energia
UFS	Ufficio federale di statistica
BFH	Scuola universitaria professionale bernese
ETH	Politecnico federale di Zurigo
	Electrosuisse
	Società specializzata e-mobile.ch
AIE	Agenzia internazionale dell'energia
ISI	Fraunhoferinstitut
NFPA	National Fire Protection Association
PSI	Istituto Paul Scherrer
SIA	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti
TCS	Touring Club Svizzero
ATA	Associazione traffico e ambiente

13. Specifiche

Ricarica

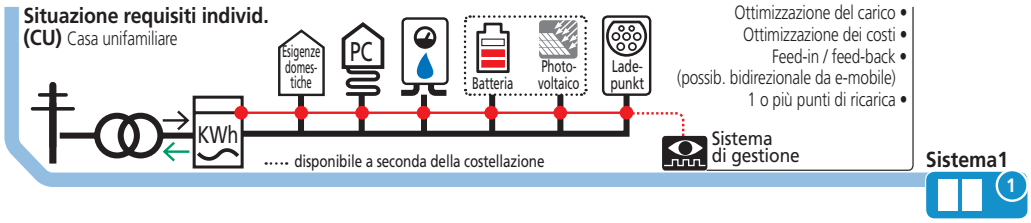


Figura 13.1: Fabbisogno di ricarica individuale (case indipendenti)

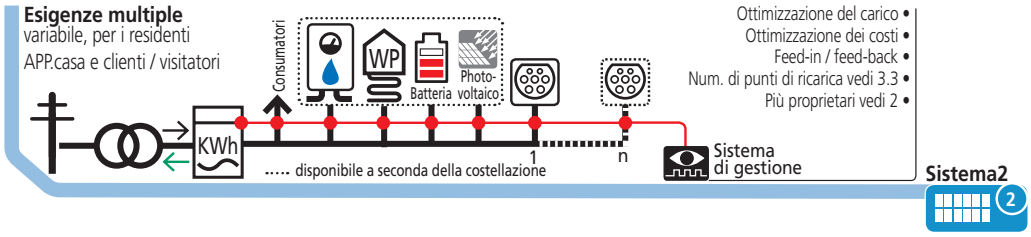


Figura 13.2: Fabbisogno multiplo (condomini, aziende, attrezzature pubbliche)

Per il funzionamento della complessa struttura di ricarica, è consigliabile adottare misure adeguate di rilevamento dei consumi già in fase di progettazione.

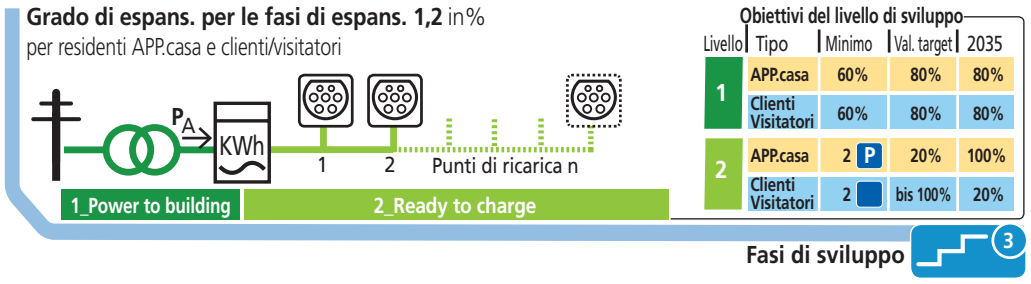


Figura 13.3: Fasi di sviluppo

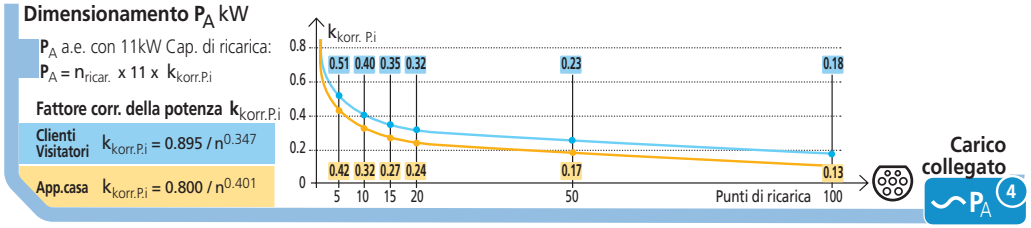


Figura 13.4: Potenza allacciata

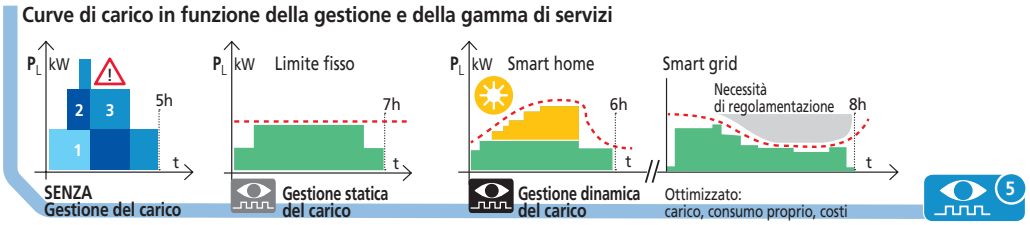


Figura 13.5: Curve di carico in base a gestione e offerta di potenza

Valori di progettazione

Il numero di stazioni di ricarica pubbliche è in continuo aumento, tuttavia l'80 % dei veicoli elettrici viene ricaricato presso le stazioni di ricarica private domestiche o sul luogo di lavoro. Si tratta della modalità di ricarica più economica e per il momento non sono previste variazioni. La costruzione della struttura di ricarica privata rappresenta temporaneamente la "sfida maggiore per la mobilità elettrica", proprio per il fatto che il 75 % della popolazione svizzera residente è formata da affittuari o proprietari di appartamenti.

Proprietari, gestori o locatori di condomini si pongono domande decisive: Quale infrastruttura bisogna offrire? Quali investimenti sono necessari? Per chi deve essere realizzata? Come viene utilizzato l'impianto? È necessaria una ricarica rapida? Qual è l'entità dei costi d'esercizio e di mantenimento? Come devono avvenire il conteggio e il pagamento?

Con l'aumento della mobilità elettrica, aumenta anche la domanda di possibilità di ricarica. Il futuro alimentato a batteria dell'industria automobilistica cela pertanto un grande potenziale di crescita per il settore dell'impiantistica e genera commesse nel settore della progettazione, dell'installazione e della manutenzione delle infrastrutture di ricarica. Quanto più lungimirante è la pianificazione, tanto più economica risulta la realizzazione dell'infrastruttura di ricarica per veicoli a batteria. Per gli edifici nuovi, dovrebbe essere definito già dall'inizio lo standard di realizzazione dell'infrastruttura di ricarica, prevedendo tutte le misure necessarie, come la posa di tubi cavi, canalizzazioni per cavi e basamenti. Conviene inoltre prendere in considerazione per il futuro un sistema di gestione della ricarica.

La linea di alimentazione verso gli allacciamenti dei veicoli elettrici deve essere più breve possibile e dimensionata in modo da non causare cadute di tensione sulla linea con carico massimo. Per linee di oltre 50 m di lunghezza si raccomanda di aumentare la sezione della linea. È necessario presumere che il fattore di contemporaneità del collegamento per un singolo veicolo elettrico possa essere fissato a 1.

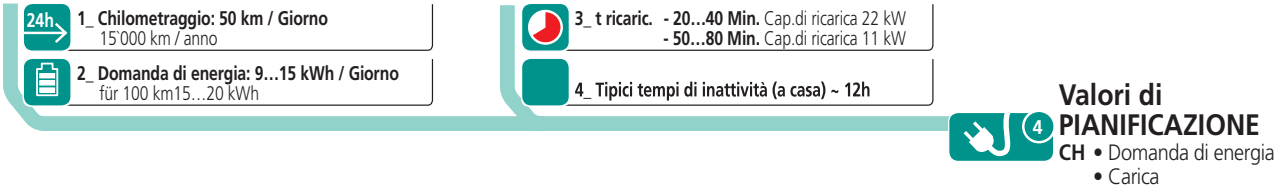


Figura 13.6: Valori di progettazione

Stazioni di ricarica private o pubbliche
A seconda del luogo di installazione e del tipo di utilizzo, è necessario specificare se la stazione di ricarica debba essere accessibile a un gruppo chiuso di utenti o al pubblico in generale. Per il funzionamento di un'infrastruttura complessa, è consigliabile adottare misure adeguate per il monitoraggio, l'utilizzo e il conteggio dei processi di ricarica.

Numero di punti di ricarica.
La pianificazione lungimirante e la realizzazione di un numero adeguato di punti di ricarica può evitare che gli automobilisti ricarichino i propri veicoli utilizzando prolunghe, avvolgicavo, prese multiple, adattatori da viaggio, ecc. tramite le prese disponibili in casa, in cantina o nei corridoi, causando rischi evitabili.

Fabbisogno di potenza allacciata
I dispositivi di ricarica per veicoli elettrici possono influire negativamente sulla qualità della rete, causare squilibri indesiderati e produrre corrente più elevata nel conduttore neutro (armoniche). Per questo motivo, anche per potenze limitate è necessario inoltrare una richiesta di allaccio al gestore della rete di distribuzione, in modo da avviare per tempo le misure necessarie a garantire la qualità della rete. Innanzitutto, nelle reti con impedenze elevate (grande distanza dal trasformatore di distribuzione, sezione cavo ridotta, ecc.), il rischio di una scarsa qualità della rete a causa di utilizzatori asimmetrici è notevole. È possibile che la rete di distribuzione debba essere ampliata, se è richiesta una potenza di ricarica maggiore.

Gli allacciamenti domestici e le linee di alimentazione provenienti dalla rete di alimentazione del GSE vengono calcolati e realizzati prevalentemente con un fattore di contemporaneità da 0,2 a 0,3, vale a dire dal 20 al 30 % della potenza allacciata. La potenza allacciata totale in una casa è così molto maggiore di quella resa disponibile dalla rete. Nei grandi impianti è pertanto necessario installare un sistema di gestione della ricarica, ma anche monitorare la corrente sull'allacciamento domestico e regolare l'infrastruttura di ricarica. In alcuni casi, può risultare necessario incrementare la potenza allacciata dell'edificio.

Il corretto dimensionamento della potenza allacciata possiede valori tipici per la ricarica dei veicoli elettrici, che influiscono in modo determinante sulla sicurezza e sull'affidabilità della ricarica. La pianificazione deve quindi tenere conto del tipo e del numero di veicoli previsti in loco, la potenza di ricarica dei veicoli da collegare, la durata media di sosta prevista e il modo di ricarica del proprietario del veicolo.

La gestione del carico consente di ridurre il fabbisogno di potenza allacciata. La variabilità dei fattori di influenza è molto alta e rende difficile fornire valori di riferimento per il numero di punti di ricarica e della potenza da fornire.

Il chilometraggio giornaliero medio può essere un riferimento per la potenza di ricarica da fornire. Per ogni stazione di ricarica è necessario definire quanti punti di ricarica devono essere messi a disposizione e se debbano funzionare contemporaneamente a piena potenza.

Il fattore di contemporaneità indica quanti utilizzatori elettrici devono essere azionati contemporaneamente a piena potenza in una casa o in un circuito elettrico. Si calcola sommando la potenza di tutti gli utilizzatori coinvolti e fornisce il valore della potenza allacciata totale da programmare. Una buona indicazione di questo è

contenuta nel capitolo Ricarica/Potenza allacciata, che riporta i valori SIA 2060, basati sull'utilizzo di un sistema di gestione della ricarica.

Obbligo di notifica

Per tutti gli apparecchi e gli impianti, ai sensi della norma OIBT Art. 23 e delle Prescrizioni dei gestori di rete (TAB 2018), sono necessari una richiesta di allacciamento e un avviso di installazione a partire dalla potenza allacciata di 3,6 kVA (potenza apparente). Secondo le prescrizioni dei gestori di rete (TAB 2018), è sempre necessario un avviso di installazione, indipendentemente dalla potenza della stazione di ricarica elettrica.

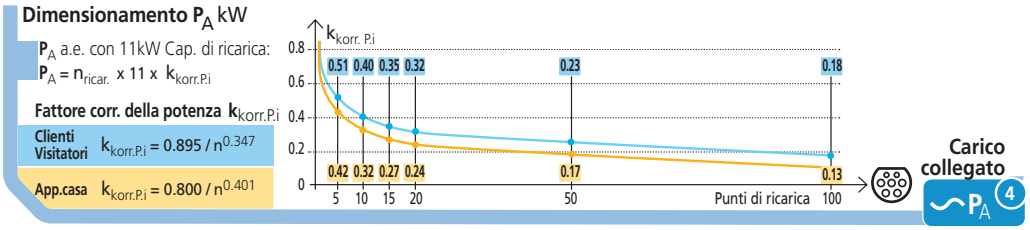


Figura 13.7: Potenza di collegamento

L'installazione di un'infrastruttura di ricarica per veicoli elettrici è soggetta a obbligo di notifica al gestore della rete di distribuzione (GRD) Per ogni veicolo elettrico si devono prevedere un interruttore a corrente massima separato (fusibile, LS) e un interruttore di protezione da corrente di guasto (RCD). In concreto, devono essere presentati ai gestori della rete di distribuzione: richiesta di collegamento, avviso di installazione e, dopo la conclusione dei lavori, rapporto di sicurezza.

Luogo dell'installazione

La scelta della collocazione deve avvenire in modo che tutte le operazioni relative alla ricarica possano essere eseguite in sicurezza. Il veicolo deve poter essere collegato senza utilizzare prolunghe o avvolgicavo. La stazione di ricarica deve quindi essere installata nelle immediate vicinanze dei parcheggi di ricarica, senza tuttavia rappresentare un pericolo per persone o veicoli.

L'esecuzione e le dimensioni della stazione di ricarica devono essere decise conformemente all'ambiente circostante. Deve essere prevista illuminazione sufficiente del luogo di utilizzo. A seconda del luogo di installazione e del tipo di utilizzo, la stazione di ricarica deve soddisfare i requisiti relativi a fattori di influenza correlati alle condizioni ambientali: resistenza meccanica (paracolpi, atti vandalici, graffiti), resistenza alle intemperie (tipo di protezione adeguato, intervallo della temperatura di esercizio) resistenza ai raggi UV, resistenza alla corrosione, vibrazioni.

Impianto elettrico

Nella ricarica dei veicoli elettrici, ci si scontra spesso con i limiti di carico fisici delle prese. In particolare, le prese domestiche non sono adatte al prelievo costante della corrente nominale. Poiché il processo di ricarica di un veicolo elettrico può richiedere da 6 a 8 ore, è palese che questo debba essere tenuto in considerazione nella scelta delle prese e nella realizzazione dell'impianto.

Tra gli utilizzatori elettrici classici dell'ambiente domestico e l'alimentazione di corrente a un

veicolo elettrico sussistono, nonostante i parametri fondamentali siano simili, differenze importanti, che spiegano chiaramente la necessità di una pianificazione accurata e di una configurazione generosa. Mentre ad esempio per azionare una lavatrice non servono accorgimenti particolari, per ricaricare un veicolo elettrico è necessario osservare i requisiti specifici della procedura di ricarica. Anche la lavatrice ha un consumo elevato di potenza, ma lo richiede per un periodo di tempo relativamente breve, vale a dire per riscaldare l'acqua. Nei veicoli elettrici viene richiesta una potenza elettrica molto elevata per tutta la durata della ricarica. Di conseguenza, l'infrastruttura di ricarica deve essere configurata di conseguenza. Non solo nell'ambito di accesso privato, ma anche pubblico, deve essere garantita una carica senza supervisione per molte ore.

I dispositivi di ricarica dei veicoli elettrici sono apparecchi che modificano la frequenza (WV 8.31) e possono assorbire più potenza di un elettrodomestico medio. Sono quindi obbligatorie le richieste per collegamenti ≥ 2 kVA ≈ 2 kW.

Per potenze superiori a ≥ 3,6 kVA ≈ 3,7 kW sono ammessi solo collegamenti trifase (Prescrizioni dei gestori di rete, WV 8.13).

Anziché le normali prese nazionali, devono essere utilizzati cavi e prese che possano essere caricati termicamente e meccanicamente, p. es. le prese CEE o i dispositivi a ricarica domestica.

Installazione delle prese

I collegamenti devono essere disposti più vicino possibile al veicolo da caricare. Sono da evitare le zone di passaggio tra il collegamento e il veicolo elettrico. L'altezza ottimale di montaggio è pari a 1–1,5 m dal pavimento. La lunghezza tipica dei cavi di collegamento forniti dalle case automobilistiche è pari a ca. 5–7 m. Ogni presa (punto di collegamento) deve essere messa in sicurezza singolarmente (LS) e protetta con un proprio dispositivo di protezione dalla corrente di guasto (RCD) o abbinando i due. Per poter riattivare senza intervento esterno un interruttore di protezione scattato (LS/RCD), può essere opportuno collocarlo più

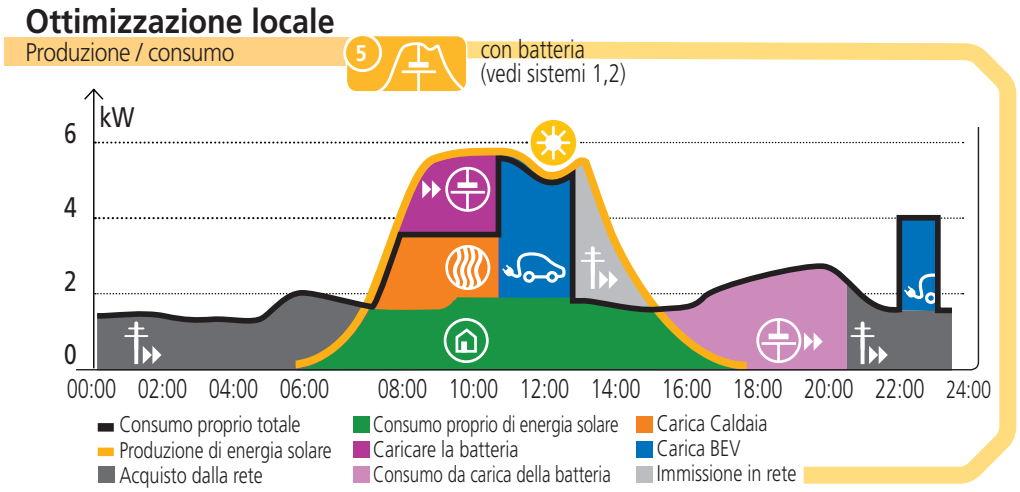


Figura 13.8: Ottimizzazione locale

vicino possibile alla presa. Sulla spina possono agire solo modeste forze di trazione e torsione (affaticamento dei materiali e problemi di contatto). Dovrebbe trovare applicazione almeno la protezione IP44.

Connessione di rete
Il potenziale dell'allacciamento domestico può essere esaurito ricaricando contemporaneamente più veicoli elettrici. Pertanto, per collegare una stazione di ricarica è necessario verificare la potenza richiesta contemporaneamente. Anche se si utilizza un sistema di gestione della ricarica, può risultare necessario potenziare o ampliare l'allacciamento domestico per alimentare i veicoli elettrici. Un maggiore dimensionamento fin dall'inizio di linee di alimentazione, ripartitori e di altri componenti coinvolti può evitare costi elevati di modifica o adeguamento successivi.

Corrente di carica e simmetria di rete
Nei grandi edifici e condomini con più allacciamenti per veicoli elettrici è indispensabile tenere in considerazione il carico di rete simmetrico (rispettare la sequenza delle fasi). Eventuali misure devono essere coordinate con il GSE.

I consumatori di energia devono essere collegati in modo da distribuire il carico più simmetricamente possibile su tutti i conduttori di fase, vedere le Prescrizioni dei gestori di rete (WV 8.12).

Nuova installazione e integrazione successiva
Nella progettazione di edifici nuovi o di ristrutturazioni, è necessario tenere presente che già oggi è previsto un forte incremento delle vendite di veicoli elettrici. A seconda della posizione e del tipo di utenti di un condominio, la domanda di strutture di ricarica può aumentare rapidamente.

Diversamente dalle nuove installazioni, gli impianti elettrici già esistenti in genere non erano stati predisposti per la ricarica dei veicoli elettrici. Per questo motivo, effettuare la ricarica su installazioni non verificate può essere molto pericoloso. Questo non vale solo per il processo di ricarica presso il dispositivo di carica, ma anche per l'installazione a monte. In questo caso, si tratta di evitare i sovraccarichi e il conseguente rischio di incendio o di malfunzionamento dei dispositivi di protezione dalla corrente di guasto presenti.

Si consiglia di installare stazioni di ricarica con modalità di funzionamento 3 o 4, che garantiscono sicurezza di applicazione e investimento, oltre alla comodità.

L'infrastruttura di ricarica per la mobilità elettrica fa parte degli impianti energetici ovvero degli impianti elettrici. Gli impianti elettrici devono essere realizzati e utilizzati in modo da garantire la sicurezza tecnica. L'installazione fissa sulla rete di una stazione di ricarica per le modalità di ricarica 3 o 4, oppure l'installazione di una presa industriale o di una presa con messa a terra per le modalità di ricarica 1 e 2 in un'infrastruttura esistente rappresenta un ampliamento dell'impianto elettrico. Per nuove installazioni e ampliamenti devono essere considerate le sezioni corrispondenti della norma NIBT, soprattutto il punto 7.22. È inoltre necessario verificare con il gestore di rete la disponibilità della potenza allacciata.

Fonti: Il filo conduttore tecnico. Infrastruttura di ricarica per la mobilità elettrica. Versione venerdì 3 gennaio 2020 | Electrosuisse, e'mobile e AES (Ed.). Trovare un allaccio Mobilità elettrica e infrastrutture, 2015

Emissioni 2018 / 2040

Gli ecobilanci attuali mostrano che, dal punto di vista delle emissioni di CO_2, i veicoli elettrici sono notevolmente migliori dei motori a combustione, considerando la produzione dei veicoli (incl. la batteria) e l'utilizzo del mix elettrico svizzero.

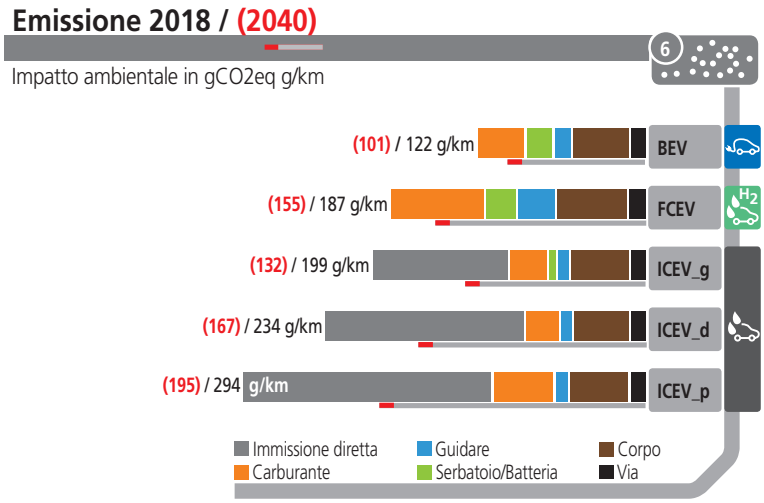


Figura 13.9: Ecobilancio, confronto 2018 / 2040

Sviluppi tipici

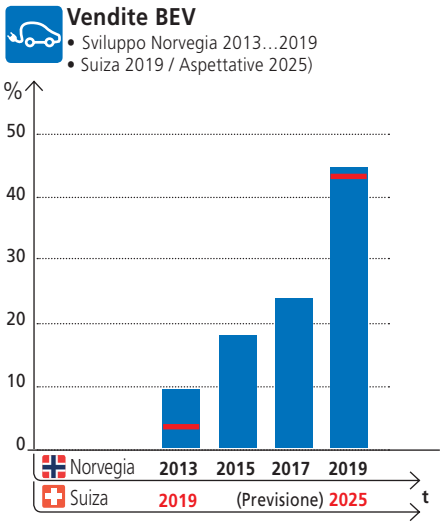


Figura 13.10: Confronto vendite di veicoli BEV in Norvegia e Svizzera

Protezione tramite RCD

Dispositivi di protezione contro la corrente di guasto (RCD) La norma NIBT 2020 prevede che tutti i circuiti terminali ≤32 A abbiano un tempo di disinserzione di 0,4 secondi (4.1.3.2). Per ogni punto di collegamento ai veicoli elettrici deve inoltre essere istallato un RCD da 30 mA max (NIBT 2020, 7.22.5.3.1).

Se la stazione di ricarica dei veicoli elettrici è provvista di presa o di attacco per veicoli, devono essere previste misure di protezione da corrente di guasto continua, se non sono integrate nella stazione di ricarica dei veicoli elettrici. Dispositivi idonei per ogni punto di collegamento sono:

– Dispositivi di protezione da corrente di guasto (RCD) tipo B oppure
– Dispositivi di protezione da corrente di guasto (RCD) Tipo di veicolo elettrico

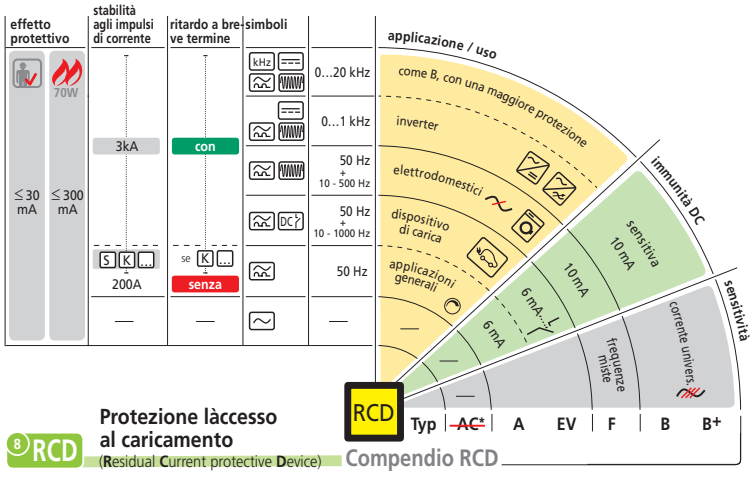


Figura 13.11: Protezione accesso alla ricarica

Note

Note

www.electrosuisse.ch