

IMPATTI AMBIENTALI DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

La presente scheda informativa e il relativo rapporto forniscono uno sguardo d'insieme sull'impatto ambientale delle automobili di oggi e di domani sulla base di ecobilanci. Ciò significa che viene esaminato l'intero ciclo di vita delle automobili: produzione, utilizzo e smaltimento, inclusa la messa a disposizione dei carburanti (benzina, diesel, gas, elettricità e idrogeno [H₂]) e dell'intera infrastruttura. È importante prendere in considerazione il bilancio ecologico in quanto. Benché le auto a batteria e a celle a combustibile non producano emissioni inquinanti, l'impatto ambientale dei processi per la produzione di questi veicoli, dell'elettricità e dell'idrogeno, può essere invece considerevole.

Tecnologie dei veicoli e carburanti

Le auto convenzionali (ICEV) sono alimentate a benzina, diesel o gas. Un'alternativa è rappresentata dalle auto elettriche a batteria (BEV) e dalle auto a celle a combustibile (FCEV), in cui le ruote vengono azionate da un motore elettrico. Il «carburante» di questi veicoli è costituito rispettivamente da energia elettrica, immagazzinata in una batteria, e da idrogeno, trasformato in elettricità attraverso una cella a combustibile. Le cosiddette auto ibride «plug-in» presentano sia una batteria, che può essere caricata attraverso la rete elettrica, sia un motore a combustione, e pertanto possono funzionare con elettricità e benzina. In futuro l'elettricità potrebbe essere sfruttata anche indirettamente producendo idrogeno tramite elettrolisi, che poi, mescolato a CO₂, viene trasformato in gas naturale di sintesi (Synthetic Natural Gas – SNG).

Il contenuto della presente scheda informativa si basa sulla dissertazione di Brian Cox e sulle attività dell'Istituto Paul Scherrer (<https://www.psi.ch/ta/>) in materia di ecobilancio legate al SCCER Mobility (<http://www.sccer-mobility.ch/>). Persona di contatto diretto: Christian Bauer (christian.bauer@psi.ch).

IN BREVE I PUNTI ESSENZIALI:

- le auto a batteria e a celle a combustibile alimentate con elettricità e idrogeno prodotti da fonti a basso tenore di CO₂ causano una quantità nettamente inferiore di gas serra rispetto ai veicoli a benzina, diesel e gas (figura 1, emissioni di gas serra e figura 4);
- ciò significa che parallelamente all'introduzione della mobilità elettrica si dovrebbe accrescere la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili; contemporaneamente, lo sfruttamento di energia elettrica in altri settori dovrebbe essere più efficiente;
- i veicoli elettrici non emettono direttamente sostanze inquinanti, pertanto contribuiscono a migliorare la qualità dell'aria negli agglomerati urbani in cui il traffico è intenso;
- la produzione di veicoli a batteria e a celle a combustibile è più complessa rispetto a quella delle auto con motore a combustione e ha un maggiore impatto sull'ambiente. Tuttavia, grazie alle minori emissioni prodotte durante l'utilizzo e a condizione di utilizzare elettricità e idrogeno puliti, le maggiori emissioni di gas serra prodotte per la produzione vengono compensate dopo circa 50'000 chilometri percorsi (figura 3);
- il bilancio di CO₂ dei veicoli a batteria è strettamente legato al tenore di CO₂ dell'elettricità utilizzata (figura 4); ciò vale anche per le auto a celle a combustibile e per i veicoli con motori a combustione che utilizzano rispettivamente idrogeno e gas naturale di sintesi, prodotti attraverso i processi di «power-to-gas»;
- i veicoli a batteria presentano la massima efficienza energetica. I veicoli a celle a combustibile e quelli alimentati con gas di sintesi sono invece meno efficienti a causa delle perdite di energia nettamente superiori che si verificano durante la produzione del rispettivo carburante;
- per sfruttare nel modo più efficiente possibile l'elettricità prodotta da fonti rinnovabili i veicoli a batteria rappresentano pertanto l'opzione migliore tra i veicoli a basse emissioni.



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

I risultati degli ecobilanci riportati nei grafici delle figure 1–4 sono valori medi riferiti ad automobili di classe media. I parametri di base dei veicoli sono riassunti nella tabella 1.

			Tempo di vita	Massa del veicolo	Consumo di carburante (uso reale)		Autonomia	Indice «tank-to-wheel»	Standard emissioni inquinanti
			km	kg	l equivalente benzina per 100 km	ogni 100 km	km	%	
2017	ICEV	Benzina	180'000	1357	7,6	7,6 litri	524	21	EURO 6
		Diesel		1380	6,9	6,3 litri	656	23	EURO 6
		Gas		1434	8,5	5,8 kg	512	19	EURO 6
	Veicolo a batteria			1595	2,2	19,5 kWh	173	64	
	Auto a celle a combustibile			1570	4,0	1,1 kg	468	34	
2040	ICEV	Benzina	180'000	1319	5,0	5,0 litri	669	27	EURO 6 –50%
		Diesel		1340	4,9	4,5 litri	775	28	EURO 6 –50%
		Gas		1383	5,4	3,7 kg	641	26	EURO 6 –50%
	Veicolo a batteria			1554	1,9	16,6 kWh	439	78	
	Auto a celle a combustibile			1462	3,1	0,8 kg	601	46	

Tabella 1: valori di base dei parametri dei veicoli considerati per i presenti ecobilanci

Le riduzioni delle emissioni e del consumo di carburante osservate entro il 2040 nei grafici delle figure 1–4 sono soprattutto una conseguenza dell'evoluzione tecnologica dei veicoli: maggiore rendimento dei motori, veicoli sempre più leggeri e standard per le emissioni inquinanti più severi.

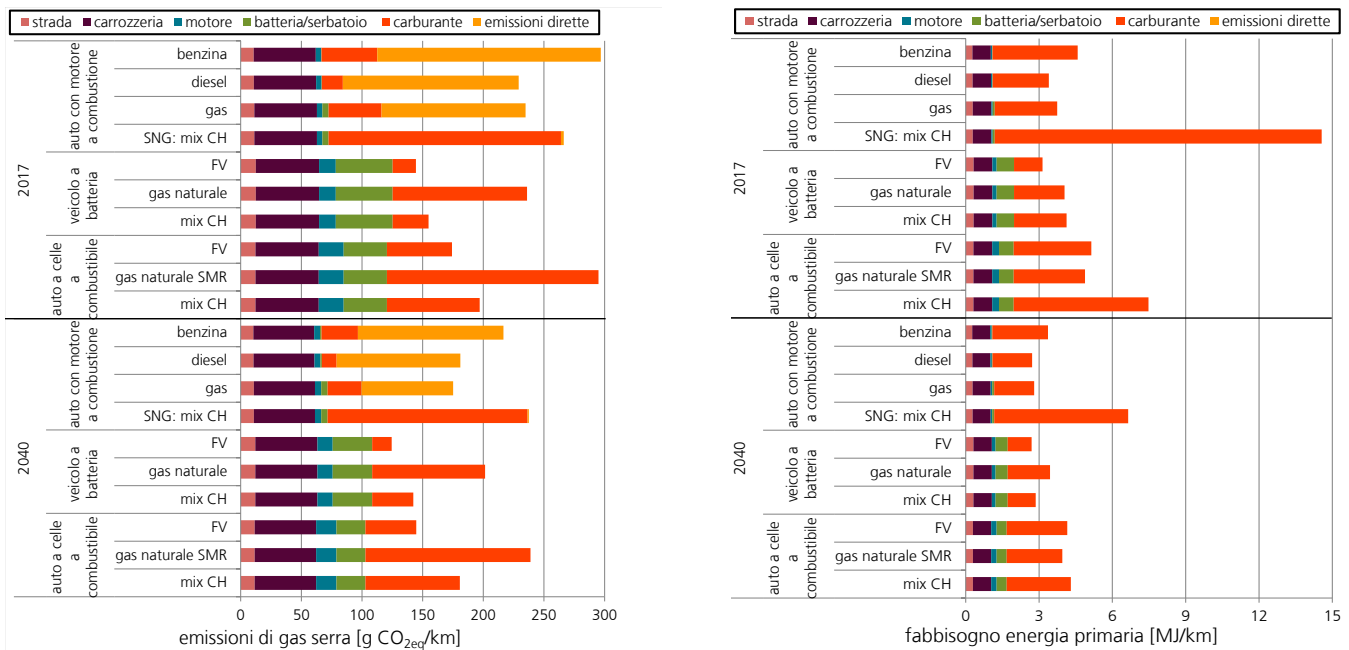


Figura 1: emissioni di gas serra (sinistra) e fabbisogno di energia primaria (destra) delle automobili 2017 e nel 2040 per veicoli-chilometro. «FV»: fotovoltaico; «SNG»: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con il mix elettrico svizzero e CO₂ dell'aria; l'idrogeno per le auto a celle a combustibile viene prodotto attraverso il processo di steam methane reforming («SMR») oppure per elettrolisi (mix elettrico svizzero o fotovoltaico); per «gas» si intende una miscela composta per il 90% da gas naturale e per il 10% da biogas. I differenti colori nelle barre si riferiscono all'origine delle emissioni: produzione, manutenzione, smaltimento dei singoli componenti dei veicoli e delle strade, messa a disposizione del carburante ed emissioni dirette delle auto.

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

La figura 2 mostra che una buona parte delle emissioni inquinanti dei veicoli elettrici è legata alla produzione delle loro batterie. Tuttavia, una parte di questi inquinanti viene emessa in zone dove non viene danneggiato praticamente nessuno, come ad esempio nelle miniere in cui vengono estratti i metalli: qui i danni alla salute della popolazione sono nettamente inferiori rispetto a quelli provocati negli agglomerati con traffico intenso. Una parte delle emissioni, tuttavia, viene spostata nelle zone industriali dell'Asia dove vengono prodotte le batterie e in cui vivono molte persone.

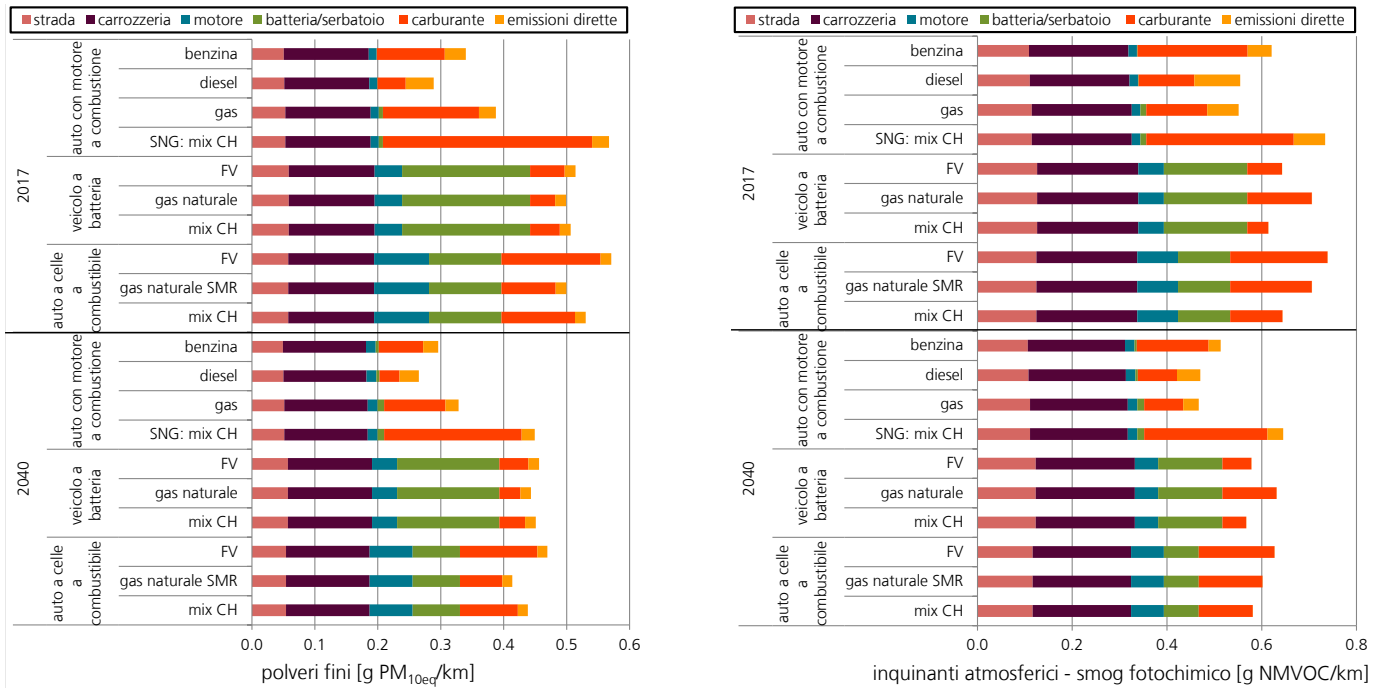


Figura 2: polveri fini (sinistra) ed emissioni di inquinanti atmosferici all'origine dello smog fotochimico (destra), prodotte dalle automobili nel 2017 e nel 2040 per veicoli-chilometro. «FV»: fotovoltaico; «SNG»: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con il mix elettrico svizzero e CO₂ dell'aria; l'idrogeno per le auto a celle a combustibile viene prodotto attraverso il processo di steam methane reforming («SMR») oppure per elettrolisi (mix elettrico svizzero o fotovoltaico); per «gas» si intende una miscela composta per il 90% da gas naturale e per il 10% da biogas. I differenti colori nelle barre si riferiscono all'origine delle emissioni: produzione, manutenzione, smaltimento dei singoli componenti dei veicoli e delle strade, messa a disposizione del carburante ed emissioni dirette delle auto.

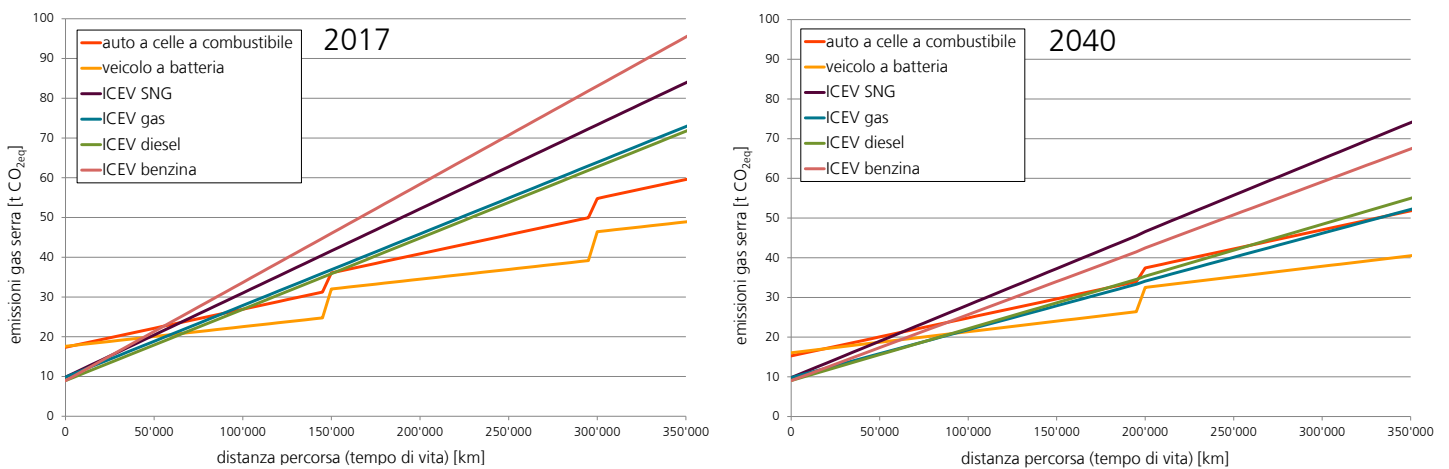


Figura 3: emissioni di gas serra prodotte durante l'intero tempo di vita di diversi veicoli, nel 2017 (sinistra) e nel 2040 (destra). «ICEV»: auto con motore a combustione; «SNG»: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con il mix elettrico svizzero e CO₂ dell'aria. Il mix elettrico svizzero viene impiegato qui anche per caricare la batteria dei veicoli a batteria e per produrre l'idrogeno necessario alle auto a celle a combustibile. Per «gas» si intende una miscela composta per il 90% da gas naturale e per il 10% da biogas. Le batterie e le celle a combustibile vengono sostituite ogni 150'000 km (2017) e 200'000 km (in futuro).

IMPATTO AMBIENTALE DELLE AUTOMOBILI – OGGI E DOMANI

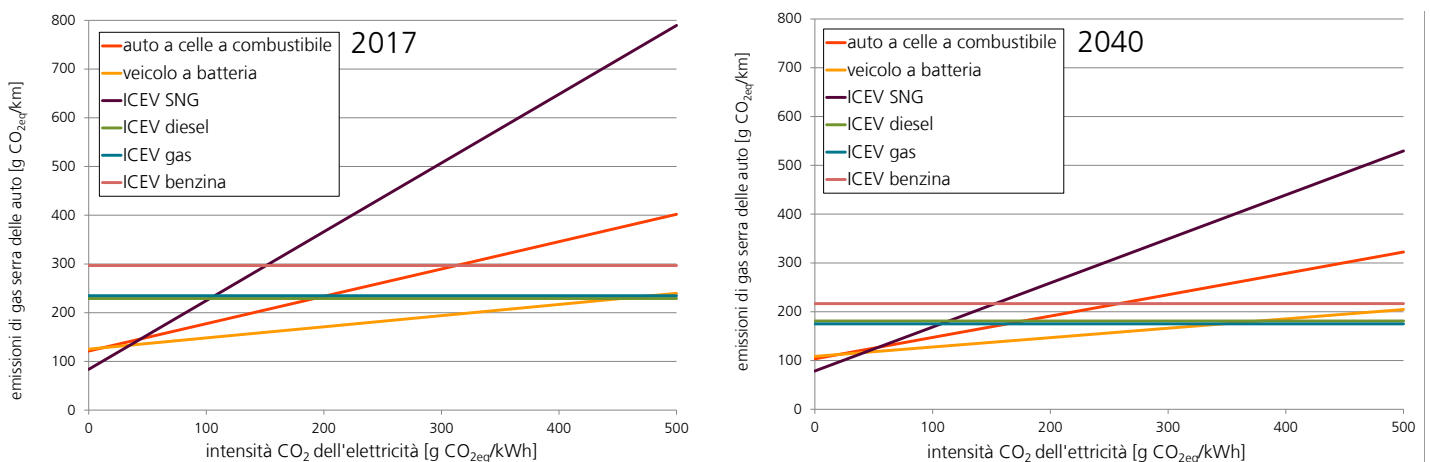


Figura 4: emissioni di gas serra delle auto a seconda del tenore di CO₂ dell'elettricità utilizzata per caricare le batterie dei veicoli a batteria, per produrre l'idrogeno per le auto a celle a combustibile o per produrre gas di sintesi. «ICEV»: auto con motore a combustione; «SNG»: gas naturale di sintesi, prodotto in questo caso per elettrolisi con CO₂ dell'aria. Per «gas» si intende una miscela composta per il 90% da gas naturale e per il 10% da biogas. I veicoli a batteria sono di gran lunga migliori rispetto a quelli alimentati con carburanti fossili perché sfruttano l'elettricità con la massima efficienza. I veicoli alimentati con SNG e con un basso tenore di CO₂ dell'elettricità sono quelli che emettono la minor quantità di emissioni perché non devono essere prodotte né batterie né celle a combustibile. Nel 2040 le linee del grafico relative a BEV, FCEV e ICEV-SNG salgono meno rispetto ad 2017 perché i veicoli sono sempre più efficienti e richiedono meno elettricità per chilometro. A titolo di confronto: l'intensità di CO₂ dell'elettricità prodotta in Svizzera è pari a circa 10–30 g CO_{2eq}/kWh nel caso delle centrali idroelettriche e degli impianti eolici e a 70–100 g CO_{2eq}/kWh nel caso degli impianti fotovoltaici; le centrali a gas naturale raggiungerebbero valori pari a 400–500 g CO_{2eq}/kWh e l'attuale mix elettrico svizzero supera di poco i 100 g CO_{2eq}/kWh.

LE BATTERIE E IL LORO ECOBILANCIO

Nei veicoli a batteria le batterie a ioni di litio rappresentano la soluzione standard. Oggigiorno la loro produzione ha un notevole impatto sull'ambiente. Le batterie di grandi dimensioni rappresentano quindi un fattore negativo per l'ecobilancio delle auto a batteria, ma permettono di percorrere distanze grandi. Attualmente una batteria con una massa di 350 kg presenta un contenuto energetico pari a circa 40 kWh, mentre nel 2040, grazie alla crescente densità energetica, si raggiungeranno circa 90 kWh. Si stima che oggi una batteria abbia un tempo di vita di 150'000 km, nel 2040 di 200'000 km. Il maggior impatto ambientale nella produzione delle batterie deriva dalla produzione delle celle: è di fondamentale importanza quanta elettricità viene consumata e da quali fonti essa proviene. Per l'ecobilancio la cosa migliore sarebbe una produzione «pulita», procedure di recycling efficienti o un «riutilizzo» delle batterie, ad esempio per lo stoccaggio dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici negli edifici. Nella presente scheda non si tiene ancora conto di tale possibilità di riutilizzo.

GLI ECOBILANCI E LA LORO ATTENDIBILITÀ

Alcuni assunti e parametri chiave sono decisivi per i risultati degli ecobilanci delle automobili. Tra di essi rientrano il consumo di carburante, le emissioni di inquinanti dei motori a combustione e il tempo di vita dei veicoli e dei loro componenti, come ad esempio delle batterie. I risultati contenuti nella presente scheda informativa si basano sui parametri descritti nella tabella 1. Il rapporto illustra range di oscillazione realistici di questi parametri e la loro influenza sui risultati: cosa succede, ad esempio, se le auto diesel non rispettano i limiti di emissione e se producono una quantità nettamente superiore di ossidi di azoto? E quali conseguenze avrebbe sull'ecobilancio un approvvigionamento di energia unicamente rinnovabile per la produzione di batterie? Il rapporto contiene inoltre tutti i valori dei parametri e fornisce tutte le fonti dei dati. Esso illustra inoltre anche i risultati di altri ecobilanci, ad esempio per i veicoli ibridi plug-in.