



N. registrazione: 072.21-00007/00001

---

# Emissioni di CO<sub>2</sub> del traffico aereo

## Nozioni di base e dati

---

### 1. Nozioni di base sulla formazione e sulle caratteristiche del CO<sub>2</sub>

#### a) Consumo di carburante e CO<sub>2</sub>

Tutte le sostanze contenenti carbonio che vengono bruciate con l'apporto di ossigeno per la produzione di energia provocano emissioni di CO<sub>2</sub>. La quantità di emissioni di CO<sub>2</sub> dipende solo dalla quantità della sostanza bruciata e dal suo contenuto di carbonio.

La combustione non modifica la massa di tutte le sostanze che reagiscono tra loro.

Per bruciare 1 kg di un tipico prodotto petrolifero (cherosene, benzina, carburante diesel, olio da riscaldamento), sono necessari poco più di 3 kg di ossigeno. Con la combustione non si perde nulla. Da 1 kg di carburante si ottengono prodotti di combustione con una massa di poco più di 4 kg, consistenti principalmente in circa 3 kg di CO<sub>2</sub> e 1 kg di acqua.<sup>1</sup>

Valore standard per il cherosene: 1 kg di cherosene (1,25 litri) produce 3,15 kg di CO<sub>2</sub>.

Moltiplicando per 3,15 la quantità in chilogrammi di cherosene bruciato si ottiene direttamente la quantità di emissioni di CO<sub>2</sub>.

#### b) CO<sub>2</sub> nell'atmosfera

Il CO<sub>2</sub> non è tossico e di per sé non è una sostanza inquinante. Tuttavia, è uno dei più importanti gas serra presenti nell'atmosfera ed è molto importante per il ciclo del carbonio, che si svolge tra l'aria, la terra e gli oceani.

Il CO<sub>2</sub> emesso nell'atmosfera ha una durata di vita molto lunga, fino a quando non viene legato (per esempio in un organismo vegetale). Mediamente si calcola una durata di vita di 100 anni.<sup>2</sup> Il CO<sub>2</sub>

---

<sup>1</sup> L'acqua deriva dagli atomi di idrogeno presenti nel carburante che, combinandosi con l'ossigeno, formano H<sub>2</sub>O. I vapori bianchi provenienti da camini o tubi di scarico che si formano quando fa freddo sono costituiti dall'acqua prodotta durante la combustione.

<sup>2</sup> Il 20-40 % del CO<sub>2</sub> proveniente da fonti fossili può restare nell'atmosfera per molte migliaia di anni: Dr. David W. Fahey, NOAA Earth System Research Laboratory, CO<sub>2</sub> – the forever gas,

[https://www.esrl.noaa.gov/csd/staff/david.w.fahey/david.w.fahey.presentations/FaheyNISTClimateTalk\\_11Jun2014.pdf](https://www.esrl.noaa.gov/csd/staff/david.w.fahey/david.w.fahey.presentations/FaheyNISTClimateTalk_11Jun2014.pdf)

emesso oggi va ad aggiungersi a quello già presente nell'atmosfera ed è destinato a svolgere il suo effetto per molto tempo. Fino a quote molto elevate (superiori a quelle dove volano gli aerei), il CO<sub>2</sub> è molto ben mescolato nell'aria, vale a dire che ai fini del riscaldamento climatico non fa alcuna differenza se il CO<sub>2</sub> è stato emesso da una fonte al suolo o da un aereo, a una quota molto più elevata.

### c) Emissioni che non incidono sul bilancio del CO<sub>2</sub>

Anche i vettori energetici non fossili, come il legno o i prodotti alimentari, anch'essi a base di carbonio, provocano emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Una persona espira circa 1 kg di CO<sub>2</sub> al giorno derivante dalla "combustione" del cibo ingerito. La grande differenza rispetto ai vettori energetici fossili è che il carbonio contenuto nel legno o nel cibo è stato prelevato dall'atmosfera durante la crescita delle piante. Il CO<sub>2</sub> che viene rilasciato nell'atmosfera durante combustione del legno o la respirazione è quindi stato precedentemente prelevato dall'atmosfera stessa. In questo senso, la combustione di tali sostanze non incide sul bilancio del CO<sub>2</sub> anche se, naturalmente, anch'essa produce CO<sub>2</sub>. Quando si parla di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, di solito si intende la riduzione delle emissioni derivanti dalla combustione di vettori fossili.

Le fonti di energia fossile consistono in enormi depositi di carbonio rimosso dall'atmosfera nel corso di milioni di anni. L'attività umana sta reimmettendo nell'atmosfera queste immense quantità di carbonio in un tempo molto breve, il che porta ad un aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub>: nell'aria che ci circonda e fino ad alte quote vi sono oggi in media circa 400 parti di CO<sub>2</sub> per 1 milione di parti di aria (400 ppm). Questa concentrazione, di per sé piccola, è sufficiente per influenzare in modo decisivo il bilancio termico dell'atmosfera e ogni sua lieve variazione ha un effetto non trascurabile. Prima dell'industrializzazione, la concentrazione tale di circa 280 ppm.<sup>3</sup>

Poiché oggi il cherosene è ricavato quasi interamente da fonti fossili, le emissioni di CO<sub>2</sub> provocate dal traffico aereo possono essere messe in relazione diretta con le emissioni di CO<sub>2</sub> provenienti da altri processi alimentati da combustibili fossili. Poiché il cherosene, grazie alle sue proprietà per la sicurezza del volo e alla sua altissima densità energetica, rimarrà probabilmente a lungo la fonte di energia determinante nel settore dell'aviazione, si stanno compiendo grandi sforzi per produrre il carburante estraendo il carbonio direttamente o indirettamente e utilizzando fonti energetiche rinnovabili per l'energia di processo<sup>4</sup> (incidenza nulla sul bilancio del CO<sub>2</sub>) oppure per risparmiare CO<sub>2</sub> fossile altrove (compensazione del CO<sub>2</sub>).

## 2. Incidenza del traffico aereo mondiale sulle emissioni di CO<sub>2</sub>

Le emissioni totali di CO<sub>2</sub> prodotte dal traffico aereo mondiale<sup>5</sup> rappresentano tra il 2 % e il 2,5 % delle emissioni globali di origine antropica di CO<sub>2</sub> fossile.<sup>6</sup>

## 3. Incidenza del traffico aereo svizzero sulle emissioni di CO<sub>2</sub>

Le emissioni annue di CO<sub>2</sub> del traffico aereo all'interno della Svizzera e del traffico aereo internazionale dalla Svizzera fino alle destinazioni all'estero ammontano a 5,4 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.<sup>7</sup> La quota relativa ai voli interni è di circa 0,1 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> (esclusa l'aviazione militare). Per i seguenti confronti viene utilizzato il valore di 5,4 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> per rappresentare il traffico aereo svizzero.

---

<sup>3</sup> Jochem Marotzke, Martin Stratmann *Die Zukunft des Klimas. Neue Erkenntnisse, neue Herausforderungen. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft*. Beck, München 2015, [ISBN 978-3-406-66968-2](https://doi.org/10.1007/978-3-406-66968-2)

<sup>4</sup> Esempio: <https://nordicbluecrude.no/>

<sup>5</sup> Ciò include tutti i voli interni di tutti i Paesi del mondo e tutti i voli internazionali. Fonti: International Civil Aviation Organisation (ICAO), Agenzia internazionale dell'energia (AIE 2018), totale 2015 ca. 800 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Agenzia internazionale dell'energia (AIE 2018), ca. 33 000 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>

<sup>7</sup> Inventario nazionale dei gas serra (UFAM), Statistica globale svizzera dell'energia (UFE), inventario dei gas serra (quantità venduta) (UFAC)

a) Confronto con le emissioni globali di CO<sub>2</sub> fossile (= 100 %)

A livello globale, le emissioni di CO<sub>2</sub> di tutti voli internazionali in partenza dalla Svizzera rappresentano un decimillesimo (0,1 per mille) di tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> fossile di origine antropica.<sup>8</sup>

b) Confronto con l'inventario nazionale dei gas serra (territorio svizzero) (= 100 %)

Le emissioni di tutti i voli internazionali in partenza dalla Svizzera corrispondono a circa il 10 % delle emissioni di CO<sub>2</sub> dall'inventario dei gas a effetto serra nel territorio svizzero.<sup>7</sup>

c) Confronto con la quantità di carburanti e combustibili fossili venduta in Svizzera (= 100 %)

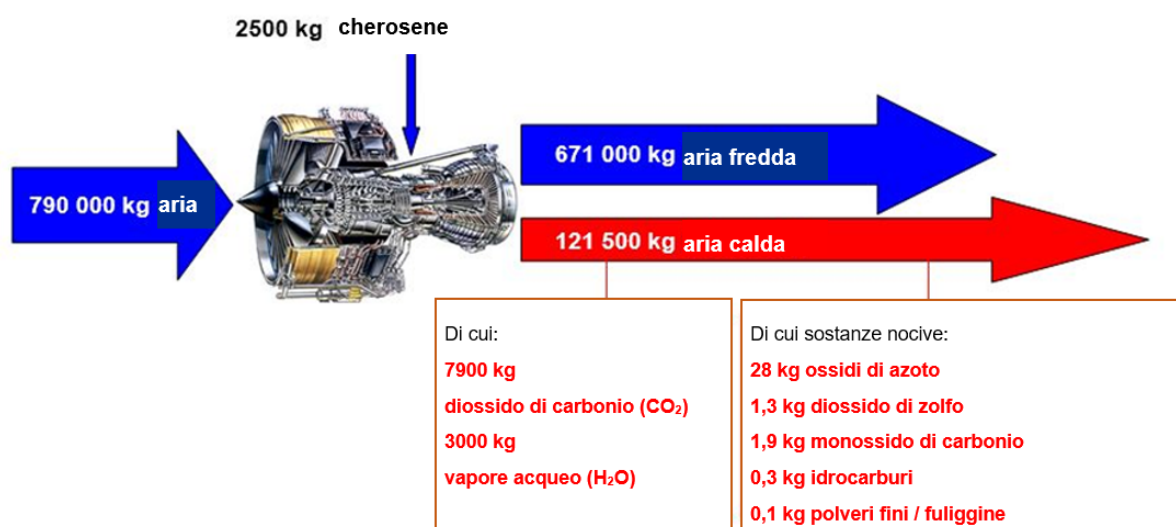
Tutti i voli internazionali in partenza dalla Svizzera producono circa il 18% delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dai carburanti e dai combustibili utilizzati in Svizzera<sup>7</sup>. (Stato: 2017)

(d) Confronto con il quantitativo di carburante venduto in Svizzera (= 100%)

Tutti i voli internazionali in partenza dalla Svizzera producono circa il 26% delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dai carburanti venduti in Svizzera.<sup>7</sup> (Stato: 2017)

### Che cosa emette un aereo durante un'ora di volo?

L'esempio seguente mostra la quantità approssimativa, in chilogrammi, di gas e particolato emessa da un tipico aereo bimotore passeggeri, con 150 persone a bordo e merci nella stiva, durante un'ora di volo. Le cifre si riferiscono all'aereo nel suo complesso, cioè a entrambi i motori.



### 5. Emissioni di CO<sub>2</sub> per passeggero-chilometro (pkm)

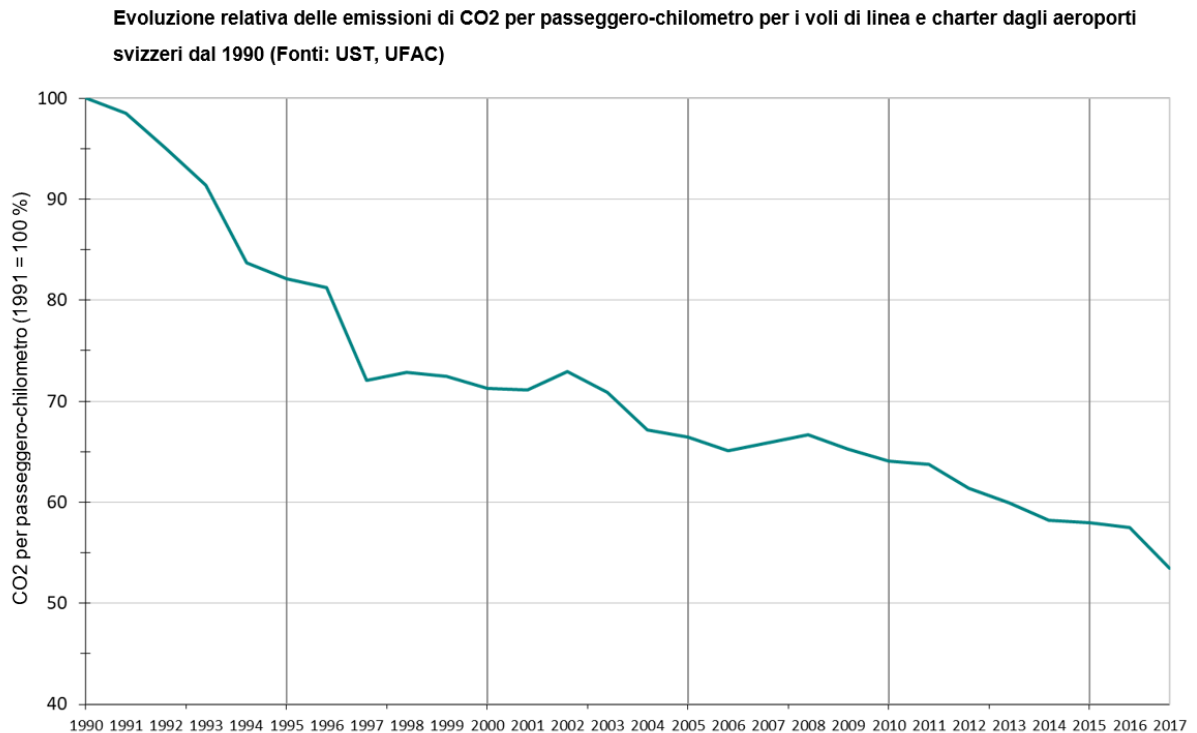
Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono oggi di norma sensibilmente al di sotto dei 100 g di CO<sub>2</sub> per passeggero-chilometro (calcolando la media su intere flotte e considerando voli sia a lungo che a corto raggio).<sup>9</sup> Questa cifra tiene conto del grado di occupazione degli aerei. Oltre al bagaglio, il calcolo include anche le merci trasportate, le cui emissioni vengono imputate ai passeggeri.

<sup>8</sup> Agenzia internazionale dell'energia (totale), inventario nazionale dei gas serra (UFAM), Statistica globale svizzera dell'energia (UFE), inventario dei gas serra (quantità venduta) (UFAC)

<sup>9</sup> Secondo i dati da esso stesso forniti, il gruppo Lufthansa si attesta a circa 93 g CO<sub>2</sub> / pkm. Un calcolo indipendente effettuato dall'UFAC (dati statistici di tutti i voli in un anno, dati sui passeggeri e consumo di carburante dai documenti di volo) mostra un valore inferiore a 90 g CO<sub>2</sub> / pkm (anno in esame: 2017) per la compagnia aerea nazionale Swiss.

Nell'esempio del precedente paragrafo 4, le emissioni di CO<sub>2</sub> per passeggero, merci comprese, durante un'ora di volo sono: 7900 kg di CO<sub>2</sub> / 150 passeggeri = 52,7 kg di CO<sub>2</sub> per passeggero. In un'ora di volo vengono percorsi tipicamente circa 800 km: per passeggero-chilometro vengono quindi emessi 52,7 kg CO<sub>2</sub> / 800 km = 0,066 kg ovvero 66 grammi di CO<sub>2</sub>.

In particolare, il rinnovo della flotta in Svizzera ha portato nel tempo a una forte riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per passeggero-chilometro, come mostra il grafico seguente:



## 6. Sviluppo delle emissioni di CO<sub>2</sub> per i voli in partenza dalla Svizzera

La pressione sul sistema aeronautico svizzero è aumentata negli ultimi anni a causa della crescente mobilità. L'elevato livello di benessere, l'interconnessione internazionale di un'economia orientata all'esportazione e il costante aumento della popolazione possono spiegare il continuo aumento della domanda di mobilità internazionale in Svizzera. Le ottimizzazioni tecniche e operative effettuate finora, che hanno permesso di aumentare di anno in anno l'efficienza del consumo di carburante, non sono state in grado di compensare l'impatto dell'aumento della domanda, per cui le emissioni di CO<sub>2</sub> per i voli in partenza dalla Svizzera sono complessivamente in aumento.

Evoluzione relativa dell'andamento del traffico e della vendita di carburante nell'aviazione civile svizzera, a partire dal 2004

