



# Scheda informativa

Aprile 2025

---

## Impatto climatico dei gas serra e di altre sostanze

Oltre al biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), contribuiscono al riscaldamento climatico anche il metano (CH<sub>4</sub>), il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), i gas serra sintetici e, nel caso del trasporto aereo, altri componenti. Come si evince dalla figura [2.4](#) riportata nel Sesto Rapporto di Valutazione del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC; AR6), l'incidenza fino al 2018 di queste emissioni sul riscaldamento globale già osservato è stata approssimativamente di 0,8 °C per il CO<sub>2</sub>, di 0,5 °C per il CH<sub>4</sub> e di 0,1 °C per il N<sub>2</sub>O.<sup>1</sup>

Tenuto conto della complessità di calcolo dell'impatto climatico con un modello analogo a quello in uso per l'analisi nell'AR6, per comparare il contributo dei singoli gas e avvicinarsi il più possibile all'impatto complessivo di tutte le emissioni si ricorre spesso a una metrica. La sezione 1 della presente scheda descrive la metrica adottata a livello nazionale e internazionale nel quadro dell'Accordo di Parigi. La sezione 2 fornisce informazioni sull'impatto climatico del metano, mentre la sezione 3 illustra l'impatto climatico delle emissioni del trasporto aereo.

### 1 Resoconto nazionale e internazionale nel quadro dell'Accordo di Parigi

Per permettere il confronto degli inventari dei gas serra a livello internazionale, già nel 1996 le Parti della Convenzione sul clima concordarono a Ginevra di adottare, per la rendicontazione in forma aggregata di tutte le emissioni di gas serra, i potenziali di riscaldamento globale (Global Warming Potentials, GWP) riferiti a un orizzonte temporale di 100 anni (GWP<sub>100</sub>). Da allora, diverse alternative ai GWP<sub>100</sub> sono state esaminate a più riprese e discusse nell'ambito dei negoziati. Tuttavia, nessuna di esse è finora stata adottata per stilare gli inventari di gas serra.<sup>2</sup>

Al momento vige l'obbligo di utilizzare i valori per i GWP<sub>100</sub> riportati nel Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (Tabella 1 alla fine del presente documento). Per il metano si considera il valore del metano biogenico, poiché l'inventario dei gas serra riporta anche il CO<sub>2</sub> generato dall'ossidazione atmosferica di metano fossile (v. sezione 2).<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 2.

<sup>2</sup> Descrizione del processo internazionale concernente la metrica: [Common metrics | UNFCCC](#)

<sup>3</sup> [5/CMA.3 Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its third session](#)

## 2 Impatto climatico del metano

L'impatto climatico varia a seconda del gas serra. L'effetto che una sostanza ha sul clima dipende dall'intensità della radiazione termica che trattiene nell'atmosfera (assorbimento delle radiazioni) e dalla sua concentrazione nell'atmosfera. La concentrazione di una sostanza dipende dalla quantità di emissioni e dalla velocità dei processi di degradazione in atmosfera (tempo di vita/tempo di residenza).

I gas serra a vita lungo si degradano nell'atmosfera lentamente. Il classico esempio è il CO<sub>2</sub>: gran parte del riscaldamento da esso causato permane per millenni.<sup>4</sup> Le emissioni di CO<sub>2</sub> si accumulano nell'atmosfera e determinano un riscaldamento crescente (v. p. es. la figura [SPM.10](#) in IPCC, 2021). Una loro riduzione avrà solo l'effetto di rallentare il riscaldamento. Solo la cessazione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> è in grado di porre fine all'avanzare del riscaldamento.<sup>5</sup>

I gas serra a vita breve si degradano nell'atmosfera relativamente in fretta. Questo fa sì che anche il loro effetto serra diretto si riduca rapidamente. Un effetto indiretto dei prodotti di degradazione può, invece, permanere nell'atmosfera per tempi più lunghi. Il classico esempio è il metano (CH<sub>4</sub>), il cui tempo di vita medio è di una decina d'anni. A fronte di continue emissioni si instaura nell'atmosfera una concentrazione all'equilibrio nella quale emissioni e processi di degradazione vanno a bilanciarsi. Emissioni continue non comportano quindi un aumento ulteriore dell'effetto serra diretto. Una riduzione delle emissioni di CH<sub>4</sub> a un livello più basso fa sì che si possa instaurare una nuova e più bassa concentrazione all'equilibrio e che l'effetto serra diretto diminuisca.

I calcoli con un modello climatico semplificato<sup>6</sup> per la Svizzera mostrano che il 18 per cento circa del riscaldamento dovuto alle emissioni svizzere è riconducibile alle emissioni di CH<sub>4</sub> (Figura 1). Negli scenari dell'IPCC<sup>7</sup> che limitano il riscaldamento globale a 1,5 °C, le emissioni di CO<sub>2</sub> sono ridotte allo zero netto entro il 2050. Inoltre, le emissioni di CH<sub>4</sub> sono abbattute del 35–70 per cento (e non ridotte allo zero netto come per il CO<sub>2</sub>). Queste affermazioni prescindono da una metrica secondo la quale le emissioni di CH<sub>4</sub> sono convertite in CO<sub>2</sub> equivalenti, ma si riferiscono alle emissioni effettive.

Il CH<sub>4</sub> fossile e quello biogenico si comportano in maniera identica in atmosfera e, dal punto di vista dell'effetto serra diretto, non si differenziano. L'ossidazione del CH<sub>4</sub> nell'atmosfera produce CO<sub>2</sub>. Ciò comporta una piccola differenza: la CO<sub>2</sub> derivante dall'ossidazione del CH<sub>4</sub> fossile si aggiunge alle emissioni di CO<sub>2</sub> fossile. Al contrario, la CO<sub>2</sub> derivante dall'ossidazione del CH<sub>4</sub> biogenico non è inclusa, poiché si presume che sia già considerata nel bilancio del carbonio del settore dell'uso del suolo.

---

<sup>4</sup> IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers, sezione D1.1.

<sup>5</sup> MacDougall, A. H. et al.: Is there warming in the pipeline? A multi-model analysis of the Zero Emissions Commitment from CO<sub>2</sub>, Biogeosciences, 17, 2987–3016, <https://doi.org/10.5194/bg-17-2987-2020>, 2020

<sup>6</sup> Descrizione del modello: Leach, N. J. et al.: FairV2.0.0: A generalized impulse response model for climate uncertainty and future scenario exploration, Geosci. Model Dev., 14, 3007–3036, <https://doi.org/10.5194/gmd-14-3007-2021>, 2021 / Smith, C.: Fair calibration data (1.4.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10566813>, 2023.

<sup>7</sup> IPCC, Special report on 1.5°, <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/spm-c/>, Figure SPM.3A

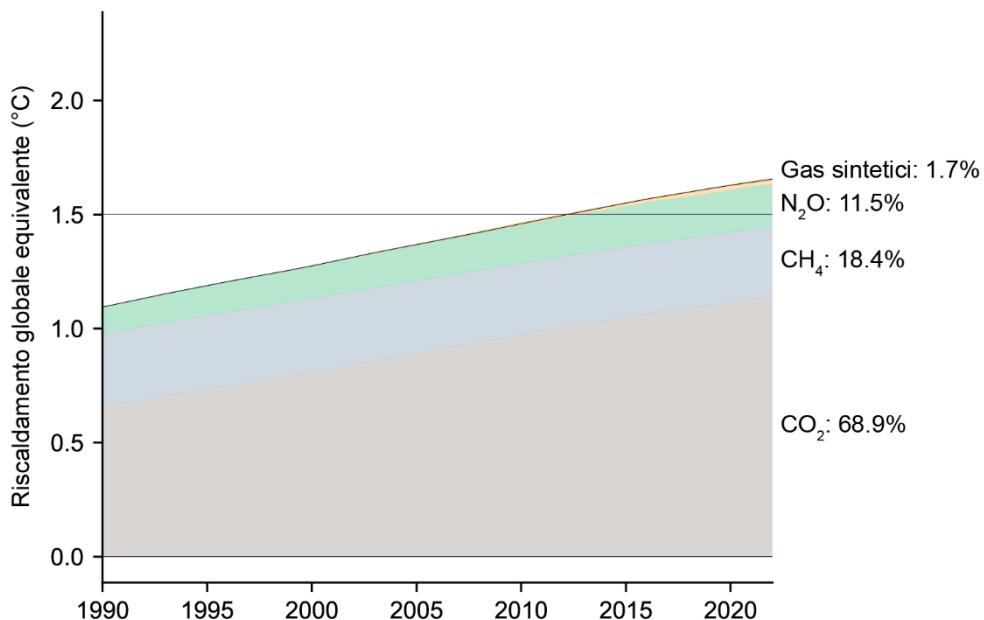


Figura 1: riscaldamento globale equivalente causato da emissioni generate a livello nazionale dalla Svizzera da 1850 calcolato con un modello climatico (FAIR) dal Politecnico federale di Zurigo. I dati percentuali indicano in che misura le emissioni di biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e gas sintetici finora generate dalla Svizzera incidono sul riscaldamento. Il riscaldamento globale equivalente corrisponde al riscaldamento globale che si ottiene moltiplicando il riscaldamento indotto dalle emissioni generate dalla Svizzera con il fattore demografico mondo/svizzera in un determinato anno di riferimento. In questo caso, l'anno di riferimento è il 1990, quando il numero di abitanti del pianeta era 800 volte superiore a quello della Svizzera. Negli anni 2000, 2010 e 2020 il fattore demografico corrisponde rispettivamente a 860, 890 e 900. Il riscaldamento effettivo è costituito dall'impatto climatico di altre emissioni, come ad esempio altri gas serra diretti o indiretti come gli aerosol, che, a seconda della sostanza, hanno la capacità di rendere il clima più caldo o più freddo.

A causa delle diverse proprietà dei vari gas serra, non esiste una metrica universale adatta a convertirli in  $\text{CO}_2$  equivalenti. Alla luce dei numerosi e complessi processi, il contributo di ogni singolo gas serra al riscaldamento climatico può essere rappresentato in maniera adeguata solo ricorrendo a modelli climatici dettagliati calibrati. Le metriche consentono di ottenere solo delle approssimazioni che, sulla base di determinati assunti, permettono di convertire diversi gas serra in  $\text{CO}_2$  equivalenti. Tra i principali assunti vi sono per esempio l'orizzonte temporale sul quale si concentra l'osservazione (p. es. 20 anni, 100 anni) o se l'analisi riguarda emissioni puntuali (emissione pulsata) o il loro andamento su un arco di tempo rispetto a un determinato punto di riferimento nel tempo (p. es. rispetto ad oggi, al 1990 o ai livelli preindustriali). In funzione degli assunti si ottengono diversi  $\text{CO}_2$  equivalenti e, di conseguenza, anche una diversa valutazione delle emissioni.

Oltre alla metrica adottata e consolidata a livello internazionale (v. sezione 1), la letteratura scientifica fornisce alternative valide ai potenziali di riscaldamento globale (GWP), le quali descrivono in modo diverso l'andamento temporale dell'impatto climatico dei gas serra a vita breve nel contesto dei bilanci delle emissioni.<sup>8</sup> L'Accademia svizzera di scienze naturali (SCNAT) ha descritto e confrontato in dettaglio i vari metodi di valutazione in una scheda informativa (disponibile in tedesco, francese e inglese).<sup>9</sup> La scelta della metrica dipende dal

<sup>8</sup> [Mazzotti et al. \(2024\): A framework to assess the climate impact of non- \$\text{CO}\_2\$  emissions of Switzerland – Executive and Technical Summaries](#), ETH Zurich commissioned by the Federal Office for the Environment (FOEN).

<sup>9</sup> [Questions et réponses sur l'effet climatique du méthane \(scnat.ch\)](#), [Scheda informativa Effet climatique et émissions d'équivalents  \$\text{CO}\_2\$  des substances à courte durée de vie](#)

modo in cui ci si pone la questione. Ciascuna metrica considera solo aspetti specifici e richiede la formulazione di assunti sul periodo in esame. Tuttavia, la valutazione delle emissioni deve tenere conto anche di ponderazioni di natura sociale e politica, di questioni di responsabilità storica o di equità. Una discussione esaustiva sul tema delle metriche è stata pubblicata dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura al capitolo 9 della sua relazione «Methan emissions in livestock and rice systems» (in inglese).<sup>10</sup>

### 3 Impatto climatico delle emissioni del trasporto aereo

Oltre alle emissioni di CO<sub>2</sub>, nel trasporto aereo hanno un effetto sul clima anche le emissioni di altri componenti, come il vapore acqueo, gli ossidi di azoto, il biossido di zolfo e la fuligine. L'effetto di queste emissioni dipende dalla quantità di queste emissioni (e quindi anche dai movimenti degli aeromobili) e da numerosi altri fattori, come la flotta di aeromobili (tecnologia), le operazioni di volo (ad esempio l'altitudine e la velocità), le condizioni ambientali (temperatura, umidità relativa, concentrazione di fondo degli inquinanti atmosferici) o il periodo considerato (ore, giorni, anni), poiché le diverse sostanze rimangono nell'aria per tempi diversi. L'Accademia svizzera di scienze naturali (SCNAT) ha riassunto lo stato attuale delle conoscenze (in francese, disponibile anche in tedesco e inglese) in una scheda informativa (in francese, disponibile anche in tedesco e inglese).<sup>11</sup>

## 10 Methane emissions in livestock and rice systems (fao.org)

## 11 Scheda informativa trasporto aereo

**Tabella 1: potenziali di riscaldamento (GWP<sub>100</sub>) al momento adottati nell'inventario dei gas serra della Svizzera. Fonte: IPCC, 2013 (Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 8, Appendix 8.A, Table 8.A.1).**

| Gas serra                           | Formula chimica  | Effetto in CO <sub>2</sub> eq |
|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| Biossido di carbonio                | CO <sub>2</sub>  | 1                             |
| Metano (biogenico)                  | CH <sub>4</sub>  | 28                            |
| Protossido di azoto, gas esilarante | N <sub>2</sub> O   | 265                           |
| <i>Idrofluorocarburi (HFC)</i>      |  |                               |
| – HFC-23                            | CHF <sub>3</sub>   | 12 400                        |
| – HFC-32                            | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>                                   | 677                           |
| – HFC-41                            | CH <sub>3</sub> F  | 116                           |
| – HFC-43-10mee                      | CF <sub>3</sub> CHFCHFCF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>            | 1 650                         |
| – HFC-125                           | CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                                 | 3 170                         |
| – HFC-134                           | CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>                                | 1 120                         |
| – HFC-134a                          | CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>                                 | 1 300                         |
| – HFC-143                           | CH <sub>2</sub> FCHF <sub>2</sub>                                | 328                           |
| – HFC-143a                          | CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>                                  | 4 800                         |
| – HFC-152                           | CH <sub>2</sub> FCH <sub>2</sub> F                               | 16                            |
| – HFC-152a                          | CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>                                 | 138                           |
| – HFC-161                           | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F                                | 4                             |
| – HFC-227ca                         | CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>                 | 2 640                         |
| – HFC-227ea                         | CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>                               | 3 350                         |
| – HFC-236cb                         | CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                 | 1 210                         |
| – HFC-236ea                         | CHF <sub>2</sub> CHFCF <sub>3</sub>                              | 1 330                         |
| – HFC-236fa                         | CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                  | 8 060                         |
| – HFC-245ca                         | CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>                | 716                           |
| – HFC-245cb                         | CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>                  | 4 620                         |
| – HFC-245ea                         | CHF <sub>2</sub> CHFCHF <sub>2</sub>                             | 235                           |
| – HFC-245eb                         | CH <sub>2</sub> FCHFCF <sub>3</sub>                              | 290                           |
| – HFC-245fa                         | CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                 | 858                           |
| – HFC-263fb                         | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                  | 76                            |
| – HFC-272ca                         | CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>                  | 144                           |
| – HFC-329p                          | CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> | 2 360                         |
| – HFC-365mfc                        | CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>  | 804                           |

| <i>Perfluorocarburi</i>            |                                   |        |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| – Perfluorometano – PFC-14         | CF <sub>4</sub>                   | 6 630  |
| – Perfluoroetano – PFC-116         | C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>     | 11 100 |
| – Perfluorociclopropano – PFC c216 | c-C <sub>3</sub> F <sub>6</sub>   | 9 200  |
| – Perfluoropropano – PFC-218       | C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>     | 8 900  |
| – Perfluorobutano – PFC-31-10      | C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>    | 9 200  |
| – Perfluorociclobutano – PFC-318   | c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>   | 9 540  |
| – Perfluorociclopentano            | c-C <sub>5</sub> F <sub>8</sub>   | 2      |
| – Perfluoropentano – PFC-41-12     | n-C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>  | 8 550  |
| – Perfluoroesano – PFC-51-14       | C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>    | 7 910  |
| – Perfluoroheptano – PFC-61-16     | n-C <sub>7</sub> F <sub>16</sub>  | 7 820  |
| – Perfluorooctano – PFC-71-18      | C <sub>8</sub> F <sub>18</sub>    | 7 620  |
| – Perfluorodecalina – PFC-91-18    | C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>   | 7 190  |
| – Perfluorodecalina (cis)          | Z-C <sub>10</sub> F <sub>18</sub> | 7 240  |
| – Perfluorodecalina (trans)        | E-C <sub>10</sub> F <sub>18</sub> | 6 290  |
| Esafluoro di zolfo                 | SF <sub>6</sub>                   | 23 500 |
| Trifluoruro di azoto               | NF <sub>3</sub>                   | 16 100 |