



Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/>

## Il PESO delle emissioni climalteranti collegato ad alcune attività e al modo di realizzarle

di Marco Cervino,

ricercatore pubblico al CNR-ISAC, Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima per I CARE

Le emissioni di gas climalteranti sono il problema globale del secolo in corso.<sup>1</sup>

Si misurano in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente,<sup>2</sup> emesse in un determinato periodo tempo (ad es. un anno). Le città (i luoghi ove vive la maggioranza della popolazione) sono al centro del problema.

“I CARE”, un gruppo di cittadine e cittadini di Albinea e Reggio Emilia, si interroga, e interroga i cittadini, sul “peso” delle nostre attività, servizi, azioni e uso dei prodotti.



Attraverso domande “apparentemente” semplici, e attraverso l’esperienza sensoriale del “peso” collegato alle nostre risposte, si possono accrescere consapevolezza e sensibilità circa la urgente necessità<sup>3</sup> di ridurre (mitigare) le emissioni climalteranti.

Questa scheda è composta di due parti. La prima risponde all’esigenza di dare un peso relativo alle risposte chiuse alle domande formulate da I CARE, in modo da realizzare un “carico”, una massa tangibile a chi affronta il percorso fatto di domande e risposte. Si tratta di pesi relativi,

---

<sup>1</sup> La sintesi espressa dal Segretario Generale delle Nazioni Unite, Guterres, (28/02/22) è secca:

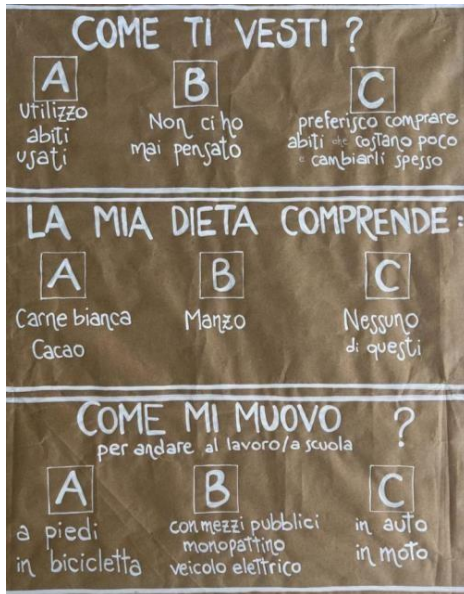
“Il rapporto odierno dell'IPCC [il comitato intergovernativo sui cambiamenti climatici dell'ONU] è un atlante della sofferenza umana e un atto d'accusa schiacciante contro la fallita leadership climatica. Con fatti su fatti, questo rapporto rivela come le persone e il pianeta vengono presi di mira dai cambiamenti climatici. Quasi la metà dell'umanità vive nella zona di pericolo, ora. Molti ecosistemi sono al punto di non ritorno, ora. L'inquinamento da carbonio incontrollato sta costringendo i più vulnerabili del mondo a una marcia forzata verso la distruzione - ora. I fatti sono innegabili. Questa abdicazione alla leadership è criminale. I più grandi inquinatori del mondo sono colpevoli dell'incendio doloso della nostra unica casa. È essenziale raggiungere l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura globale a 1,5 gradi. La scienza ci dice che ciò richiede al mondo di ridurre le emissioni del 45% entro il 2030 e di raggiungere emissioni nette zero entro il 2050. Ma secondo gli impegni attuali, le emissioni globali dovrebbero aumentare di quasi il 14% nel decennio in corso. Il che conduce a catastrofe. Distruggerà ogni possibilità di mantenere in vita l'obiettivo di 1,5 gradi.” [video e testo completo qui: [www.unicef.org/vietnam/press-releases/un-secretary-generals-remarks-launch-intergovernmental-climatechange-report-ipcc](http://www.unicef.org/vietnam/press-releases/un-secretary-generals-remarks-launch-intergovernmental-climatechange-report-ipcc)]

<sup>2</sup> CO<sub>2eq</sub> è una misura utilizzata per sommare le emissioni di vari gas serra sulla base del loro potenziale di riscaldamento globale (GWP), convertendo quantità di altri gas nella quantità equivalente di anidride carbonica con lo stesso potenziale di riscaldamento globale. Tonnellate di CO<sub>2eq</sub> = tonnellate di gas serra \* GWP del gas.

Ad esempio, il GWP per il metano (CH<sub>4</sub>) è 25, e per il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) 298, secondo il protocollo ISPRA di inventario delle emissioni climalteranti. Una tonnellata di metano è equivalente a 25 tonnellate di CO<sub>2eq</sub>

<sup>3</sup> <https://news.un.org/en/story/2023/07/1139162>

una risposta approssimata e qualitativa, pesi che generano una esperienza sensoriale, che non pretendono di indicare differenze quantitative precise.



Su ciascuna domanda, sarà indicato il peso di ogni risposta assegnato in base alle emissioni specifiche note in condizioni medie e approssimate, il peso 1 corrisponde all'opzione meno impattante (con l'eccezione della domanda n.4). Va sottolineato che effettuare un confronto tra i pesi attribuiti a domande differenti è privo di significato: due opzioni di risposta con lo stesso peso relativo ma per domande diverse, non indicano impatti comparabili; due opzioni con peso doppio uno rispetto all'altro, ma per domande differenti, non rappresentano una indicazione di impatto doppio uno rispetto all'altro.

La seconda parte raccoglie fattori di emissione raccolti da fonti tracciabili e scientifiche, sui quali mi sono basato per suggerire i pesi elencati nella prima parte. Sono forniti per lasciare comunque uno strumento di stima su base tecnica

e scientifica, utilizzabile in differenti contesti.<sup>4</sup>

## 1) I pesi relativi

I CARE ha formulato 10 quesiti a risposta chiusa. Ad ogni opzione di risposta, viene associata una massa indicativa della "leggerezza" o "pesantezza" della scelta. I suggerimenti di seguito riportati sono ragionevolmente derivati dalle considerazioni tecniche quantitative riportate nella seconda parte.

- Hai pannelli fotovoltaici?**
  - si (1);
  - no (3);
- La tua banca ha un piano di sostenibilità ambientale?**
  - si (1);
  - no (2);
- La tua casa è in classe energetica A?**
  - si (1);
  - no (5);
- Hai mai partecipato a progetti di forestazione attraverso la messa a dimora di piante?**
  - si prelevamento di massa (peso negativo);
  - no (1.5);
- Vai in vacanza usando:**
  - treno bicicletta (1);
  - aereo nave (3);

<sup>4</sup> si veda ad es. <https://www.isac.cnr.it/it/content/da-climalteranti-clima-mitiganti>



- altro (auto) (3);
- 6. **La tua compagnia elettrica fornisce energia da fonti rinnovabili?**
  - si (1);
  - no (3);
  - non lo so (2);
- 7. **Quando si vota:**
  - Voto chi sostiene politiche ambientali (1);
  - voto indipendentemente dalle scelte ambientaliste (peso non definito);
  - non voto (peso non definito)
- 8. **Come ti vesti?**
  - utilizzo abiti usati (1);
  - non ci ho mai pensato (2);
  - preferisco comprare abiti che costano poco e cambiarli spesso (2);
- 9. **La tua dieta comprende:**
  - carne bianca e cacao (2);
  - manzo(3);
  - nessuno di questi (1):
- 10. **Come mi muovo per andare al lavoro/scuola?**
  - a piedi in bicicletta (1);
  - con mezzi pubblici monopattino veicolo elettrico (1.5);
  - con auto moto (3).

## 2) Informazioni e numeri

1. Pannelli fotovoltaici. La loro installazione e uso consente di non consumare elettricità prodotta da fonti fossili. **Ogni chilowattora di energia autoprodotta e consumato, comporta evitare l'emissione di 0,3 kg di CO<sub>2</sub>** (Fattore di emissione energia elettrica mix-nazionale (ISPRA report 343/2021): 280 kgCO<sub>2</sub>eq/MWh).
2. Sostenibilità ambientale e impronta di carbonio delle aziende. La metrica del comportamento "sostenibile" delle aziende (produttrici di beni e o servizi) è oggetto di un lavoro di conoscenza in pieno sviluppo, con una vivace discussione su quali indicatori utilizzare. L'indicazione in questo caso è quella di penalizzare la scelta peggiore con un peso doppio.
3. Come si misura la prestazione energetica di una casa. Sappiamo cosa è l'APE? Il fabbisogno di una casa pari a 200 kWh/m<sup>2</sup>/anno di energia non rinnovabile che significato ha? è tanto o poco? Nella nostra città quanto "richiedono" le case migliori (Classi A e B)? e quanto le peggiori (classi E, F, G)?

Dagli Attestati di Prestazione Energetica (APE) degli edifici, possiamo ricavare tante informazioni, tra cui il fabbisogno energetico e l'emissione di kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/anno. Migliorare di due o tre classi energetiche le prestazioni della propria casa significa dimezzare consumi e emissioni. Per avere una idea quantitativa, diminuire il



fabbisogno energetico di energia non rinnovabile soddisfatto dalla combustione di metano (per mezzo di rivestimenti -cappotti-, infissi e impianti adeguati) nella misura di 100 kWh/m<sup>2</sup>/anno, significa (per una casa di 100 m<sup>2</sup>) **evitare** la combustione di 1000 m<sup>3</sup> di gas e l'emissione in atmosfera di circa 2 tonnellate di CO<sub>2</sub>/anno.

4. Piantumazione. La “piantumazione” è una attività capace di compensare le emissioni provocate dai settori emissivi. La forestazione è fra le attività riconosciute anche dall'IPCC (Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici dell'ONU) come capaci di emissioni “negative”, da contabilizzare per puntare a un bilancio nullo (o addirittura negativo). Uno studio delle National Academies of Sciences USA (2019) stima che se forestazioni fossero praticate ovunque sul globo ci fosse terreno libero da altre funzioni ritenute necessarie, o dalle urbanizzazioni, la capacità di sequestro arriverebbe al massimo a 1 miliardo di tCO<sub>2</sub>/anno. La quantità di CO<sub>2</sub> sottratta dall'atmosfera da una pianta in un anno di vita può variare anche di un fattore 10 a seconda della specie, del clima locale, delle condizioni di gestione, degli stress, della condizione iniziale del terreno, eccetera. I valori qui di sotto suggeriti, per fare valutazioni e stime di efficacia per progetti di piantumazione e gestione del verde, sono tratti da un'analisi pubblicata nel 2018 da Bernal e colleghi (“Global carbon dioxide removal rates from forest landscape restoration activities”), cercando i valori meglio corrispondenti alle specie e al clima della nostra regione a clima temperato. Volendo distinguere fra nuova piantumazione (np: terreno scoperto, e rimboschito di solito con una sola specie) e rigenerazione (ri: messa in gestione di un incolto), si possono applicare i seguenti risultati:

- np specie a foglia larga 12 tCO<sub>2</sub>/ettaro/anno
- np eucalipto 38 tCO<sub>2</sub>/ettaro/anno
- ri mix di specie 10 tCO<sub>2</sub>/ettaro/anno per i primi 20 anni di intervento, 4.5 tCO<sub>2</sub>/ettaro/anno nei successivi 40 anni.

Un risultato maggiore si ottiene in media nei territori a clima tropicale e umido, che qui riporto in relazione a progetti di neutralizzazione delle emissioni locali attuati attraverso progetti di collaborazione in Paesi con clima differente:

- mix di specie arboree, 30 tCO<sub>2</sub>/ettaro/anno.

Una stima approssimata per singola pianta si ottiene dividendo per 1000 i suelencati valori per ettaro.

Per quanto riguarda i “pesi” da prevedersi per l'esperienza sensoriale, mi pare opportuno suggerire che per l'opzione di contribuire alla piantumazione si compia un prelievo dal bagaglio delle emissioni, per comunicare che appunto esiste questa attività che ha l'intento di catturare e metabolizzare le emissioni antropiche non altrimenti abbattibili.



5. Trasporti, viaggi lunghi (vacanze). I mezzi a combustione interna emettono svariati inquinanti, e gas climalteranti. Il fattore emissivo del proprio mezzo personale può essere ricavato dalla carta di circolazione.

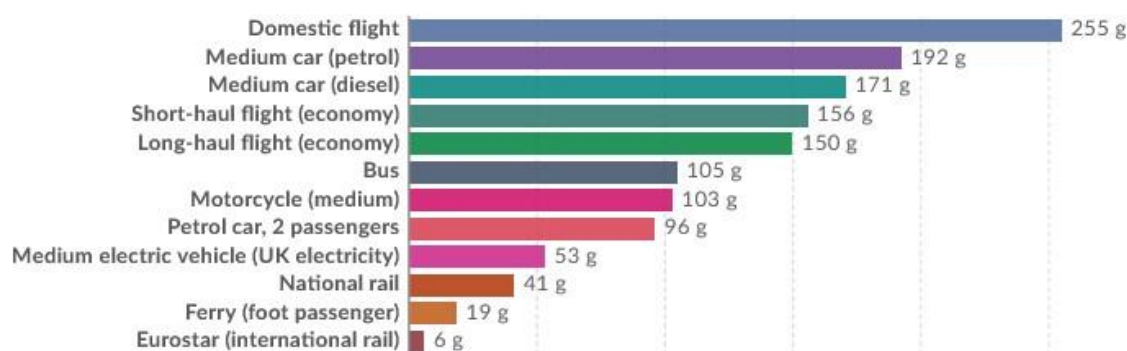
I valori dei fattori emissivi per viaggi aerei e navali sono soggetti a numerose ipotesi. Può interessare confrontare il fattore ricavato per passeggero (fortemente dipendente da quanto carico è il mezzo) per km. Quella che segue è una elaborazione desunta dal progetto "Our World in Data" (<https://ourworldindata.org/grapher/carbon-footprint-travel-mode>)

## Carbon footprint of travel per kilometer, 2018

Our World  
in Data

The carbon footprint of travel is measured in grams of carbon dioxide-equivalents per passenger kilometer. This includes the impact of increased warming from aviation emissions at altitude.

+ Add travel mode



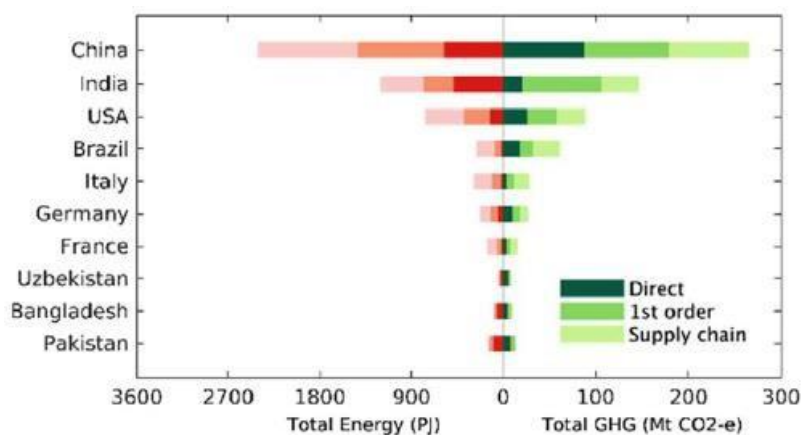
Source: UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Greenhouse gas reporting: conversion factors 2019.  
Note: Data is based on official conversion factors used in UK reporting. These factors may vary slightly depending on the country, and assumed occupancy of public transport such as buses and trains.  
[OurWorldInData.org/transport](https://ourworldindata.org/transport) • CC BY

6. Energia elettrica da fonti rinnovabili. Ogni fornitore commerciale di energia elettrica mette a disposizione del consumatore energia generata dalla combinazione di provenienze di origine diverse (mix), come gas naturale, carbone, fonti rinnovabili, che produce o acquista sul mercato della produzione. La percentuale di ogni voce del mix varia da fornitore a fornitore. Per legge, le percentuali sono comunicate per ogni anno solare in bolletta. Questo consente a ogni utente di calcolare il proprio fattore emissivo per kWh consumato. Ad esempio, il fornitore Sgr comunica (a destra nell'immagine sottostante) la composizione percentuale del proprio mix, mettendola a confronto (a sinistra) con il mix medio nazionale. Applicando fattori emissivi per ogni fonte, pesati per la percentuale di utilizzo, si ottiene per l'azienda in esame 308 gCO<sub>2</sub>/kWh, mentre per il mix medio nazionale si ottiene 229 gCO<sub>2</sub>/kWh. Per come è posta la domanda, però, sembra si intenda assegnare un peso in ragione della consapevolezza del problema. Se sai (o no) che la tua energia elettrica è più o meno "pesante", puoi porti la domanda su come "trasformarla" in meno pesante, contribuendo a eliminare le emissioni dei combustibili fossili delle centrali termoelettriche non solo installando pannelli fotovoltaici in proprio (si veda domanda 1), ma anche sottoscrivendo contratti di fornitura che richiedano energia al 100% rinnovabile.

## 7 Informazioni per i clienti

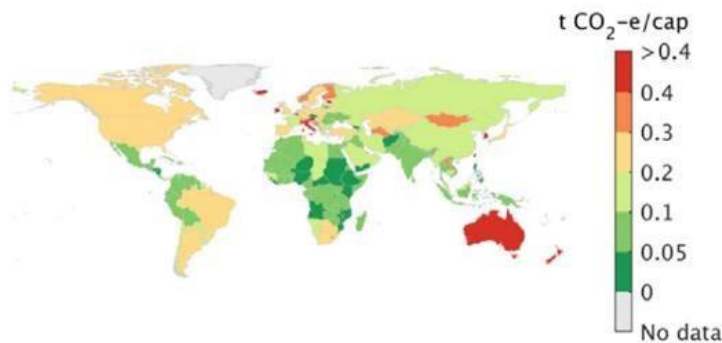
Composizione del Mix Medio Nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nel 2020:		Composizione del Mix energetico utilizzato per la produzione dell' energia elettrica venduta da Sgr Servizi (valori in %):	
Fonti rinnovabili	45,04%	Fonti rinnovabili	26,38%
Carbone	6,34%	Carbone	8,39%
Gas Naturale	42,28%	Gas Naturale	57,03%
Prodotti petroliferi	0,48%	Prodotti petroliferi	0,63%
Nucleare	3,22%	Nucleare	4,03%
Altre fonti	2,64%	Altre fonti	3,55%

7. Ruolo della democrazia rappresentativa (voto). Non ritengo possibile stabilire, fra le tre scelte proposte, una relazione per quanto semplificabile in termini di rapporto numerico. La questione richiederebbe un approfondimento nell'ambito proprio delle scienze politiche.
8. Scelta sul vestiario. L'impatto del settore sull'economia e sulle emissioni climalteranti è fra quelli in crescita, ed è stato stimato che pesi attorno al 2-3% delle emissioni totali globali (Peters e colleghi, 2021). La parte preponderante a livello globale, in termini assoluti, la fanno alcune nazioni asiatiche, Cina in testa; bisogna tenere presente allo stesso tempo che gli articoli di vestiario asiatico inondano il mercato globale (Cina, Bangladesh, India e Vietnam rappresentano la metà del mercato<sup>5</sup>).



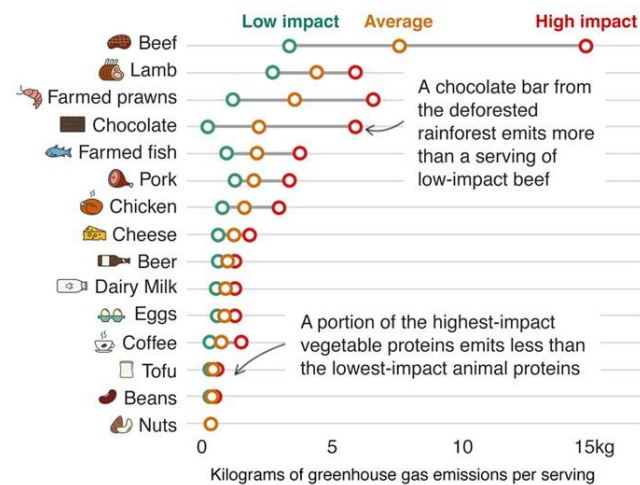
Analizzando nazione per nazione, e rapportando alla popolazione, emergono differenze fino a un fattore 10, da meno di 50 kgCO<sub>2eq</sub>/persona/anno, a oltre 400 kgCO<sub>2eq</sub>/persona/anno, con l'Italia piazzata tra le nazioni al vertice delle emissioni per persona. Una attenzione dunque alla scelta degli acquisti si rende necessaria, allungando il più possibile la durata dei capi e delle scarpe, limitando la quantità e la frequenza degli scarti.

<sup>5</sup> Leal Filho e colleghi, 2022. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.973102/full> in particolare tab.1



9. Dieta. Anche in questo campo i fattori da tenere presente sono tanti, dal fabbisogno di proteine e altri componenti basilari dell'alimentazione, alla grande variabilità di impatto dovuto alle modalità di allevamento, produzione-trasformazione e trasporto. Da una fonte di dati di natura giornalistica (BBC), ma che riporta uno studio pubblicato su *Science* nel 2018, è possibile avere un'idea delle emissioni legate al consumo delle **porzioni** di cibo differente. Si noti come una barretta di cioccolato "servita" attraverso una filiera negativa impatti più di una bistecca di bovino "media".

Kilograms of greenhouse gas emissions per serving



Source: Poore & Nemecek (2018), Science

BBC

Guardando le cose dal punto di vista del fabbisogno di proteine: in Emilia Romagna secondo Coldiretti si consumano:

- 79 kg/anno di carne pro-capite -> 1.5 kg/sett -> 300 g/sett proteine da carne
- 53 kg/anno latte pro-capite -> 1 l/sett-> 30 g/sett proteine da latte
- 20.9 kg/anno formaggi pro-capite -> 400 g/sett-> 100 g/sett proteine da formaggio

Una persona dovrebbe assumere circa 420 g/sett di proteine, che è circa la quantità indicata da Coldiretti.

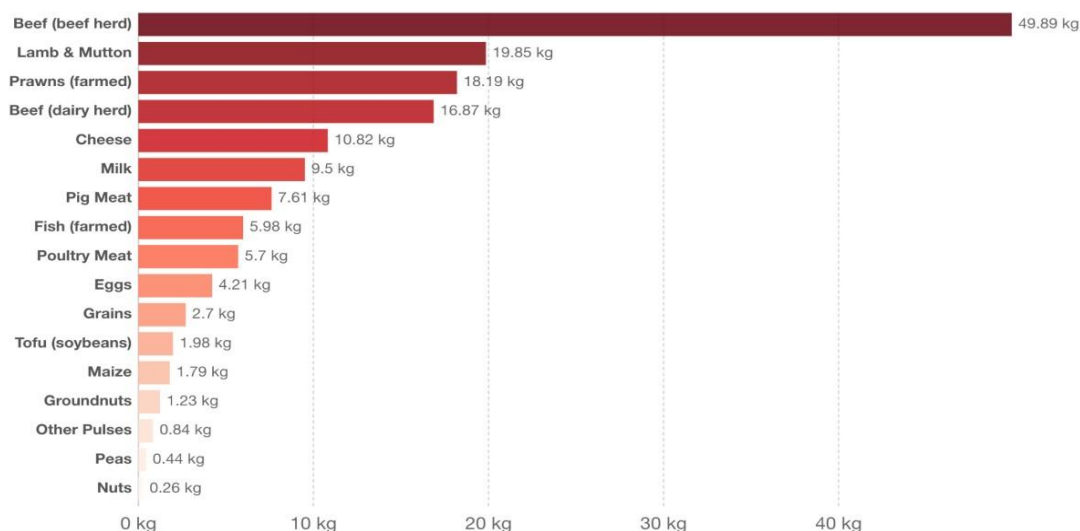
Non tutte le proteine, però, hanno lo stesso impatto: a parità di apporto nutrizionale (100 g di proteine), l'emissione climalterante imputabile alla catena alimentare varia



da tipo a tipo di proteine (animali, vegetali). Consideriamo inoltre che è possibile consumare dei pasti utilizzando solo proteine vegetali: per avere un apporto equilibrato di aminoacidi essenziali occorre combinare legumi e cereali. E scopriamo quanta CO<sub>2eq</sub> in meno si emette.

### Greenhouse gas emissions per 100 grams of protein

Greenhouse gas emissions are measured in kilograms of carbon dioxide equivalents (kgCO<sub>2eq</sub>) per 100 grams of protein. This means non-CO<sub>2</sub> greenhouse gases are included and weighted by their relative warming impact.



Source: Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Additional calculations by Our World in Data. OurWorldInData.org/environmental-impacts-of-food • CC BY  
Note: Data represents the global average greenhouse gas emissions of food products based on a large meta-analysis of food production covering 38,700 commercially viable farms in 119 countries.

Per utilizzare i dati della figura precedente c'è bisogno di un fattore di conversione, in quanto in una dose giornaliera di carne o latte non ci sono 100g di proteine. Si possono trovare questi fattori (g di proteine per 100 g di prodotto) sul sito del CREA (<https://alimentinutrizione.it/tabelle-nutrizionali/ricerca-per-nutriente>). Nella tabella sottostante ne riporto alcuni a scopo indicativo. Ad esempio, rinunciare per un giorno a una bistecca (100 g di prodotto, 20g di proteine) di **carne di manzo** significa evitare  $20/100 \times 49.89 \text{ kgCO}_{2eq} = 10 \text{ kgCO}_{2eq}$  circa, mentre l'utilizzo di **2 uova** (circa lo stesso contenuto proteico) comporta un'emissione di  $2 \times 12/100 \times 4.21 = 1.0 \text{ kgCO}_{2eq}$  circa.

Contenuto in proteine per 100 g di prodotto	g
Soia secca	37
Prosciutto o salame	28-30
tonno sott'olio sgocciolato	25
pecorini/caciotte	24-29
Legumi secchi (fagioli, lenticchie, ceci, fave)	20-23
mandorle secche	22
carni	20-22
Spigola, sardina, orata, sarago, trota	20-21
mozzarella di vacca	19

noci secche	14
uovo gallina intero	12
pasta di semola cruda	13.5
pane	8-9
tofu	8
riso	7-9
Crema di nocciole e cacao	7
Fagioli, Cannellini in scatola, scolati	6
Latte, yogurt	3-4





Per come è formulata la domanda, il comportamento più virtuoso (niente carne bovina, pollame e cioccolata), non esclude pesce, formaggi, carne ovina o suina. Per questo i pesi suggeriti, relativi, sono più contenuti di quelli che si potrebbero indicare relativamente a una dieta vegetariana o quasi. Ho indicato comunque un peso relativo per l'opzione pollame e cacao che tenesse conto della criticità dell'uso della cioccolata.

Con i dati forniti in questa scheda è possibile stimare come calcolare il proprio peso emissivo a seconda di come viene composta la propria dieta.<sup>6</sup>

10. Spostamenti casa-scuola-lavoro (spostamenti urbani frequenti). Constatato che il movimento senza veicoli (prima risposta) sia il più virtuoso, rimane da considerare che le emissioni dovute all'utilizzo di auto e moto, variando ovviamente da modello a modello, indicano che la terza opzione sia la peggiore. Da ISPRA (<https://fettransp.isprambiente.it/#/>, dati2020), ricaviamo i fattori emissivi medi per veicoli a combustione interna, che possono essere usati per valutare l'impatto della riduzione della circolazione di auto.

fattori emissivi medi	gCO <sub>2eq</sub> /km
Auto	164
merci leggeri	245
merci pesanti	678
Ciclomotori	58
Motocicli	110

*Fattori emissivi medi per tipo di veicolo a motore endotermico, solo fase d'uso*

---

<sup>6</sup> Si vedano ad esempio le schede di lavoro prodotte nell'incontro (gruppo di lavoro) a Nonantola (MO), sulle emissioni relativi a stili di vita, <https://www.isac.cnr.it/en/content/nonantola> ed in particolare il resoconto dell'attività <https://www.isac.cnr.it/sites/default/files/2023-02/restituzione%20gruppo%20stili%20di%20vita.pdf>