

INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI

LA RELAZIONE TRA QUALITÀ DELL'ARIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI È PER IL MONDO SCIENTIFICO IL LEITMOTIV PER LA RICERCA DI RISPOSTE E DELLE NECESSARIE AZIONI DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI. DIVERSI SONO GLI AMBITI DI APPLICAZIONE, MA LO SCOPO UNICO È RIDURRE I MILIONI DI MORTI ALL'ANNO CAUSATI DALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO.

Qualità dell'aria e cambiamento climatico sono due emergenze ambientali critiche con le quali l'umanità si sta purtroppo confrontando. L'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) riporta che nel mondo si verificano 4,2 milioni di morti premature all'anno attribuibili all'inquinamento atmosferico, circa 30 mila solo in Italia. Inoltre, il 99% della popolazione mondiale vive in luoghi nei quali i livelli di inquinamento eccedono i limiti stabiliti dall'Oms stessa a tutela della salute umana. L'inquinamento atmosferico risulta essere infatti a livello globale il secondo fattore di rischio di decesso prematuro secondo il *Global burden of diseases* [1].

Allo stesso modo, il sesto rapporto dell'*Intergovernmental panel on climate change* (Ipcc), il gruppo di scienziati incaricati dalle Nazioni unite di fornire periodici rapporti sullo stato delle conoscenze scientifiche, tecnologiche e socio-economiche sul clima della Terra, l'impatto e i rischi futuri e le opzioni per la mitigazione del cambiamento climatico stesso, pubblicato negli scorsi mesi dopo quattro anni di elaborazione, riporta che il cambiamento climatico dovuto alle attività umane sta già colpendo ogni regione della Terra in molteplici modi, rendendo gli eventi estremi, tra cui ondate di calore, precipitazioni intense e siccità più frequenti e gravi [2]. Sono principalmente le attività umane,

fra le quali produzione di energia, attività agricole e zootecniche, trasporti, processi industriali, gestione dei rifiuti, riscaldamento e raffrescamento degli edifici a causare l'emissione di inquinanti gassosi e particolati che modificano la composizione dell'atmosfera e portano al degrado della qualità dell'aria, contribuendo contemporaneamente al riscaldamento del clima della Terra [3].

Short-lived climate forcers

Questi inquinanti gassosi e particolati vengono definiti nella letteratura *short-lived climate forcers* (Slcf) o, in alcuni casi anche *short-lived climate pollutants* (Slcp), in quanto sono, come detto, sia inquinanti atmosferici sia specie climalteranti [4]. A differenza del biossido di carbonio (CO₂, la principale specie climalterante di origine antropica) il cui effetto climatico ha una durata secolare, gli Slcf possono avere un effetto di riscaldamento o raffreddamento sul clima della Terra su scale temporali molto più brevi, da alcuni giorni ad alcuni anni (*figura 1*). Mentre questa doppia caratteristica degli Slcf dimostra già chiaramente come qualità dell'aria e cambiamento climatico siano fenomeni intimamente connessi, inquinanti e specie climalteranti sono invece frequentemente trattati separatamente sia nel campo della ricerca sia rispetto alle politiche regolatorie. Molte sorgenti emettono invece simultaneamente CO₂ e inquinanti atmosferici. Quando avviamo il motore della nostra automobile o accendiamo il caminetto nella nostra casa, le emissioni in atmosfera che ne derivano comprendono sia CO₂ sia diverse specie inquinanti. Ne deriva quindi che non è possibile univocamente separare le emissioni antropiche nelle due categorie distinte di specie inquinanti e specie climalteranti. Ne consegue anche che le politiche volte alla mitigazione del cambiamento climatico possono comportare benefici,

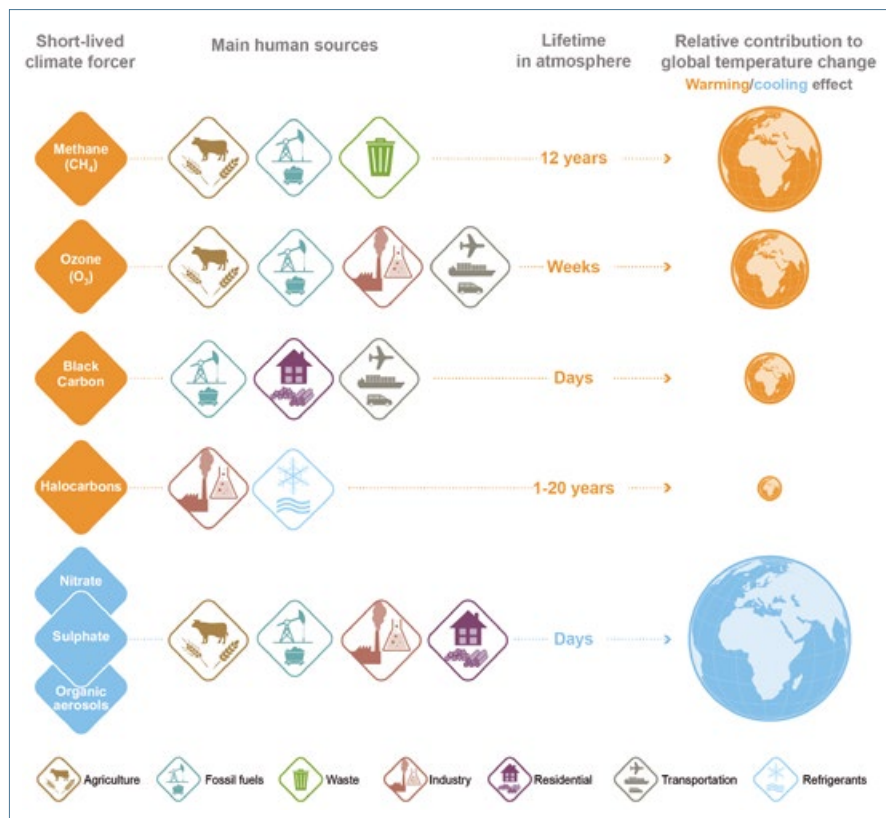


FIG. 1 FORZANTI DI BREVE DURATA

Principali *short-lived climate forcers* (Slcf), loro sorgenti, tempo di permanenza in atmosfera e loro contributo al cambiamento di temperatura della Terra (area del globo terrestre) nel periodo dal 1750 (convenzionalmente preso come l'inizio della rivoluzione industriale) al 2019. Il colore azzurro indica un effetto di raffreddamento del clima mentre il colore arancio indica riscaldamento [4].

ma in taluni casi anche svantaggi, per la qualità dell'aria e viceversa. Le politiche definite *wind-win*, che migliorano simultaneamente la qualità dell'aria e limitano il cambiamento climatico, riguardano ad esempio i miglioramenti dell'efficienza energetica, l'utilizzo di veicoli a zero-emissioni, le pratiche per ridurre la combustione dei residui agricoli e altre ancora. Vi sono però anche politiche cosiddette *wind-lose*. Per esempio, la combustione del legno viene spesso definita a bilancio zero di carbonio (*carbon neutral*), in quanto un albero accumula durante il suo ciclo di vita una quantità di CO₂ pari a quella che viene emessa quando il legno di quell'albero viene bruciato. Tuttavia, la combustione del legno dà anche luogo all'emissione di inquinanti atmosferici quali monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (Voc) e particolato atmosferico (PM), i quali influenzano il clima, la salute umana e gli ecosistemi. Allo stesso modo, la diminuzione della quantità di PM prodotto da alcuni processi industriali e dalla produzione di energia o dai mezzi di trasporto terrestri, marittimi e aerei migliora certamente la qualità dell'aria

ma, allo stesso tempo, ha un effetto di riscaldamento climatico dato che il PM contribuisce al raffreddamento climatico riflettendo la radiazione solare incidente (figura 1). Nella figura 2 è riassunta la complessa catena di processi che hanno luogo in atmosfera e che portano alternativamente benefici o nocimento al clima della Terra, alla salute umana e alle attività agricole. La qualità dell'aria e il cambiamento climatico rappresentano quindi due facce della stessa medaglia e agire sulle due emergenze con politiche integrate può portare a significative sinergie e anche benefici economici, evitando inoltre che politiche volte unicamente a mitigare uno dei due aspetti possano peggiorare l'altro.



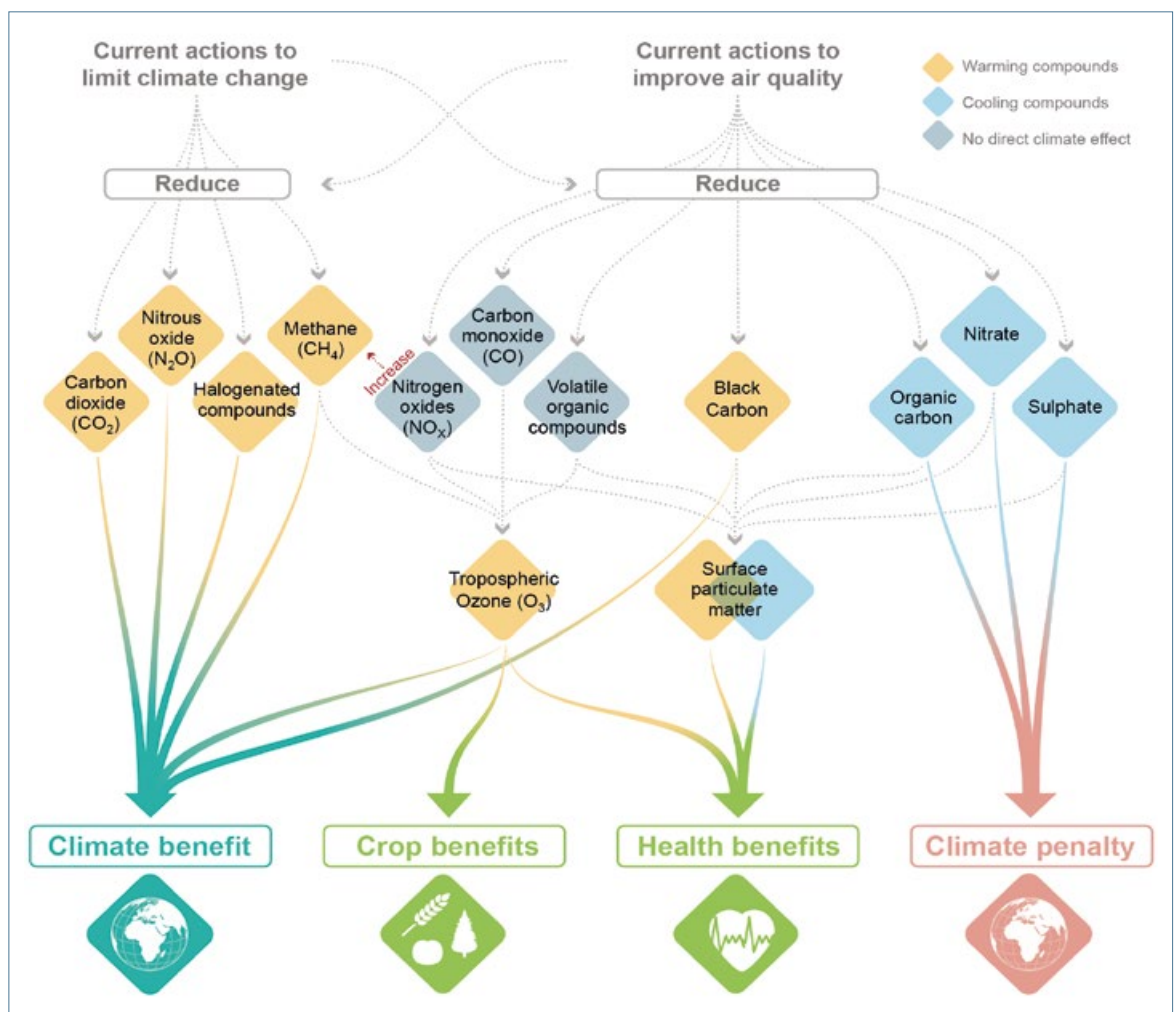
Il caso del metano

Per esemplificare quanto finora detto, e facendo riferimento sempre alla figura 2, può essere utile esaminare il caso del metano (CH₄), il suo effetto su clima e qualità dell'aria e i benefici che la riduzione delle sue emissioni può portare. Il metano è la seconda più importante

specie climalterante di origine antropica dopo il CO₂. La quantità di metano nell'atmosfera è raddoppiata dall'epoca preindustriale e raggiunge attualmente i livelli più elevati degli ultimi 800 mila anni [2]. Il metano viene emesso da una varietà di fonti antropiche, come già evidenziato

FIG. 2
POLITICHE
DI MITIGAZIONE

Interrelazioni fra le politiche volte a limitare il cambiamento climatico (a sinistra) e quelle per il miglioramento della qualità dell'aria (a destra). I gas clima-alteranti e il PM (colori arancio e azzurro) influenzano direttamente il clima della Terra, mentre le specie inquinanti, principalmente PM e ozono troposferico (O₃), hanno un effetto avverso sulla salute umana e sulle rese in agricoltura. Gli inquinanti indicati in grigio non hanno invece un effetto diretto sul clima. Tutti questi composti hanno sorgenti comuni e possono anche interagire fra loro; questo rende impossibile considerarli separatamente [4].



nella *figura 1*: la filiera di estrazione, lavorazione e utilizzo di petrolio, gas e carbone (35% delle emissioni antropiche), la produzione agricola e zootecnica (40%) e la gestione dei rifiuti (20%). Le emissioni antropiche di metano a livello globale ammontano a circa 380 milioni di tonnellate per anno [5].

Il metano è un gas serra circa 80 volte più potente del CO₂ a scala ventennale ma ha, come già visto, un tempo di permanenza medio in atmosfera molto più breve (*figura 1*), e quindi decise riduzioni della sua concentrazione avrebbero un effetto rapido e significativo sul potenziale di riscaldamento atmosferico nei prossimi decenni. Ma il metano rappresenta anche una delle principali sorgenti di ozono troposferico (O₃) in atmosfera, il quale, oltre a essere esso stesso un gas climalterante, è anche un inquinante dannoso per la salute umana (si stimano globalmente circa 500 mila morti premature all'anno dovute all'ozono troposferico di origine antropica) e per l'ambiente, in particolare per la vegetazione e per le rese in agricoltura (grano, riso, mais e soia forniscono i 2/3 delle calorie nella dieta umana a livello globale; ogni milione di tonnellate di metano emesse causa la perdita di 145 mila tonnellate di queste colture essenziali). La riduzione delle emissioni di metano quindi, oltre a essere una strategia efficace per contribuire alla mitigazione del riscaldamento climatico, permette anche di conseguire importanti benefici per la salute pubblica e per l'agricoltura [5].

La riduzione delle emissioni di metano si configura quindi a pieno titolo come una delle sopra accennate politiche ambientali *win-win*, uno dei modi migliori per limitare il riscaldamento del clima a scala dei prossimi decenni conseguendo allo stesso tempo importanti benefici sanitari ed economici dalla riduzione dell'ozono troposferico.

Questo doppio beneficio è anche stato considerato nell'ambito dell'azione cosiddetta *Global methane pledge*, sostenuta da più di 100 paesi, tra cui l'Italia, che rappresenta un impegno a ridurre le emissioni di metano (in aggiunta alle riduzioni già pianificate degli altri gas serra) a livello globale di almeno il 30% rispetto ai livelli del 2020 entro il 2030 [6].

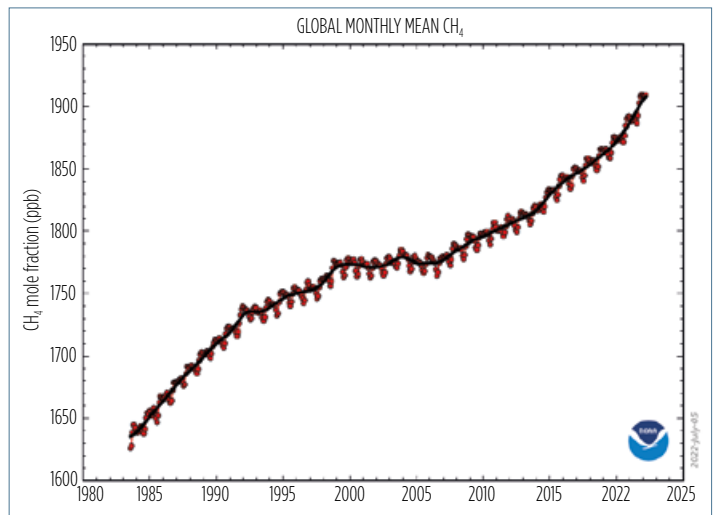
Sandro Fuzzi

Associato senior, Istituto di Scienze dell'atmosfera e del clima, Consiglio nazionale delle ricerche (Isac-Cnr), Bologna
Lead author sesto rapporto Ipcc Wg I

FIG. 3
METANO

Andamento della concentrazione di metano (CH₄) a livello globale dai primi anni '80 a oggi.

Fonte: Noaa Earth System Research Laboratory.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] "The Global burden of diseases study 2019", 2020, *The Lancet*, 336, 1129-1306.
- [2] "Summary for policymakers", 2021a, in *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working group I to the Sixth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-32, doi:10.1017/9781009157896.001.
- [3] Maione M., Fowler D., Monks P.S., Reis S., Rudich Y., Williams M.L., Fuzzi S., 2016, "Air quality and climate change: Designing new win-win policies for Europe", *Environmental Science & Policy*, 65, 48-57.
- [4] Szopa S., Naik V., Adhikary B., Artaxo P., Berntsen T., Collins W.D., Fuzzi S., Gallardo L., Kiendler-Scharr A., Klimont Z., Liao H., Unger N., Zanis P., "Short-lived climate forcers", 2021b, in *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working group I to the Sixth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 817-922, doi:10.1017/9781009157896.008.
- [5] Unep, 2021, *Global methane assessment*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions.
- [6] Gaudioso D., 2022, *Le emissioni di metano in Italia*, Ghg Management Institute per Wwf Italia. www.wwf.it/cosa-facciamo/pubblicazioni/le-emissioni-di-metano-in-italia.

