





# Le città del futuro

Ambiente e salute per città  
più sostenibili e inclusive





# Indice

Premessa	3
<b>1. Relazione tra qualità dell'aria e malattie respiratorie e cardiovascolari</b>	<b>12</b>
Introduzione: agenti ambientali inquinanti, qualità dell'aria respirata ed effetti sulla salute	13
Inquinamento ed effetti sull'apparato respiratorio	18
Inquinamento ed effetti sull'apparato cardiovascolare	19
Inquinanti atmosferici e insufficienza cardiaca	21
Inquinamento e ospedalizzazioni	22
Inquinamento e i costi della salute	23
<b>2. Relazione tra la diffusione del SARS-CoV-2 e l'inquinamento atmosferico</b>	<b>24</b>
<b>3. Inquinamento atmosferico e mobilità: una transizione necessaria</b>	<b>28</b>
Il rapporto tra le emissioni di inquinanti e la mobilità	29
Emissioni di Gas serra dai trasporti: obiettivi fissati dalla normativa e risultanze	33
Emissioni di inquinanti atmosferici dai trasporti: obiettivi fissati dalla normativa e risultanze	36
<b>4. I progetti speciali di Novartis ed Enel X</b>	<b>38</b>
La sfida della gestione della cronicità: il progetto Embrace di Novartis	39
Salute e ambiente: l'impegno di Novartis nella riduzione degli agenti inquinanti e del carbon footprint	41
Il ruolo della mobilità elettrica: l'e-mobility Emission Saving tool di Enel X	43
Conclusioni	48
Bibliografia	51
Sitografia	53

# Premessa

Ambiente ha una radice latina, *ambiens*, *ambire* che in italiano corrisponde a “circondare”. L’origine del termine suggerisce come l’ambiente sia intorno all’uomo e alla sua esistenza, in funzione di raccordo ed equilibrio con tutto l’ecosistema.

La pandemia da SARS-CoV-2 ha dimostrato l’effetto devastante delle crisi sistemiche sul benessere individuale e collettivo, non solo sanitario. Dall’equilibrio ambientale e dalla sostenibilità dipende la capacità di scongiurare la prossima, non lontana, crisi sistemica, questa volta legata agli effetti del cambiamento del clima e del deterioramento ambientale sulla salute e sul benessere dei cittadini.

In particolare, l’inquinamento atmosferico è considerato la più grave minaccia ambientale per la salute umana ed è percepito come la seconda questione più rilevante dopo il cambiamento climatico<sup>1</sup>: secondo l’Organizzazione mondiale della sanità infatti il 91% della popolazione globale è costretta a respirare aria inquinata.

Secondo l’Agenzia Ambientale Europea (EEA)<sup>2</sup> l’inquinamento atmosferico continua ancora oggi ad avere impatti significativi sulla salute della popolazione e, a subirne le principali conseguenze sono evidentemente i cittadini delle aree urbane. Si tratta di un fenomeno che colpisce tutte le fasce della popolazione ma soprattutto quelle più fragili - bambini e anziani - considerate a maggior rischio di esposizione agli inquinanti e di insorgenza di gravi patologie che incidono profondamente sulla morbilità e mortalità nei Paesi europei<sup>3</sup>.

L’impatto in termini di salute si traduce nella diffusione di numerose patologie croniche, soprattutto cardiovascolari e respiratorie (tra cui scompenso cardiaco, infarto miocardico acuto, asma, broncopneumopatia cronica ostruttiva), che secondo i dati dell’Organizzazione mondiale della sanità sono causa complessivamente di 7 milioni<sup>4</sup> di decessi l’anno a livello globale (il 23% del totale dei decessi); 4,2 milioni sono causati da patologie respiratorie e cardiovascolari insorte per l’esposizione ad alta concentrazione di inquinanti atmosferici<sup>5</sup>.

I numeri in Italia sono altrettanto allarmanti: si stima infatti che siano oltre 60 mila le morti premature dovute all’inquinamento atmosferico<sup>6</sup>.

Secondo alcune stime l’impatto economico in Italia raggiunge un massimo di 142 miliardi di euro (e un massimo di 940 miliardi a livello europeo) se si considerano i costi che il Sistema Sanitario Nazionale e quello previdenziale sostengono per la gestione delle patologie, le cure, le visite e la mancata produttività in termini di giorni di lavoro persi<sup>7</sup>.

1 Dossier Legambiente, Mal’Aria di città 2020, gennaio 2020, pg.4, <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/01/Malaria-di-citta-2020.pdf>

2 European Environment Agency, Air quality in Europe, 2019, pg. 7 <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>

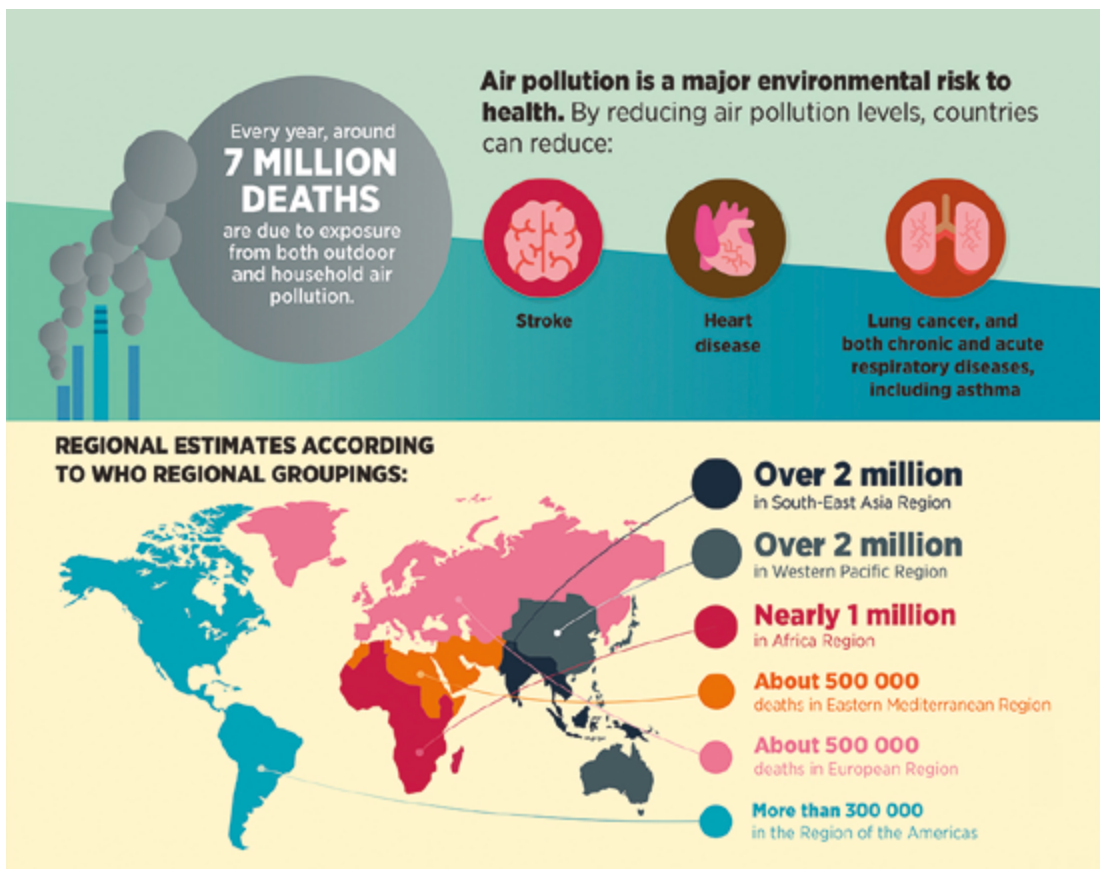
3 A livello europeo: malattie ischemiche del cuore, malattie cerebrovascolari malattie croniche respiratorie, si veda Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Causes\\_of\\_death\\_%E2%80%94\\_standardised\\_death\\_rate\\_EU-28\\_2016\\_\(per\\_100\\_000\\_inhabitants\)\\_HLTH19-IT.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Causes_of_death_%E2%80%94_standardised_death_rate_EU-28_2016_(per_100_000_inhabitants)_HLTH19-IT.png). Per i Dati dei decessi in Italia si rimanda al Rapporto ISTAT “L’evoluzione per la mortalità per causa” che sottolinea anche malattie ischemiche del cuore, cerebrovascolari, tumori, malattie croniche respiratorie <https://www.istat.it/it/files/2017/05/Report-cause-di-morte-2003-14.pdf>. Si tratta delle principali patologie derivanti dall’inquinamento atmosferico

4 Si veda, <https://www.who.int/gho/phe/en/>

5 Si veda, <https://www.who.int/gho/phe/en/>

6 Si veda Meridiano Sanità, Rapporto The European House Ambrosetti, Meridiano Sanità. Le coordinate della salute. Rapporto 2019, pg. 35

7 SWD (2013) 532 final of 18.12.2013 “Executive Summary of the Impact Assessment”, p. 2



Fonte: <https://www.who.int/airpollution/infographics/en/>

AIR POLLUTION'S YEARLY HIT LIST:

**2.4 million deaths due to heart disease.**

**Let's stop this invisible killer.**

**BREATHELIFE**  
Clean air. Healthy future.

World Health Organization | UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM | UN

AIR POLLUTION'S YEARLY HIT LIST:

**1.8 million deaths due to lung disease and cancer.**

**Let's stop this invisible killer.**

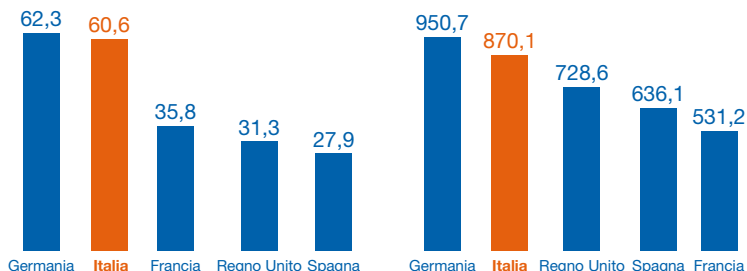
**BREATHELIFE**  
Clean air. Healthy future.

World Health Organization | UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM | UN

### A sinistra: Morti premature legate all'inquinamento dell'aria (in migliaia), 2017

Fonte: elaborazione The European House – Ambrosetti su dati Agenzia ambientale europea e Global Burden of Disease, 2019

### A destra: Daly, anni di vita persi a causa della malattia per inquinamento dell'aria (per 100.000 abitanti), 2017



Uno scenario che potrebbe dimostrarsi allarmante se si considera il crescente fenomeno dell'invecchiamento demografico che porterà al 2050 il numero di over 65 a crescere di oltre il 32%<sup>8</sup>, (oggi è del 20,3%), assorbendo potenzialmente il 75% delle risorse del nostro Sistema Sanitario Nazionale<sup>9</sup>.

\*\*\*

Le cause dell'inquinamento atmosferico sono molteplici, ma la mobilità a combustione fossile ha un impatto determinante soprattutto nelle città. Sebbene esso sia diminuito nell'ultimo decennio grazie all'introduzione di norme di qualità per i carburanti, alle norme EURO sulle emissioni dei veicoli e all'uso di tecnologie più pulite, le concentrazioni di inquinanti atmosferici come il particolato (PM) e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), che danneggiano la salute umana e l'ambiente, sono ancora troppo elevate: ad oggi rappresentano oltre un quarto delle emissioni totali di gas a effetto serra nell'Unione europea e il 46% delle emissioni complessive di ossidi di azoto soltanto in Italia (NOx)<sup>10</sup>. Nel nostro Paese, secondo i dati dell'ultimo rapporto *Mal'Aria* di Legambiente sono 54 le città che nel 2019 hanno superato il limite previsto per le polveri sottili (Pm<sub>10</sub>) o per l'ozono (O<sub>3</sub>)<sup>11</sup>.

# 4,2

MILIARDI

di persone vivono in città inquinate, che non soddisfano linee guida OMS

L'urbanizzazione è una delle principali tendenze globali del XXI secolo con un impatto significativo sulla salute. Oltre il 55% della popolazione mondiale vive già oggi in aree urbane, una percentuale che dovrebbe aumentare al 60% entro il 2050<sup>12</sup>. Poiché la maggior parte della futura crescita avverrà nelle città in via di sviluppo, il mondo oggi ha un'opportunità unica per guidare l'urbanizzazione e altre importanti tendenze di crescita senza sacrificare la salute dei suoi cittadini. Eppure circa metà dell'umanità, 4,2 miliardi di persone, vive in contesti in cui la gestione dei rifiuti e la qualità dell'aria non soddisfano le linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità.

Politiche urbane sostenibili possono invece rispondere a tali sfide globali, poiché la salute è essenziale per promuovere benessere, costruire una forza lavoro produttiva, creare comunità resilienti e inclusive, favorire la mobilità, promuovere l'interazione sociale e proteggere le fasce di popolazione più vulnerabili. Secondo l'ottica *Urban Health*, il binomio salute-ambiente dovrà essere la chiave dell'intero processo di pianificazione urbana<sup>13</sup>. Il

<sup>8</sup> Dati ISTAT, <https://www.istat.it/it/files//2011/12/futuro-demografico.pdf>

<sup>9</sup> Meridiano Sanità, Rapporto 2019, cit., pg 2

<sup>10</sup> Si noti come il contributo sale al 50% nel bacino padano, per arrivare al 54% in Lombardia ed al 70% nella città di Milano. ISPRA *Informative Inventory Report 2019*

<sup>11</sup> Dossier Legambiente, *Mal'Aria di città 2020*, cit, pg. 6

<sup>12</sup> Si veda, [https://www.un.org/en/events/citiesday/assets/pdf/the\\_worlds\\_cities\\_in\\_2018\\_data\\_booklet.pdf](https://www.un.org/en/events/citiesday/assets/pdf/the_worlds_cities_in_2018_data_booklet.pdf)

<sup>13</sup> <https://www.who.int/health-topics/urban-health>



prerequisito per la traduzione operativa e omogenea degli impegni globali è la collaborazione, sia tra i diversi livelli istituzionali (internazionale, centrale e locale) sia tra le diverse città. Su questi presupposti nasce nel 2005 l'alleanza internazionale C40<sup>14</sup>, *Cities Climate Leadership Group*. Una rete globale che riunisce oltre 90 città del mondo (per un totale di 100 milioni di cittadini) che ha l'ambizioso obiettivo di condividere, promuovere e intraprendere congiuntamente una strategia per la lotta al cambiamento climatico, disegnando un futuro sostenibile. Risale all'ottobre del 2019 infatti la *Clear Air Cities Declaration*<sup>15</sup>, sottoscritta da 35 città del mondo con l'obiettivo di garantire aria pulita e benessere. "Respirare aria pulita è un diritto umano" si legge nelle premesse cui segue l'impegno a eradicare il problema dell'inquinamento atmosferico. Tra i numerosi impegni assunti, la promozione di trasporti pubblici a zero emissioni, in coerenza con il più ampio piano *C40 Green and Healthy Streets Declaration*<sup>16</sup>. Un forte accento viene posto in particolare sulla collaborazione tra città, regioni, autorità nazionali, e sull'apertura al settore privato e al mondo accademico.

La pandemia attualmente in corso non è certamente slegata dalla questione dell'inquinamento ambientale. Come si avrà modo di approfondire in questo elaborato, la comunità scientifica sta lanciando le prime osservazioni ed evidenze circa la relazione tra la diffusione di SARS-CoV-2 e gli inquinanti atmosferici.

\*\*\*

L'epidemia ha aumentato la consapevolezza che le risorse del pianeta non sono illimitate e che è necessario entrare nell'ottica del rispetto, risparmio ed efficientamento delle risorse disponibili. Si tratta di un ulteriore segnale che la coscienza collettiva può cogliere per attrezzare le nostre società a rispondere a sfide globali asimmetriche ma soprattutto a prevenirle con un impegno condiviso alla lotta ai cambiamenti climatici e in particolare agli inquinanti atmosferici.

Un dato che non è certo passato inosservato alla comunità internazionale, che ha nel corso dell'ultimo ventennio assunto numerosi impegni per la lotta al cambiamento climatico, enfatizzando in maniera crescente l'impatto sulla salute.

Il primo accordo internazionale è stato prodotto dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, *United Nations Conference on Environment and Development*), informalmente conosciuta come Summit della Terra, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992: si tratta della **Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici** (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*), entrata in vigore il 21 marzo 1994, con l'obiettivo di stabilizzare le concentrazioni atmosferiche dei gas serra, ad un livello tale da prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre. L'accordo non pone limiti obbligatori per le emissioni di gas serra alle nazioni individuali pertanto non è risultato legalmente vincolante.

## Urban Health

binomio salute-ambiente deve essere la chiave del processo di pianificazione urbana

<sup>14</sup> Per maggiori informazioni si consulti, <https://www.c40.org/about>

<sup>15</sup> Per approfondimenti si consulti, [https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other\\_uploads/images/2409\\_C40\\_Clean\\_Air\\_Cities\\_declaration\\_final\\_%2810.10.19%29.original.pdf?1570714582](https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/2409_C40_Clean_Air_Cities_declaration_final_%2810.10.19%29.original.pdf?1570714582)

<sup>16</sup> [https://www.c40.org/press\\_releases/green-healthy-streets-september](https://www.c40.org/press_releases/green-healthy-streets-september)

L'epidemia ha aumentato la consapevolezza che le risorse del pianeta non sono illimitate. Dobbiamo entrare nell'ottica del rispetto, risparmio ed efficientamento delle risorse disponibili.



Il **Protocollo di Kyoto**, che fa seguito alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, è uno dei più importanti strumenti giuridici internazionali. Entrato in vigore il 16 febbraio 2005, il Protocollo stabilisce per tutti i paesi membri dell'Unione europea, una riduzione dell'8% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990. L'Unione europea ha ripartito, con la decisione del Consiglio 2002/358/EC l'obbligo richiesto dal Protocollo di Kyoto tra i diversi Stati membri, sulla base della conoscenza della struttura industriale, del mix energetico utilizzato e sulle aspettative di crescita economica di ogni singolo paese.<sup>17</sup>

Il 12 dicembre 2015 segna un'altra tappa fondamentale: la conclusione a Parigi della XXI Conferenza delle Parti (**COP21**). L'**accordo di Parigi**, che rappresenta il primo **accordo universale e giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici** stabilisce un percorso per evitare pericolosi cambiamenti climatici, limitando il riscaldamento globale "ben al di sotto dei 2°C" e proseguendo con gli sforzi per limitarlo a 1,5°C. Inoltre punta a rafforzare la capacità dei paesi di affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici e a sostenerli nei loro sforzi. L'accordo, che è entrato in vigore il 4 novembre 2016 (con applicazione dal 2021<sup>18</sup>) può essere letto in relazione all'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, nello specifico con l'obiettivo 13 lì enunciato: "Lotta contro il cambiamento climatico". Nella fattispecie, l'Accordo di Parigi risponde più nel dettaglio al sotto-obiettivo 13.2 dell'Agenda 2030 che richiede di "integrare le misure di cambiamento climatico nelle politiche, strategie e pianificazioni nazionali".

Sul fronte europeo particolare attenzione meritano la strategia del 2018 della Commissione europea *"Un pianeta pulito per tutti: visione strategica europea a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra"*, intesa a tracciare un percorso di transizione verso l'azzeramento delle emissioni di gas serra nell'UE entro il 2050, e l'*European Green Deal*, cosiddetto EGD, lanciato durante il discorso del novembre 2019 della Presidente della Commissione Europea, Ursula Von der Leyen di fronte al Parlamento UE <sup>19</sup>.

Proprio il Parlamento europeo ha adottato in seguito due risoluzioni, esortando la Commissione ad adottare l'EGD, come segnale di impegno per raggiungere la cosiddetta neutralità climatica. Si tratta di un piano di interventi per trainare il continente europeo verso un impatto climatico zero entro il 2050, garantendo una crescita economica inclusiva e sostenibile. Tra le azioni<sup>20</sup> principali citate per raggiungere questo obiettivo si segnala il "ripristino della biodiversità e la riduzione dell'inquinamento" con particolare attenzione alla qualità dell'aria alla luce degli orientamenti dell'Organizzazione mondiale della sanità<sup>21</sup> sostenendo "le autorità locali affinché i nostri cittadini possano respirare un'aria più pulita"<sup>22</sup>. Durante il discorso sullo stato dell'Unione, la Presidente ha sottolineato l'importanza

17 In Italia il Protocollo di Kyoto è stato ratificato con la legge 12072002, in cui veniva prescritta la preparazione di un Piano di Azione Nazionale per la riduzione delle emissioni

18 L'Italia ha ratificato l'accordo con la legge n. 204/2016

19 Per il discorso in originale, [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/president-elect-speech\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/president-elect-speech_it.pdf).

20 [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)

21 Si veda: "Eliminazione dell'inquinamento. Il Green Deal europeo" [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/fs\\_19\\_6729](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/fs_19_6729)

22 Eliminazione dell'inquinamento., cit., pg. 2

di continuare a investire sul “progetto verde” europeo evidenziando che non si tratta di “un progetto ambientale o economico: dev’essere un progetto culturale europeo. Ogni tassello ha il suo stile, e noi dobbiamo dare al mosaico del cambiamento sistemico un’impronta distintiva che faccia convergere stile e sostenibilità.”

Anche sul fronte Salute sono stati promossi strumenti e accordi internazionali, primo fra tutti la cosiddetta “**Dichiarazione di Ostrava**” redatta il 15 giugno 2017, in occasione della sesta Conferenza Ministeriale dei rappresentanti degli Stati membri della Regione Europea dell’Organizzazione mondiale della sanità che ribadisce con forza l’urgenza di promuovere strategie congiunte per proteggere l’ambiente, per prevenire gli effetti avversi e i costi economici e sociali che impattano sull’ambiente e la salute. È stato sottolineato come il benessere delle comunità passi per lo sviluppo armonico ed equilibrato di tutto il sistema dove salute, ambiente e clima sono legati da un’intima relazione di interdipendenza. La citata Dichiarazione riconosce inoltre che il benessere delle popolazioni è strettamente legato agli obiettivi dell’Agenda 2030 e agli obiettivi dell’Accordo sul Clima di Parigi, che devono essere parte integrante di una strategia condivisa tra tutti gli interlocutori.

**Dichiarazione di Ostrava**  
Il benessere delle comunità passa per lo sviluppo armonico ed equilibrato di tutto il sistema. Salute, ambiente e clima sono legati da un’intima relazione di interdipendenza

La Dichiarazione promuove dunque azioni utili a rispettare i parametri di qualità dell’aria e sottolinea la rilevanza nel promuovere il passaggio a trasporti e mobilità a basse emissioni ed efficienza energetica. Favorisce altresì strategie multisettoriali che enfatizzano politiche di sistema, di promozione dell’equità e di prevenzione, per migliorare le condizioni di salute ambientale.<sup>23</sup> Un altro appuntamento è stato promosso a novembre del 2018 dall’Organizzazione mondiale della sanità. Si tratta della Conferenza globale sull’inquinamento atmosferico e la salute, durante la quale sono state validate evidenze scientifiche condivise ed è stato assunto l’impegno dei governi, rappresentanti dell’accademia e della società civile della riduzione di un terzo delle morti causate dall’inquinamento atmosferico entro il 2030<sup>24</sup>, evidenziando l’urgenza di una pianificazione a lungo termine che includa la piena transizione verso la mobilità elettrica<sup>25</sup>.

L’Italia ha risposto con prontezza e attenzione crescente a questa nuova sensibilità, come dimostrano le linee programmatiche del Ministero della Salute nelle quali la sezione della Politica Sanitaria in Materia di Prevenzione evidenzia: “la lotta ai cambiamenti climatici [come] un pilastro della tutela della salute” e sollecita, nello specifico: “la necessità di sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la prevenzione”<sup>26</sup>.

Strumento fondamentale nella politica energetica e ambientale del nostro Paese è il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima 2030, cosiddetto PNIEC. “*L’obiettivo del piano* – come dichiarato dal Ministro dello Sviluppo Economico Stefano Patuanelli<sup>27</sup> – è quello di contribuire in maniera decisiva

<sup>23</sup> Per maggiori approfondimenti si veda, [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/341944/OstravaDeclaration\\_SIGNED.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/341944/OstravaDeclaration_SIGNED.pdf)

<sup>24</sup> Per maggiori informazioni si veda, <https://www.who.int/phe/news/note-conference-air-pollution-1november2018/en/>

<sup>25</sup> [https://www.who.int/airpollution/events/conference/CAPH1\\_Parallel\\_session\\_III.1.1\\_Main\\_sources\\_of\\_urban\\_air\\_and\\_climate\\_pollutants\\_MJNieuwenhuijsen.pdf?ua=1](https://www.who.int/airpollution/events/conference/CAPH1_Parallel_session_III.1.1_Main_sources_of_urban_air_and_climate_pollutants_MJNieuwenhuijsen.pdf?ua=1)

<sup>26</sup> Presentate il 24 ottobre u.s. dall’On. Ministro Roberto Speranza alle Commissioni congiunte di Camera e Senato

<sup>27</sup> Comunicato stampa MISE del 21 gennaio 2020 disponibile al seguente link <https://www.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2040668-pniec2030>

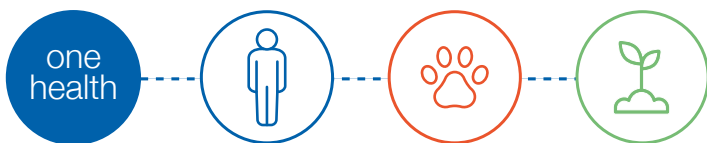
alla realizzazione di un importante cambiamento nella politica energetica e ambientale dell'Unione europea, attraverso l'individuazione di misure condivise che siano in grado di accompagnare anche la transizione in atto nel mondo produttivo verso il Green New Deal".<sup>28</sup> Con il PNIEC vengono infatti stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento.

\*\*\*

A dimostrazione della rilevanza del binomio ambiente-salute in termini di sviluppo socio-economico, da ultimo il programma *NextGenerationEU* lo individua come area di prioritario interesse. Suggestisce di perseguire la rivoluzione verde e la transizione ecologica, indicando tra gli obiettivi l'adozione di piani urbani per il miglioramento della qualità dell'aria e la transizione verso una mobilità di nuova generazione oltre ad una piena integrazione tra politiche sanitarie e politiche sociali e ambientali<sup>29</sup>.

In questo senso l'approccio *One Health*, può essere un valido metodo di traduzione operativa. Si basa sull'interdipendenza tra salute delle persone, degli animali e degli ecosistemi. Promuove dunque un modello di programmazione e collaborazione *multistakeholder*, intersettoriale e coordinato – locale, regionale, nazionale e globale – per affrontare rischi esistenti e potenziali.

L'approccio *One Health* promuove dunque una strategia comune sia a livello verticale – tra istituzioni locali e centrali – sia orizzontale – tra i diversi rappresentanti della società, come aziende, terzo settore, cittadini – connettendo sanità umana e animale, contrasto ai cambiamenti climatici e difesa della biodiversità del pianeta, evidenziando nella prevenzione l'elemento principe per la salvaguardia di beni comuni come la salute e l'ambiente.



L'approccio **One Health** promuove una strategia che connette sanità umana e animale, contrasto ai cambiamenti climatici e difesa della biodiversità del pianeta

L'approvazione dell'Agenda 2030, con i suoi 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, indivisibili e allo stesso tempo concepiti per integrarsi e per interagire tra loro per rispondere ad ampio spettro alla sfida della sostenibilità, ha rappresentato un'ulteriore evoluzione verso un approccio sistemico e trasversale cruciale per potenziare l'impatto. Rispetto allo specifico tema trattato in questo elaborato, meritano lettura congiunta **l'obiettivo n. 3 Salute e Benessere**, volto a **“Garantire una vita sana e promuovere il benessere per tutti a tutte le età”** approfondito con il target che si impegna “Entro 2030, [a] ridurre la mortalità

<sup>28</sup> Per la consultazione del PNIEC, [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf)

<sup>29</sup> Si consultino le Linee Guida per la definizione del Piano Nazionale di ripresa e resilienza, Comitato interministeriale per gli affari europei

**Agenda 2030, obiettivi di sviluppo sostenibile**  
La connessione tra Salute, Ambiente e città sostenibili



di neonati e bambini sotto i 5 anni di età” e a “rafforzare la capacità di tutti i paesi, [...], per il preallarme, la riduzione e la gestione dei rischi per la salute nazionali e globali”, l’obiettivo n. 11 “rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili” - nel quale viene evidenziato l’impegno “entro il 2030, [a] ridurre il negativo impatto ambientale pro capite nelle città, con particolare attenzione alla qualità dell’aria e gestione dei rifiuti urbani e di altro tipo”- e l’obiettivo n. 13 “Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere i cambiamenti climatici”. Per il pieno raggiungimento l’obiettivo n.17 richiede di “Rafforzare le modalità di attuazione e rivitalizzare il partenariato globale per lo sviluppo sostenibile”, anche grazie a “partenariati multi-stakeholder che mobilitano e condividono le conoscenze, le competenze, le tecnologie e le risorse finanziarie [...]”.

\*\*\*

È proprio per rispondere a questi impegni che Novartis, leader nel settore della salute, la ricerca e lo sviluppo di terapie innovative e impegnata nella prevenzione di molteplici patologie croniche ed Enel, leader nel settore produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, dell’efficienza energetica e della mobilità elettrica, hanno deciso di collaborare per approfondire il nesso tra salute dei cittadini e l’inquinamento ambientale nelle città.

L’intesa nasce dal Protocollo sottoscritto alla XXXVI Assemblea ANCI dai vertici delle due aziende che hanno assunto l’impegno a collaborare attivamente per favorire la salute e il miglioramento della qualità dell’aria nelle città italiane, promuovendo attività congiunte per la sensibilizzazione e diffusione di contenuti relativi agli effetti nocivi dell’inquinamento ambientale, con particolare attenzione ai centri urbani.

Novartis ed Enel hanno dunque costituito gruppi di lavoro condividendo le rispettive competenze in materia di salute, prevenzione, sostenibilità, mobilità.



A tal fine è stato redatto il presente elaborato che presenta il complesso quadro epidemiologico della popolazione che evidenzia scientificamente gli effetti dell’inquinamento atmosferico sulla salute dei cittadini, anche in relazione alla la diffusione del SARS-CoV-2 (Capitolo 1 e 2).

Una riflessione approfondita viene poi dedicata alle prospettive future, presentando l’impatto di strumenti di mitigazione dell’inquinamento atmosferico, in particolare della mobilità elettrica (Capitolo 3).

Infine, si presentano alcune soluzioni attuali e prospettiche per la mitigazione dell’impatto delle emissioni inquinanti sull’ambiente e sulla salute dei cittadini (Capitolo 4).

1.

Relazione tra qualità  
dell'aria e malattie  
respiratorie  
e cardiovascolari



## Introduzione: agenti ambientali inquinanti, qualità dell'aria respirata ed effetti sulla salute

L'inquinamento atmosferico è ormai pienamente riconosciuto come una delle principali sfide di salute pubblica oltre che una questione sociale<sup>30</sup>. Nonostante esistano, sia a livello nazionale che internazionale, strumenti legislativi e indicazioni - come quelle formulate dall'Organizzazione mondiale della sanità<sup>31</sup> - che limitano i livelli di alcuni inquinanti atmosferici, i tassi di inquinamento atmosferico che vengono osservati nelle principali città italiane superano sistematicamente le soglie indicate<sup>32</sup>.

È per questo che è possibile ravvisare oggi dalle evidenze scientifiche i profondi e radicati effetti nocivi sulla salute dei cittadini, derivanti dall'esposizione a questi agenti. Numerosi studi epidemiologici hanno rilevato l'associazione tra i livelli di inquinamento atmosferico e le ospedalizzazioni causate da diverse patologie, tra cui malattie respiratorie, nonché una maggiore morbilità<sup>33</sup> e mortalità associata e malattie respiratorie.<sup>34</sup>

I sei inquinanti, per i quali esistono degli standard di riferimento (per la misurazione delle concentrazioni atmosferiche e per le soglie limite di tolleranza), sono monossido di carbonio (CO), piombo, biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), particolato (PM), ozono (O<sub>3</sub>) e gli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>)<sup>35</sup>. Particolare attenzione merita il particolato PM, soprattutto la sua frazione fine: il PM<sub>2,5</sub>, la cui concentrazione particolarmente elevata nei contesti urbani<sup>36</sup>, è stata associata in modo inequivocabile ad effetti sulla salute dell'uomo quali l'aumento di sintomi legati a patologie respiratorie, l'aggravamento di patologie croniche cardiorespiratorie, l'insorgenza di tumore polmonare, l'aumento del tasso di mortalità e la riduzione della speranza di vita<sup>37</sup>.

Il progetto CCM VIAS, Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute, finanziato dal Centro Controllo Malattie (CCM) del Ministero della Salute ha riportato che l'inquinamento da PM<sub>2,5</sub> atmosferico è responsabile ogni anno in Italia di circa 30mila decessi, solo per il particolato fine (PM 2.5), pari al 7% dei decessi complessivi in Italia (esclusi gli incidenti). Questo significa che l'inquinamento accorcia mediamente la vita di ciascun italiano di 10 mesi; 14% per chi vive al Nord, 6,6% per gli abitanti del Centro e 5,7% al Sud e isole. Anche il solo rispetto dei limiti previsti dalla normativa nazionale e internazionale (Organizzazione mondiale della sanità) salverebbe 11.000 vite all'anno<sup>38</sup>.

# 10

MESI

di vita in meno per ogni italiano a causa dell'inquinamento atmosferico da particolato fine

30 Losacco C. Perillo A. Particulate matter air pollution and respiratory impact on humans and animals. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018). 25:33901–33910.

31 [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)

32 Si veda in proposito Dossier Legambiente, Mal'aria di città 2020, cit., pg. 6

33 In statistica, numero dei casi di malattia registrati durante un periodo dato in rapporto al numero complessivo delle persone prese in esame.

34 Cienciewicz J. and Jaspers I. *Air Pollution and Respiratory Viral Infection, Inhalation Toxicology* 2007, 19:14, pg 1135-1146

35 Cienciewicz J. and Jaspers I. *Air Pollution and Respiratory Viral Infection*, cit.19:14, 1135-1146

36 Insieme al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e l'ozono (O<sub>3</sub>)

37 Carugno M. et al., Air pollution exposure, cause-specific deaths and hospitalizations in a highly polluted Italian region. *Environmental Research*. Volume 147, 2016, pg. 415-424.

38 Air pollution exposure, cause-specific deaths and hospitalizations in a highly polluted Italian region. *Environmental Research*, cit. pg. 415-424.



Le evidenze scientifiche hanno valutato che la dimensione delle particelle sospese e la loro superficie determinano lesioni infiammatorie, danni ossidativi e altri effetti biologici<sup>39</sup>. Non c'è dubbio che gli impatti sulla salute sono trasversali ma particolare attenzione merita l'insorgenza di patologie croniche, soprattutto respiratorie e cardiovascolari (soprattutto in termini di mortalità e ospedalizzazioni), il cui nesso è supportato dalla più robusta evidenza<sup>40</sup>.

Per entrare nel merito dei profondi nessi che esistono tra l'inquinamento e la salute dei cittadini fin qui introdotti, si intende di seguito descrivere i principali inquinanti atmosferici identificati come indicatori di qualità dell'aria per approfondirne le conseguenze sulla salute<sup>41</sup>:

- **Particolato PM<sub>10</sub>**. Il particolato è l'inquinante atmosferico che provoca i maggiori danni alla salute umana in Europa. È costituito da particelle così leggere che possono fluttuare nell'aria. Si tratta di particelle solide e liquide aventi diametro aerodinamico variabile fra 0,1 e circa 100 µm. Il termine PM<sub>10</sub> identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro). Le particelle PM<sub>10</sub> riescono a penetrare in profondità nei polmoni umani e possono essere costituite da diversi componenti chimici; i principali sono: solfati, nitrati, ammonio e una frazione carboniosa (nerofumo). Derivano principalmente dalla combustione fossile. Inoltre anche alcuni metalli pesanti come l'arsenico, il cadmio, il mercurio e il nickel possono essere presenti nel particolato. A seconda della loro composizione chimica, le particelle possono anche avere effetti sul clima globale, riscaldando o raffreddando il pianeta. Gran parte delle particelle emesse derivano dalle attività umane, principalmente dalla combustione di combustibili fossili e biomasse. Un importante contributo alle emissioni di particelle è rappresentato dai gas di scarico dei veicoli con motori a combustione interna, ma anche dall'usura degli pneumatici, dei freni e dell'asfalto. La frazione di PM<sub>10</sub> dovuta alle attività umane ammonta al 40-50% del totale emesso direttamente nell'atmosfera, mentre il restante 50-60% è il risultato di reazioni chimiche.
- **Particolato PM<sub>2,5</sub>**. L'inquinamento da particolato fine (PM<sub>2,5</sub>, ossia particolato con un diametro minore di 2,5 micron) è composto da particelle solide e liquide così piccole che non solo penetrano in profondità nei nostri polmoni, ma entrano anche nel flusso sanguigno umano, proprio come l'ossigeno. Queste particelle possono essere costituite da diversi componenti chimici tra cui alcuni metalli pesanti come l'arsenico, il cadmio, il mercurio e il nickel. La frazione carboniosa (nerofumo) costituisce uno dei componenti principali del particolato fine. Un recente studio dell'Organizzazione mondiale della sanità dimostra come l'inquinamento causato da particolato fine potrebbe

Le particelle PM<sub>10</sub> riescono a penetrare in profondità nei polmoni umani, danneggiandoli

39 Particulate matter air pollution and respiratory impact on humans and animals. Environmental Science and Pollution Research, 2018., cit. 25:33901-33910

40 WHO, Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update, 2005. Summary of risk assessment

41 Si veda, Bono R. et al., Air pollution, aeroallergens and admission to pediatric emergency room for respiratory reasons in Turin, northwestern Italy. BMC Public Health, 2016. 16:722 e Andersen et al., Long-term exposure to air pollution and asthma hospitalisations in older adults: a cohort study. Thorax 2012 67:6e11

avere un impatto sulla salute ben più profondo di quanto non si fosse osservato in passato. Secondo il rapporto dell'Organizzazione mondiale della sanità: "Rassegna delle prove sugli aspetti sanitari dell'inquinamento atmosferico" inoltre un'esposizione prolungata al particolato fine può scatenare l'aterosclerosi, creare problemi alla nascita e malattie respiratorie nei bambini. Lo studio suggerisce un possibile collegamento con lo sviluppo neurologico, le funzioni cognitive e il diabete, e rafforza il nesso di causalità tra  $PM_{2,5}$  e morti cardiovascolari e respiratorie. Alcuni componenti del particolato fine (con un diametro minore di 2,5 micron) vengono emessi direttamente nell'atmosfera, altri si formano come risultato di reazioni chimiche che coinvolgono i gas precursori, vale a dire l'anidride solforosa, gli ossidi di azoto, l'ammoniaca e i composti organici volatili. Il  $PM_{2,5}$  può avere anche origine naturale (ad esempio erosione dei suoli, eruzioni vulcaniche, incendi boschivi e aerosol marino). L'origine dell'inquinamento da  $PM_{2,5}$  varia sensibilmente e nel corso del tempo. Il nerofumo, uno dei componenti comuni della fuliggine rilevato principalmente nel particolato fine, è il risultato della combustione incompleta di combustibili, sia fossili che del legno. Nelle aree urbane le emissioni di nerofumo sono causate principalmente dal trasporto stradale, in particolare dai motori diesel. Sono dovuti alle attività umane anche gran parte dei gas precursori.

#### **Ozono**

Nel corpo umano provoca infiammazioni ai polmoni e ai bronchi. Riduce la capacità di inalare ossigeno, affaticando il cuore

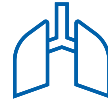
- **Ozono.** L'ozono ( $O_3$ ) è una forma speciale e altamente reattiva di ossigeno ed è composto da tre atomi di ossigeno. Nella stratosfera, uno degli strati più alti dell'atmosfera, l'ozono protegge l'essere umano dalle pericolose radiazioni ultraviolette provenienti dal sole. Nello strato più basso dell'atmosfera – la troposfera – l'ozono è, invece, un'importante sostanza inquinante che impatta profondamente sulla salute pubblica e l'ambiente. L'ozono è reattivo e fortemente ossidante. Alti livelli di ozono corrodono i materiali, gli edifici e i tessuti vivi. L'ozono riduce la capacità delle piante di eseguire la fotosintesi e ostacola il loro assorbimento di anidride carbonica. Indebolisce inoltre la crescita e di uno sviluppo ridotto di boschi e foreste. Nel corpo umano provoca infiammazioni ai polmoni e ai bronchi. Non appena esposto all'ozono infatti l'organismo cerca di impedirne l'entrata nei polmoni. Questa reazione riduce la capacità di inalare ossigeno, affaticando il cuore. Per questa ragione le persone che già soffrono di disturbi cardiovascolari o respiratori, come l'asma, picchi di ozono possono essere debilitanti e persino fatali. L'ozono a livello del suolo si forma come risultato di reazioni chimiche complesse tra gas precursori, come gli ossidi di azoto e i composti organici volatili diversi dal metano. Le reazioni chimiche che producono ozono sono catalizzate dalla radiazione solare, di conseguenza questo inquinante è tipicamente estivo e assume valori di concentrazione più elevati nelle estati contrassegnate da alte temperature e elevata insolazione. L'immissione di inquinanti primari (prodotti dal traffico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti, etc.) favorisce quindi la produzione di un eccesso di ozono rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura durante i mesi estivi.

- **Biossido di azoto.** Il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) è un gas reattivo e importante inquinante dell'aria che, come l'ozono, risulta dannoso per il sistema respiratorio. L'esposizione a breve termine all' $\text{NO}_2$  può causare diminuzione della funzionalità polmonare, specie nei gruppi più sensibili della popolazione, mentre l'esposizione a lungo termine può causare effetti più gravi come un aumento della suscettibilità alle infezioni respiratorie. Gli ossidi di azoto giocano un ruolo principale nella formazione di ozono e contribuiscono alla formazione di aerosol organico secondario, determinando un aumento della concentrazione di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2,5}$ . Il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) si forma prevalentemente dall'ossidazione di monossido di azoto ( $\text{NO}$ ). Questi due gas sono noti con il nome di  $\text{NO}_x$ . Le maggiori sorgenti di  $\text{NO}$  ed  $\text{NO}_2$  sono i processi di combustione ad alta temperatura (come quelli che avvengono nei motori delle automobili o nelle centrali termoelettriche).
- **Monossido di carbonio.** Il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), incolore e inodore, è un tipico prodotto derivante dalla combustione. Il  $\text{CO}$  viene formato in modo consistente durante la combustione di combustibili con difetto di aria, ovvero quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche. A bassissime dosi il  $\text{CO}$  non è pericoloso, ma già a livelli di concentrazione nel sangue pari al 10-20% il soggetto avverte i primi sintomi dovuti all'esposizione a monossido di carbonio, quali lieve emicrania e stanchezza. La principale sorgente di  $\text{CO}$  è storicamente rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di  $\text{CO}$  emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato.
- **Biossido di zolfo.** L'assenza di colore, l'odore acre e pungente e l'elevata reattività a contatto con l'acqua sono le caratteristiche principali degli ossidi di zolfo, genericamente indicati come  $\text{SO}_x$ . In natura tale tipo di inquinamento è causato dalle eruzioni vulcaniche. A livello antropico,  $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$  sono prodotti nelle reazioni di ossidazione per la combustione di materiali in cui sia presente zolfo quale contaminante, ad esempio gasolio, nafta, carbone, legna, utilizzati, in misura molto maggiore sino a qualche anno fa, per la produzione di calore, vapore, energia elettrica e altro. Fino a non molto tempo fa il biossido di zolfo costituiva il principale indicatore dell'inquinamento di origine umana.



L'inquinamento atmosferico  
è causa dell'insorgenza  
di numerose patologie  
croniche, soprattutto  
respiratorie e cardiovascolari

## Inquinamento ed Effetti sull'apparato Respiratorio



L'inquinamento è causa di un'ampia gamma di malattie polmonari tra cui la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), l'asma ed è causa di riduzione delle funzioni polmonari, soprattutto nei bambini

Studi epidemiologici e tossicologici hanno dimostrato che la massa del PM (PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>) comprende diverse frazioni e sorgenti, determinando un'ampia gamma di effetti sulla salute. Gli effetti consistono in una marcata correlazione tra il PM nell'atmosfera e gli impatti negativi sui sistemi respiratorio e cardiovascolare. Le particelle ultra-fini inalate sembrano seguire percorsi diversi nell'organismo; questi inquinanti si diffondono in profondità negli alveoli, consentendone la diffusione, alla circolazione sistemica e ad altri organi. Gli effetti sulla salute indotti dall'inquinamento provocano stress ossidativo e infiammazione polmonare e sistemica. I risultati disponibili hanno infatti dimostrato: malattie respiratorie e riduzione della funzione polmonare, infiammazione locale e sistemica, nonché alterazioni acute della coagulabilità e malattie cardiovascolari. Infine, la diffusione sistemica può causare effetti negativi sugli "organi bersaglio", come cuore, fegato e cervello. Questi effetti hanno collegato il ruolo del PM nella patogenesi e nell'esacerbazione di un'ampia gamma di malattie polmonari, comprese le malattie infettive, la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), la riduzione delle funzioni polmonari<sup>42</sup>, soprattutto nei bambini.

Uno studio ha esaminato l'associazione a breve termine delle concentrazioni di inquinamento atmosferico con i ricoveri in Pronto Soccorso (PS) per motivi respiratori in età pediatrica (0-18 anni). Nel periodo di studio, sono stati osservati 21.793 ricoveri in pronto soccorso, principalmente (81%) per infezioni del tratto respiratorio superiore. È stato riscontrato che i ricoveri in pronto soccorso sono aumentati dell'1,3% (IC 95%: 0,3-2,2%), cinque giorni dopo un aumento di NO<sub>2</sub> e un giorno dopo un aumento di 10 grani/m<sup>3</sup> degli aeroallergeni. Nel complesso, questi risultati confermano gli effetti negativi sulla salute anche nel breve termine, considerato l'aumento del rischio di ricovero in pronto soccorso dei bambini e incoraggiano un'attenta gestione dell'ambiente urbano per la protezione della salute<sup>43</sup>.

Il rischio di ospedalizzazione per asma in uno studio di coorte condotto invece su persone anziane è stato associato a livelli crescenti di concentrazione NO<sub>2</sub> valutati nel corso di 35 anni, un'associazione che si è dimostrata particolarmente pronunciata per le persone con precedenti ricoveri per asma o BPCO<sup>44</sup>.

42 Losacco C. Perillo A. Particulate matter air pollution and respiratory impact on humans and animals. Environmental Science and Pollution Research, 2018. cit. 25:33901-33910

43 Mills NL et al., Adverse cardiovascular events on air pollution- Review. Nature clinical practice cardiovascular medicine, 2009 vol 6 no 1

44 Pope III CA et al., Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. Circulation, 2004. 109(1):71-7

## Inquinamento ed Effetti sull'apparato Cardiovascolare

Esiste un numero sempre maggiore di evidenze secondo le quali gli inquinanti atmosferici sono un fattore di rischio anche per le malattie cardiovascolari. Gli effetti negativi sulla salute cardiovascolare sono stati stabiliti in diversi importanti studi epidemiologici e osservazionali<sup>45</sup>. L'esposizione, sia a breve sia a lungo termine all'inquinamento atmosferico, è stata associata a marcati aumenti della morbilità cardiovascolare e del numero di decessi per ischemia miocardica, aritmia e scompenso cardiaco, nonché a quello di ricoveri in *day hospital* e di visite al pronto soccorso<sup>46</sup>.

Le evidenze suggeriscono che l'esposizione al PM può provocare una progressione accelerata della broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) o un'infiammazione polmonare e sistemica e l'aterosclerosi accelerata. L'inalazione di PM può provocare una risposta infiammatoria polmonare di basso grado, il rilascio di citochine potenzialmente dannose, cambiamenti nella coagulabilità del sangue e l'attivazione di altre risposte fisiologiche correlate, incluso un aumento del rischio di eventi cardiovascolari acuti e il potenziale sviluppo accelerato di aterosclerosi e malattie cardiovascolari. Un altro meccanismo ipotizzato è l'alterazione della funzione autonoma cardiaca<sup>47</sup>. I dati epidemiologici<sup>48</sup> suggeriscono che l'inquinamento atmosferico possa favorire sia l'aterogenesi cronica sia l'aterotrombosi acuta<sup>49</sup>.

Miller et al. hanno riferito che l'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico aumenta il rischio di eventi cardiovascolari del 24% e di morte cardiovascolare del 76%, per ogni aumento di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{2,5}$ <sup>50</sup>.

L'esposizione a breve termine al PM è associata anche ad eventi coronarici acuti, aritmia ventricolare, ictus, ospedalizzazioni e morte causata sia da insufficienza cardiaca che da cardiopatia ischemica<sup>51</sup>. L'associazione tra inquinamento atmosferico ed eventi cardiovascolari acuti potrebbe quindi essere guidata da alterazioni nella formazione di trombi o nel comportamento delle pareti dei vasi.

Le aritmie possono essere annoverate tra le manifestazioni cardiovascolari dell'inquinamento atmosferico e sono tra le cause nell'ospedalizzazione per malattie cardiovascolari e nell'incidenza di morte cardiaca improvvisa<sup>52</sup>.

È opportuno sottolineare che l'impatto dell'esposizione a inquinamento atmosferico sulla salute umana, varia anche sulla base di differenze

45 Si veda, Mann JK et al., Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic Heart Disease in Persons with Congestive Heart Failure or Arrhythmia, *Perspect* 2002 110:1247–1252. e Stockfelt L et al, Long-term effects of total and source-specific particulate air pollution on incident cardiovascular disease in Gothenburg, Sweden., *Environmental Research* 158, 2017 Pg. 61–71

46 Miller KA et al. N Engl J Med, Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women, 2007. 356: 447–458

47 Ovvero viene danneggiata la funzionalità cardiaca che dipende dal sistema nervoso autonomo.

48 Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic Heart Disease in Persons with Congestive Heart Failure or Arrhythmia, cit. 110:1247–1252

49 Ovvero la formazione delle placche che determinano l'insorgenza della cardiopatia ischemica (infarto) e la formazione di trombi che determinano eventi acuti

50 Seaton A et al., Particulate air pollution and acute health effects, *Lancet* 1995. 345: 176–178.

51 Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic Heart Disease in Persons with Congestive Heart Failure or Arrhythmia, cit. 110:1247–1252

52 Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic Heart Disease in Persons with Congestive Heart Failure or Arrhythmia, *Perspect* 2002 110:1247–1252

biologiche o comportamentali che ne influenzano l'esposizione. Età, malattie cardiovascolari preesistenti, obesità, condizioni socioeconomiche fragili che determinano diversi stili di vita e fumo, sono stati associati a una maggiore suscettibilità. È stato evidenziato inoltre anche il fattore temporale, l'impatto sulle patologie cardiovascolari varia infatti a seconda del tempo di esposizione agli inquinanti atmosferici.<sup>53</sup>

Nello studio di Arden Pope III et al.<sup>54</sup> è stata analizzata un'esposizione a lungo termine con un follow-up di 16 anni; più della metà di tutti i decessi erano attribuibili a malattie cardiopolmonari in genere: il 45% a malattie cardiovascolari e l'8% a malattie respiratorie. La principale causa specifica di morte è la cardiopatia ischemica, che rappresenta un quarto di tutti i decessi, secondo lo studio.

Sono state inoltre osservate associazioni statisticamente robuste tra  $PM_{2,5}$  e mortalità complessiva per malattie cardiovascolari. Le associazioni di mortalità da PM predominanti erano con la cardiopatia ischemica, ma sono state osservate anche associazioni statisticamente significative con la categoria combinata di aritmie, insufficienza cardiaca e arresto cardiaco. Per queste cause cardiovascolari di morte, un aumento di  $10 \text{ g/m}^3$  del PM fine è stato associato a un aumento del rischio di mortalità variabile dall'8 al 18%, con rischi comparabili, o maggiori, osservati per i fumatori rispetto ai non fumatori. Particolare approfondimento merita l'associazione tra PM e il rischio di ischemia miocardica (comunemente conosciuta come infarto).

Nella ricognizione condotta da Mustafic H. et al.<sup>55</sup>, sono stati analizzati 34 studi idonei.

Le associazioni tra tutti gli inquinanti atmosferici analizzati e il rischio di ischemia miocardica, a eccezione dell'ozono, hanno raggiunto una significatività statistica:

---

Monossido di carbonio [20 studi]: RR, 1,048; IC 95%, 1,026-1,070; P<sub>...</sub>,001;

---

Biossido di azoto [21 studi]: RR, 1,011; IC 95%, 1,006-1,016; P<sub>...</sub>,001;

---

Diossido di zolfo [14 studi]: RR, 1,010; IC 95%, 1,003-1,017; P=,007;

---

$PM_{10}$  [17 studi]: RR, 1,006; IC 95%, 1,002- 1,009; P=,002;

---

$PM_{2,5}$  [13 studi ]: RR, 1,025; IC 95%, 1,015-1,036; P<sub>...</sub>,001;

---

Ozono [19 studi]: RR, 1,003; IC 95%, 0,997-1,010; P=,36; I<sup>2</sup>=83%.

RR= rischio relativo che un soggetto esposto, in questo caso all'inquinante, sviluppi un danno cardiovascolare, in questo caso l'infarto

RR>1 = rischio alto ed esposizione dannosa

IC = intervallo di confidenza (CI) indica la probabilità che il rischio si concretizzi

P = livello di significatività

53 Si veda, Stockfelt L et al, Long-term effects of total and source-specific particulate air pollution on incident cardiovascular disease in Gothenburg, Sweden., *Environmental Research* 158, 2017 Pg. 61-71 e Fujii T et al., Interaction of alveolar macrophages and airway epithelial cells following exposure to particulate matter produces mediators that stimulate the bone marrow, *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2002 27: 34-41

54 Long-term effects of total and source-specific particulate air pollution on incident cardiovascular disease in Gothenburg, Sweden. cit.pg. 61-71

55 Shah ASV et al, Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis, *Lancet* 2013 382: 1039-48



L'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico aumenta il rischio di morte cardiovascolare del 76%

Peters A. et al. dell'Istituto di epidemiologia GSF, Centro nazionale di ricerca per la salute e l'ambiente di Norimberga Germany<sup>56</sup> hanno analizzato l'effetto dell'esposizione a breve termine all'inquinamento atmosferico da particolato fine sul rischio di ischemia miocardica acuto, confrontando i dati del *Determinants of Myocardial Infarction Onset Study* (studio Onset) con le misurazioni di particelle fini a Boston<sup>57</sup>.

È stata osservata un'associazione<sup>58</sup> tra l'insorgenza di ischemia miocardica e l'esposizione alle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> nelle 3, 24 e 48 ore antecedenti i sintomi.

Nelle conclusioni<sup>59</sup> gli autori aggiungono che concentrazioni elevate di particelle fini non solo impattano nel breve termine (generando sintomi nelle ore successive), aumentando il rischio di ischemia miocardica, ma possono farlo anche nel medio termine, generando sintomi anche diversi giorni successivi.

## Inquinanti atmosferici e insufficienza cardiaca

L'effetto dell'esposizione acuta all'inquinamento atmosferico sull'insufficienza cardiaca nonostante possa risultare meno immediato, come si avrà modo di seguito di approfondire, è stato validato e condiviso dalla comunità scientifica. Si tratta infatti di una correlazione analizzata sistematicamente dalla comunità scientifica per valutare l'associazione tra l'inquinamento atmosferico e la riacutizzazione dell'insufficienza cardiaca, conosciuta come scompenso cardiaco, mettendo in relazione anche l'ospedalizzazione e la mortalità<sup>60</sup>.

Lo scompenso cardiaco è il motivo più frequente di ricovero e riospedalizzazione nelle persone anziane: rappresenta infatti il 5% di tutte le diagnosi di dimissioni ospedaliere. I fattori scatenanti dello scompenso cardiaco acuto, specialmente negli individui predisposti, sono quindi una delle principali preoccupazioni di salute pubblica. La meta-analisi condotta dall'Università di Edimburgo ha dimostrato un'associazione positiva tra ospedalizzazioni, mortalità per insufficienza cardiaca e tutti gli inquinanti atmosferici gassosi e particolati, eccetto l'ozono. Il monossido di carbonio – l'inquinante gassoso più frequentemente studiato – ha dimostrato un aumento del 3,52% (IC 95% 2,52-4,54%) nei ricoveri o nella mortalità per insufficienza cardiaca. Sia il PM<sub>2,5</sub> (2-12%, IC 95% 1,42-2,82) che il PM<sub>10</sub> (1,63%, 1,20-2,07) sono stati positivamente associati a ospedalizzazioni o mortalità per insufficienza cardiaca.

56 Peters et al Increased Particulate Air Pollution and the Triggering of Myocardial Infarction. (Circulation. 2001;103:2810.)

57 American Thoracic Society. ATS Testifi es at EPA field hearing on particulate matter pollution. Washington: American Thoracic Society, 2012 <http://www.thoracic.org/advocacy/washington-letter/archive/2012/july-20-2012.php>

58 ATS Testifi es at EPA field hearing on particulate, cit.

59 ATS Testifi es at EPA field hearing on particulate, cit.

60 Piscitelli et al., Air Pollution and Estimated Health Costs Related to Road Transportations of Goods in Italy: A First Healthcare Burden Assessment. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019,16, 2876



Non è infatti un caso che l'*American Thoracic Society* abbia sottolineato la necessità di adottare standard ben più severi per i tassi di  $PM_{2,5}$ , raccomandando una riduzione di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  delle concentrazioni massime giornaliere, fino a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  <sup>61</sup>.

Nell'analisi di impatto dello studio <sup>62</sup> gli autori hanno stimato che, riducendo le concentrazioni giornaliere di  $PM_{2,5}$  (media di  $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), negli Stati Uniti è possibile prevenire circa 8.000 ricoveri per insufficienza cardiaca, con un risparmio di oltre 300 milioni di dollari all'anno.

Come si è già citato dunque le associazioni tra l'inquinamento atmosferico e le patologie cardiovascolari sono ampiamente osservate e approfondite dalla comunità scientifica internazionale. I meccanismi biologici che innescano queste associazioni devono ancora essere approfonditi e validati in modo definitivo, ma esistono prove evidenti che molti degli effetti avversi sulla salute sono attribuibili alle nano-particelle derivate dalla combustione. Le  $PM$  aumentano la formazione di aterosclerosi causando effetti vascolari e trombotici acuti, facilitati dallo stress ossidativo e infiammatorio. Il miglioramento degli standard di qualità dell'aria, la riduzione delle esposizioni e la riprogettazione delle tecnologie dei motori e dei combustibili potrebbero avere un ruolo cruciale nella riduzione dell'inquinamento atmosferico con un impatto significativo sulla morbilità e sulla mortalità cardiovascolare <sup>63</sup>.

1,3 TRILIONI  
DI DOLLARI

la spesa sanitaria in Europa,  
derivante dall'inquinamento  
atmosferico

## Inquinamento e ospedalizzazioni

Il gruppo del Prof. Michele Carugno, Dipartimento di Scienze Cliniche e di Comunità, dell'Università degli Studi di Milano ha esaminato gli effetti dell'esposizione al particolato – nello specifico con diametro aerodinamico  $\leq 10 \mu\text{m}$  ( $PM_{10}$ ) e al biossido di azoto ( $NO_2$ ) - sui decessi e i ricoveri per patologie croniche con particolare attenzione a quelle cardiache, cerebrovascolari e respiratorie. Le stime dimostrano che per ogni aumento di  $10 \text{mg}/\text{m}^3$  del  $PM_{10}$  aumenta significativamente il rischio assoluto di aggravare una malattia respiratoria o cardiovascolare in corso <sup>64</sup>. Considerate le profonde relazioni fin qui analizzate è opportuno sottolineare come esistano inoltre recenti studi sulle malattie cardiovascolari i quali sottolineano la persistenza di effetti avversi sulla salute a concentrazioni addirittura inferiori a quelle raccomandate dall'Organizzazione mondiale della sanità, evidenziando un rischio crescente se si tiene in considerazione la già insufficiente propensione nelle città italiane al rispetto dei limiti indicati <sup>65</sup>.

61 Setti et al., Position Paper. Relazione circa l'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione, [https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19\\_Position-Paper\\_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf](https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19_Position-Paper_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf)

62 Air Pollution and Estimated Health Costs Related to Road Transportations of Goods in Italy: A First Healthcare Burden Assessment. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, 16, 2876

63 Si veda in proposito Rapporto Mal'aria 2020, cit.

64 Air Pollution and Estimated Health Costs Related to Road Transportations of Goods in Italy, cit., 16, 2876

65 Si veda, Rapporto Mal'aria 2020, cit.

---

## Inquinamento e costi della salute

Presentate le suddette evidenze scientifiche risulta chiaro e logico come una riduzione dell'inquinamento derivante da combustione fossile possa generare un circuito virtuoso in grado di prevenire l'insorgenza e la complicità di numerose patologie croniche, con impatti significativi sulla salute dei cittadini e sulla sostenibilità del Servizio Sanitario Nazionale, se si considerano i potenziali costi evitati in termini di ospedalizzazioni, trattamenti e servizi socio-sanitari correlati<sup>66</sup>.

In particolare un'analisi<sup>67</sup> condotta dall'Organizzazione mondiale della sanità (2015) ha evidenziato che il costo delle morti premature per il solo inquinamento ambientale, tra il 2005 e il 2010, è incrementato con impatti economici quantificati che variano da 1.007.223 a 1.156.118 milioni di dollari in Europa. Andando ad analizzare la sola situazione italiana nel medesimo periodo, tale valore si attesta intorno a 98.000 milioni di dollari.

In aggiunta a questo, l'Organizzazione mondiale della sanità ipotizza un ulteriore 10% di spesa per la gestione delle morbidità correlate all'inquinamento atmosferico, proiettando quindi a circa 1,3 trilioni di dollari la spesa sanitaria derivante dall'inquinamento atmosferico. Per inquadrare la dimensione di questo valore, si consideri che nel 2009 la spesa mondiale per la salute si è attestata a 5,1 trilioni di dollari (Bloom et al 2011).

Solo l'Italia nel 2016 ha infatti prodotto con il traffico merci, circa 189 tonnellate di PM<sub>10</sub>, 147 tonnellate di PM<sub>2,5</sub> e 4125 tonnellate di NO<sub>x</sub>, con conseguenti costi sanitari annuali che variano da 400 milioni a 1,2 miliardi di euro<sup>68</sup>.

66 The Relative Effects of Economic Growth, Environmental Pollution and Non-Communicable Diseases on Health Expenditures in European Union Countries – Badulescu et al Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, pg. 16, 5115

67 WHO Regional Office for Europe, OECD. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2005

68 Franchini M., Mannucci P.M. European Journal of Internal Medicine 55 (2018), pg 1–5

2.

Relazione tra  
la diffusione  
del SARS-CoV-2  
e l'inquinamento  
atmosferico



Riguardo agli studi sulla diffusione dei virus nella popolazione vi è una solida letteratura scientifica che correla l'incidenza dei casi di infezione virale con le concentrazioni di particolato atmosferico (es.  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ ). È noto che il particolato atmosferico è un vettore di trasporto, per molti contaminanti chimici e biologici, inclusi i virus.

I virus si “attaccano” (con un processo di coagulazione) al particolato atmosferico, costituito da particelle solide e/o liquide in grado di rimanere nell'atmosfera anche per ore, giorni o settimane, diffondendo il virus anche per lunghe distanze.

Il particolato atmosferico, oltre ad essere un trasportatore, supporta il virus a rimanere nell'aria in condizioni vitali per un certo tempo, stimabile approssimativamente in ore o giorni. Il tasso di inattivazione dei virus nel particolato atmosferico dipende dalle condizioni ambientali: mentre un aumento delle temperature e di radiazione solare influisce positivamente sulla velocità di inattivazione del virus, un'umidità relativa elevata può favorire un più elevato tasso di diffusione del virus, cioè di virulenza.

In particolare si evidenzia una relazione tra i superamenti dei limiti consentiti delle concentrazioni di  $PM_{10}$  registrati nel periodo 10 febbraio- 29 febbraio e il numero di casi infetti da Covid-19 aggiornati al 3 marzo (considerando un ritardo temporale intermedio relativo al periodo 10-29 febbraio di 14 giorni approssimativamente pari al tempo di incubazione del virus fino alla identificazione dell'infezione contratta). Tale analisi sembra indicare una relazione diretta tra il numero di casi Covid-19 e lo stato di inquinamento da  $PM_{10}$  dei territori, coerentemente con quanto ormai ben approfondito dalla più recente letteratura scientifica per altre infezioni virali (l'analisi e la raccolta delle evidenze scientifiche citate, è stata sviluppata fino a novembre 2020).

La relazione tra i casi di Covid-19 e  $PM_{10}$  suggerisce un'interessante e opportuna riflessione sull'epicentro italiano: la Pianura Padana, noto<sup>69</sup> anche come territorio ad alta concentrazione di ozono e  $PM_{10}$ .<sup>70</sup>

Similmente una recente pubblicazione<sup>71</sup> del gruppo del Prof. Wu del Dipartimento di Biostatistica di Harvard (T.H. Chan School of Public Health, Boston, MA, USA) suggerisce, attraverso un modello di analisi di regressione ecologica (Ecological Regression Analyses), che il virus SARS-CoV-2 si sia non solo diffuso maggiormente nelle zone a maggior concentrazione di  $PM_{2,5}$ , ma anche che in tali zone il tasso di mortalità da Covid-19 sia stato più elevato che altrove.

La malattia da Coronavirus (Covid-19) è una grave patologia causata dalla sindrome respiratoria acuta grave da SARS-CoV-2. I sintomi della malattia variano da assenza di sintomi, a sintomi respiratori lievi fino a complicanze cardiovascolari e polmonari potenzialmente fatali. Le complicanze cardiache includono danno miocardico acuto, aritmie, shock cardiogeno e persino morte improvvisa.

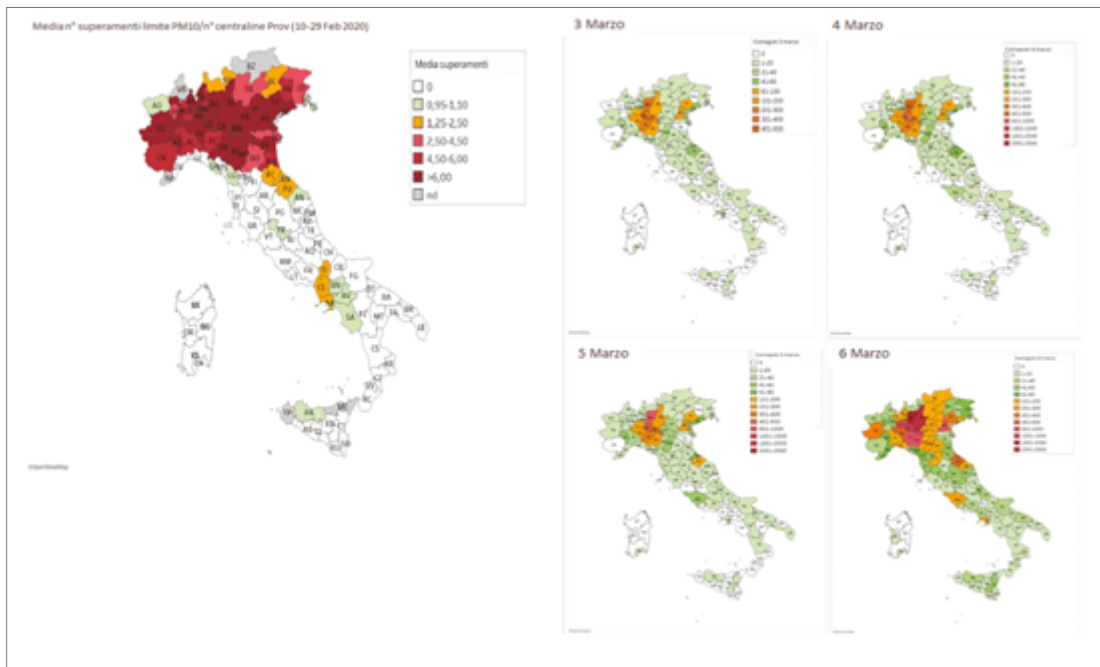
Studi scientifici dimostrano la relazione diretta tra il numero di casi Covid-19 e lo stato di inquinamento da  $PM_{10}$

69 Si veda in proposito, <https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Aria-Progetti/Progetto-Bacino-Padano.aspx>  
70 Panigone S, et al., BMJ Open Resp Res 2020, 7:e000571  
71 X. Wu, R. C. Nethery, M. B. Sabath, D. Braun, F. Dominici, Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: Strengths and limitations of an ecological regression analysis. Sci. Adv. 6, eabd4049, 2020

La causa principale di morte nell'infezione da SARS-CoV-2 è l'insufficienza respiratoria ma le manifestazioni cardiache possono contribuire alla mortalità e persino essere la causa principale di morte in questi pazienti. Il danno miocardico dovuto alla Covid-19 può essere correlato a una maggiore viscosità (addensamento), a una maggiore cascata della coagulazione, a effetti pro-infiammatori o a una disfunzione delle cellule endoteliali con infezione da SARS-CoV-2. Il danno miocardico nei pazienti con infezione da Covid-19 potrebbe essere multifattoriale e includere: rottura della placca aterosclerotica, vasospasmo coronarico, danno ipossico al sistema vascolare, endotelio diretto o formazione di microtrombi. Il danno miocardico e la miocardite fulminante possono verificarsi a causa dell'effetto viremico, presenza di particelle virali nel circolo sanguigno, diretto sulle cellule miocardiche e degli effetti secondari della risposta iperimmune dell'organismo al virus e della risposta infiammatoria sistemica complessiva.

L'aumento dei livelli dei marcatori infiammatori è stato associato a una mortalità più elevata nei pazienti con Covid-19. Un danno miocardico, dimostrato dall'aumento della concentrazione di troponina cardiaca al di sopra del 99° percentile del limite di riferimento superiore (la troponina è un marker di necrosi cardiaca), è stato osservato nel 7-17% dei pazienti con Covid-19 ospedalizzati. La sindrome coronarica acuta (SCA) può essere una delle manifestazioni iniziali dell'infezione da SARS-CoV-2 e può variare dall'infarto miocardico con sopraslivellamento del tratto ST (STEMI) alla cardiomiopatia di Takotsubo. I livelli elevati di citochine possono determinare una risposta infiammatoria sistemica e danno miocardico, entrambi possono predisporre ad aritmie atriali e ventricolari. L'aumento delle citochine infiammatorie e il distress respiratorio possono causare l'esacerbazione di una disfunzione ventricolare sinistra preesistente o causare una nuova cardiomiopatia. Le manifestazioni cardiovascolari dell'infezione da SARS-CoV-2 variano da un lieve aumento dei livelli sierici di troponina e BNP, indicativo del rischio di insufficienza cardiaca, a miocardite fulminante e ad aritmie e shock refrattario, potenzialmente fatali. Tutti i pazienti necessitano di un attento monitoraggio emodinamico ed elettrocardiografico, specialmente se sono in trattamento per la Covid-19<sup>72</sup>.

72 Setti et al., Position Paper. Relazione circa l'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione, [https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19\\_Position-Paper\\_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf](https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19_Position-Paper_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf)



**Fig. 1**  
 La concentrazione dei maggiori focolai si è registrata proprio in Pianura Padana mentre minori casi di infezione si sono registrati in altre zone d'Italia

Fonte: Position Paper  
 Relazione circa l'effetto  
 dell'inquinamento da particolato  
 atmosferico e la diffusione di  
 virus nella popolazione  
 SIMA - Università di Bologna  
 Università degli studi Aldo Moro

3.

Inquinamento  
atmosferico e mobilità:  
una transizione  
necessaria



## Il rapporto tra le emissioni di inquinanti e la mobilità



**Fig. 2**  
Emissione di anidride carbonica da trasporti su strada t/a

Fonte ISPRA

Grazie al monitoraggio assiduo sull'ambiente effettuato dalle istituzioni preposte, è semplice individuare chiaramente nel trasporto con motore termico la fonte delle emissioni di gas clima-alterante, altresì indicato gas serra (prevalentemente CO<sub>2</sub>) e di sostanze nocive all'uomo come i già citati ossidi di azoto (NOx) ed il particolato, nelle sue diverse dimensioni (PMx).

Basti pensare al peso che il trasporto ha nel bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come si può evincere dalla mappa sopra esposta.<sup>73</sup> Il grafico seguente dimostra il collegamento delle emissioni alle motorizzazioni cosiddette "tradizionali".<sup>74</sup>

Al contrario i veicoli BEV (100% elettrici) o i PHEV nel loro muoversi sfruttando esclusivamente la trazione elettrica, offrono una mobilità a zero emissioni *tank to wheel*.

Come evidenziato dall'ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale), nel report "Trasporti", pubblicato nel 2020 sulle risultanze del 2019, il quadro delle emissioni di gas serra e di inquinanti risulta sempre più preoccupante, e rende sempre più attuale e pressante l'esigenza di adottare un approccio al trasporto più sostenibile, per ridurre i costi ambientali ad esso associati.

73 ISPRA, Trasporti, 2019, [https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario-2020/4\\_Trasporti\\_Finale\\_2019.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario-2020/4_Trasporti_Finale_2019.pdf)

74 ISPRA, Trasporti, 2019, cit.



**Tab.1: Emissioni specifiche medie di CO<sub>2</sub> dalle autovetture su strada**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	gCO <sub>2</sub> / km											
Parco autovetture benzina	184	177	173	179	175	173	175	174	172	172	172	170
Parco autovetture gasolio	190	188	185	179	182	181	180	179	177	177	176	175
Parco autovetture GPL	173	175	179	183	190	189	186	186	184	183	182	180
Parco autovetture gas naturale	184	178	162	179	180	179	178	178	177	179	180	176
Parco autovetture ibride (benzina - elettrico)					112	104	104	99	99	96	97	98
Media pesata del parco totale autovetture	184	179	176	179	179	178	178	177	176	176	175	174

Fonte: ISPRA

Nota: I dati derivano dall'Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera comunicato nell'ambito della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). I dati di emissione derivanti dal trasporto stradale sono stati stimati da ISPRA tramite il modello COPERT. La serie storica è stata ricalcolata coerentemente con l'aggiornamento annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera

**Tab. 2: Emissioni specifiche medie pesate del parco italiano immatricolato nuovo (ciclo di omologazione)**

	2001	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	g CO <sub>2</sub> / km										
Autovetture a benzina	158,00	151,00	132,90	131,37	127,40	124,50	122,27	120,13	117,49	118,1	118,0
Autovetture diesel	158,10	148,50	142,80	137,49	132,19	129,54	123,80	119,91	115,49	111,8	111,7
Autovetture GPL	-	-	-	123,81	124,85	119,99	119,41	119,29	118,99	117,3	120,4
Autovetture metano	-	-	-	120,68	114,09	112,49	99,17	96,68	98,44	99,4	107,7
Autovetture ibride	-	-	-	-	-	-	-	86,50	81,63	81,6	88,1
Tutte le alimentazioni	-	149,50	136,30	132,75	129,68	126,31	121,62	118,67	115,09	113,9	113,9

Fonte: ISPRA

Legenda: Si tratta di elaborazioni su dati di emissione di CO<sub>2</sub> risultante all'omologazione di fonte EEA (dati dal 2010-2017) e MIT (dal 2001 al 2009)

Il concetto di mobilità sostenibile viene, quindi, coniato in relazione all'esigenza di investire risorse affinché tali costi vengano minimizzati, quando non addirittura azzerati (è il caso dell'obiettivo "zero vittime" in tema di sicurezza stradale).

Il settore dei trasporti è globale, per cui l'efficacia delle politiche per la mobilità dipende anche dalla cooperazione internazionale.

Il Libro Bianco sul futuro dell'Europa (Commissione europea, 2017 (c)), incentrato su riflessioni e scenari al 2025 per l'Unione Europea, individua il trasporto come uno dei settori chiave su cui incrementare gli investimenti a livello di infrastrutture.

Nel 2011 la Commissione europea ha adottato specifici obiettivi di *policy* per i trasporti con il Libro Bianco: "Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile" (Commissione europea, 2011(d)); in tale documento, si persegue la complessa associazione dell'incremento della mobilità con la riduzione delle emissioni, tramite una strategia di ampio respiro e dal lungo orizzonte temporale. Il target è conseguire entro il 2050 una riduzione del 60% delle emissioni di gas serra (GHG) rispetto ai livelli del 1990. Tale obiettivo sarebbe il contributo offerto dal settore trasporti all'obiettivo omnicomprensivo europeo di una riduzione dei GHG dell'80-95% previsto nella *Roadmap for a low carbon economy* (Commissione europea, 2011(a)).

Nel dettaglio, gli impegni principali rilevati dal Libro Bianco per il conseguimento di questo macro-obiettivo sono:

- Dimezzamento, entro il 2030, dell'uso delle auto con il motore a scoppio nelle città, eliminandole del tutto entro il 2050;
- Lo spostamento su ferrovia, entro il 2030, della maggior parte del trasporto passeggeri su medie distanze;
- Lo spostamento su ferrovia o la via d'acqua (quota che dovrebbe raggiungere il 50% entro il 2050) entro il 2030, del 30% del trasporto merci che supera i 300 km;
- Incremento dell'uso di carburanti a basse emissioni nel trasporto aereo fino a raggiungere il 40% entro il 2050;
- Riduzione del 40-50%, entro il 2050, delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivate dagli oli combustibili del trasporto marittimo.

Passando dall'ambito internazionale a quello nazionale, al fine di capire le pressioni che il sistema nazionale dei trasporti esercita su ambiente, salute, qualità della vita e per cogliere criticità ed eventuali segnali di miglioramento in questi ambiti, è necessaria un'attenta analisi delle statistiche sui trasporti e l'ambiente.

Sulla base dei dati evidenziati nel Rapporto ISPRA sopracitato, è possibile notare come il numero di passeggeri - km trasportati, secondo le ultime stime disponibili, è cresciuto del 29,7% dal 1990 al 2018. La crescita più significativa (26,4%) è avvenuta tra il 1990 e il 2000, coerentemente con l'andamento della popolazione e dei livelli di reddito. Tra il 2000 e il 2010 si

riscontra un andamento altalenante, con una flessione media del 2% fino al 2005 poi azzerata al 2010. La tendenza negli anni successivi è, invece, quella di una decisa flessione (-13,1% tra il 2010 e il 2012) seguita da una ripresa, +18,6% tra il 2012 e il 2018. Le riduzioni tra il 2010 e il 2012 sono fondamentalmente imputabili alle autovetture (-17,1%); le altre riduzioni dovute al trasporto presentano variazioni negative contenute, tranne le metropolitane (-11,0%) e il cabotaggio marittimo (-10,1%) o in aumento (gli aumenti più consistenti riguardano le tranvie urbane ed extraurbane +9,3%, e la navigazione aerea, +5,2%). Dal 2012 al 2018 tutti i trasporti, tranne i motocicli e il cabotaggio marittimo, mostrano aumenti nei passeggeri trasportati, in particolare per l'automobile si riscontra un aumento di +24,9% circa. L'automobile continua a essere il mezzo di trasporto più utilizzato, nel 2018 l'uso delle autovetture è pari al 76,5% della ripartizione modale dei passeggeri - km, a fronte del 5,7% di uso di mezzi di trasporto su ferro e del 10,9% di fruizione di autobus, pubblici e privati.

Per quanto riguarda il trasporto merci, dal 1990 al 2018 il traffico totale interno aumenta del 4,6%; dal 2000 al 2018 si registra tuttavia una riduzione pari a -7,3%. Includendo anche le merci trasportate dai vettori esteri in Italia, il cosiddetto "cabotaggio" stradale, rilevato da EUROSTAT, l'unico periodo in cui si rileva un consistente aumento va dal 2000 al 2005 (+20,6%).

Con riferimento al trasporto totale di merci (su strada, ferrovia, vie di navigazione interne, includendo il trasporto internazionale), dal 1990 l'intensità complessiva delle merci trasportate è crescente rispetto al PIL fino al 2005, per poi decrescere negli anni successivi-salvo leggeri incrementi nel 2013, 2016 e 2017 - mostrando una riduzione del 24,3% nel 2017 rispetto al 2005. Quest'ultimo dato riflette la "de-materializzazione" dell'economia.

Come conseguenza della crescita dei volumi di trasporto passeggeri, dell'ingente quota riferita al trasporto stradale (soprattutto dei passeggeri ma ancora preponderante anche nel trasporto merci rispetto alle altre modalità, nel periodo 1990-2017), i consumi energetici totali su strada sono cresciuti dell'1,9%. Tale andamento è il risultato di molteplici fattori. Una riflessione merita l'evidenza che l'aumento dell'efficienza energetica dei veicoli non ha controbilanciato gli effetti della crescente domanda di trasporto. È indubbio infatti che dal 2007 l'effetto delle innovazioni tecnologiche apportate ai veicoli si somma a quello di una riduzione degli spostamenti di passeggeri e merci, fondamentalmente dovuto alla crisi economica.

Nel complesso tuttavia si registra una flessione nel consumo dei combustibili fossili tradizionali in favore dei combustibili a minore impatto ambientale e dell'elettricità, ma è opportuno evidenziare che il peso di questi ultimi sul totale consumato rimane ancora minoritario.

Per quanto riguarda le emissioni di gas serra, i trasporti risultano tra i settori maggiormente responsabili delle emissioni.

Nel 2017, in Italia, i trasporti sono responsabili del 23,3% delle emissioni totali di gas serra, pur essendo diminuite del 2,7% nel periodo 1990-2017. Nel 2017 la CO<sub>2</sub> costituisce il 98,9% delle emissioni di GHG dai trasporti e la strada contribuisce in modo preponderante alle emissioni di CO<sub>2</sub>,

Nel 2017, in Italia, i trasporti sono responsabili del 23,3% delle emissioni totali di gas serra

con il 93,6% del totale. Si è rilevato, negli ultimi anni, un notevole calo delle emissioni di inquinanti atmosferici prodotte dal trasporto stradale, grazie ai miglioramenti tecnologici apportati ai veicoli, con la conseguente diminuzione delle emissioni medie per km percorsi dei veicoli nuovi. Dal 1990 al 2017 le emissioni, provenienti dal complesso dei trasporti, di ossidi di azoto sono diminuite del 60,7% e quelle di particolato primario,  $PM_{2,5}$ , sono diminuite del 63,7%. Ciononostante, la qualità dell'aria nelle grandi aree urbane e in alcune macro-aree del Paese, come la Pianura padana, non rispetta ancora i valori limite stabiliti dalla normativa europea.

È utile distinguere le emissioni derivanti dall'utilizzo dei veicoli in Gas serra e inquinanti e i rispettivi obiettivi fissati dalla normativa e le evidenze a livello nazionale. Nel primo gruppo andrebbero ricompresi i gas che determinano significative alterazioni delle temperature globali e del clima terrestre, nonché potenziali danni per gli ecosistemi, gli insediamenti umani, l'agricoltura e le attività socio-economiche. Tra essi distinguiamo come inerenti all'utilizzo dei veicoli del parco circolante: anidride carbonica ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ) e protossido di azoto ( $N_2O$ ); gli altri gas serra regolamentati (idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) non sono rilevanti per il settore dei trasporti.

---

## Emissioni di Gas serra dai trasporti: obiettivi fissati dalla normativa e risultanze.

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), stipulata a New York il 9 maggio 1992, è stata ratificata dalla Legge 65/1994. Il Protocollo di Kyoto alla UNFCCC, stipulato l'11 dicembre 1997 e ratificato dalla Legge 120/2002, stabilisce una riduzione delle emissioni totali di gas serra del 6,5% rispetto ai livelli del 1990, entro il periodo 2008-2012. L'ISPRA, su incarico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, garantisce in Italia la predisposizione e l'aggiornamento annuale dell'inventario dei gas serra secondo i formati richiesti, attraverso le indicazioni del D.Lgs.51/2008 e del D.Lgs. 30/2013, che prevedono l'istituzione di un Sistema Nazionale- *National System* -, relativo all'inventario delle emissioni dei gas serra. Il Libro Bianco, relativamente al trasporto, inclusivo dell'aviazione internazionale ma non della navigazione internazionale, fissa l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra, al 2030 del 20% rispetto al 2008, e al 2050 del 60% rispetto al 1990. Il Libro Bianco fissa inoltre gli obiettivi: del conseguimento al 2030 di una logistica urbana senza  $CO_2$  nei principali centri urbani; di una riduzione a livello europeo al 2050 delle emissioni di  $CO_2$  dai bunker marittimi del 40% rispetto al 2005.

Un nuovo accordo globale è stato raggiunto a Parigi nel dicembre 2015, per il periodo successivo al 2020, il celebre COP21. L'accordo mira a rafforzare la risposta globale alla minaccia dei cambiamenti climatici mantenendo l'aumento della temperatura globale ben al di sotto di 2 °C oltre i livelli preindustriali, perseguendo gli sforzi per limitare l'aumento di temperatura

a 1,5°C; l'accordo di Parigi è entrato in vigore il 4 novembre 2016. Per colmare il divario 2013-2020, l'Emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto è stato adottato l'8 dicembre 2012. L'UE e i suoi Stati membri si sono impegnati in questa seconda fase del Protocollo di Kyoto e hanno stabilito di ridurre le emissioni collettive del 20% al di sotto dei livelli del 1990. La Legge 79/2016 di ratifica ed esecuzione dell'Emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto, definisce una Strategia nazionale di sviluppo a basse emissioni di carbonio, istituisce il Sistema nazionale in materia di politiche e misure e di proiezioni, definisce il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra e delle informazioni in materia di cambiamenti climatici. Considerando le emissioni complessive derivanti dai settori non EU-ETS (European Union Emissions Trading Scheme - EU ETS), che oltre al settore trasporti includono anche residenziale, agricoltura e rifiuti, gli obiettivi di riduzione per l'Italia al 2020 e al 2030 sono stabiliti rispettivamente dalla Decisione *Effort Sharing* (406/2009) e dal Regolamento UE *Effort Sharing* (2018/842) e sono pari a -13% e -33% rispetto alle emissioni di gas serra del 2005. La Direttiva 2009/30/CE sulla qualità dei carburanti richiede una riduzione dell'intensità dei gas a effetto serra dei carburanti per il trasporto di un minimo del 6% entro il 2020. Riguardo gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dai veicoli, gli obiettivi al 2015 per le automobili (Regolamento CE 443/2009) e al 2017 per i furgoni (Regolamento UE 510/2011) sono stati raggiunti già nel 2013. Il 17 aprile 2019, il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato il Regolamento UE 2019/631 che stabilisce nuovi standard di emissione di CO<sub>2</sub>. Il nuovo regolamento è stato applicato dal 1° gennaio 2020. Il Regolamento UE 2019/1242 che stabilisce norme sulle emissioni di CO<sub>2</sub> per i veicoli pesanti è entrato in vigore il 14 agosto 2019.

A partire da tale quadro normativo e dagli impegni assunti, la fotografia dell'Italia è la seguente.

Nel 2017, in Italia, i trasporti risultano responsabili del 23,3% delle emissioni totali di gas serra (Tabella 3).

Le emissioni del settore (esclusi i trasporti internazionali/bunker) sono diminuite del 2,7% nel periodo 1990-2017. Le emissioni di anidride carbonica, nel 2017 costituiscono il 98,9% del totale settoriale. La riduzione delle emissioni complessive di metano è dovuta all'effetto combinato da un lato dei miglioramenti tecnologici che limitano le emissioni di composti organici volatili dai tubi di scappamento e le emissioni evaporative (per le auto), e dall'altro all'espansione del parco a due ruote che produce un aumento delle emissioni. Va sottolineato che in Italia è presente una considerevole flotta di motocicli e ciclomotori, della quale solo una parte è conforme ai recenti limiti sull'emissione di composti organici volatili (che includono il metano).

Le emissioni di protossido di azoto sono connesse all'uso di marmitte catalitiche, le quali sono costruite in modo da contenere le emissioni di questo gas solo nei veicoli più recenti. Nel 2017 il 70,3% delle emissioni di anidride carbonica del settore si produce nell'ambito del trasporto passeggeri; la quota dovuta al trasporto stradale, di passeggeri e di merci, è pari al 93,6% (Tabella 4).

**Tab 3: Emissioni di gas serra dal settore dei trasporti per tipo di gas e quota dei trasporti sul totale (esclusi bunker aerei e navali internazionali)**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	kt CO <sub>2</sub> eq											
Emissioni di gas serra dai trasporti	102.216,8	114.272,5	123.808,4	128.449,5	115.247,8	114.183,5	106.490,0	103.801,8	108.638,9	106.008,4	103.137,9	99.486,6
<i>di cui: anidride carbonica</i>	100.313,3	111.502,5	121.400,7	126.554,9	113.952,8	112.930,5	105.313,9	102.655,2	107.465,2	104.854,9	102.002,2	98.391,4
<i>metano</i>	949,9	1.078,1	819,7	522,8	317,1	300,7	268,6	255,7	250,2	241,8	224,9	210,8
<i>protossido di azoto</i>	953,7	1.691,9	1.588,0	1.371,9	977,9	952,2	907,6	890,9	923,6	911,7	910,8	884,4
Emissioni totali di gas serra	517.745,7	532.419,0	554.105,7	580.599,9	505.773,0	492.475,3	472.722,4	442.708,4	426.211,7	434.043,8	432.119,0	427.707,8
	%											
Quota sul totale delle emissioni	19,7	21,5	22,3	22,1	22,8	23,2	22,5	23,4	25,5	24,4	23,9	23,3

Fonte: ISPRA

Nota: Emissioni totali nazionali, senza gli assorbimenti dovuti al settore LULUCF (Land use, land-use change and forestry). La serie storica è stata ricalcolata dal 1990 sulla base degli aggiornamenti metodologici intervenuti a livello di stima settoriale IPCC

**Tab. 4: Emissioni di CO<sub>2</sub> per tipo di traffico e modalità di trasporto (esclusi aerei e navi inter-nazionali)**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	%											
	Tipo di traffico											
Passeggeri	62,5	65,2	64,3	62,7	62,8	61,9	62,9	64,8	66,2	67,9	69,5	70,3
Merci	37,5	34,8	35,7	37,3	37,2	38,1	37,1	35,2	33,8	32,1	30,5	29,7
TOTALE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Modalità di trasporto											
Trasporto stradale	92,4	93,4	92,5	93,2	92,6	93,0	93,3	93,6	94,0	94,1	94,0	93,6
Altre modalità (trasporto nazionale)	7,6	6,6	7,5	6,8	7,4	7,0	6,7	6,4	6,0	5,9	6,0	6,4
Totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: ISPRA

Nota: I dati derivano dall'Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera comunicato nell'ambito della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). Il riferimento è ai trasporti di competenza nazionale dal punto di vista delle emissioni di gas serra. La serie storica è stata ricalcolata coerentemente con l'aggiornamento annuale dell'inventario

## Emissioni di inquinanti atmosferici dai trasporti: obiettivi fissati dalla normativa e risultanze

L'altra fetta importante delle emissioni dei veicoli è riconducibile agli ossidi di azoto (NOx), ai composti organici volatili non metanici (COVNM), al materiale particolato (PM), al piombo (Pb), al benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e agli ossidi di zolfo (SOx).

Gli ossidi di azoto contribuiscono alle piogge acide, all'eutrofizzazione e alla formazione dell'ozono troposferico e, indirettamente, al riscaldamento globale e alle modifiche dello strato di ozono. Come già citato, il particolato rappresenta attualmente l'inquinante a maggior impatto sulla salute umana, soprattutto per quanto riguarda la frazione fine PM<sub>2,5</sub> che riesce a penetrare in profondità nei polmoni. In atmosfera si forma anche il particolato secondario, a cui contribuiscono le emissioni di ossidi di azoto, ossidi di zolfo e ammoniaca e l'ozono che, come già citato nel precedente capitolo è presente in natura soprattutto nei mesi estivi. Il benzene è una sostanza cancerogena presente in tracce nella benzina e nei gas di scarico dei veicoli a motore.

Come parte della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio (CLRTAP), l'Italia è tenuta all'aggiornamento e alla comunicazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni inquinanti in atmosfera. La Direttiva UE 2016/2284 sui limiti nazionali di emissione definisce gli impegni di riduzione a livello totale delle emissioni degli inquinanti atmosferici SO<sub>2</sub>, NOx, COVNM, NH<sub>3</sub> e PM<sub>2,5</sub>, disponendo che le emissioni relative al trasporto su strada siano calcolate e comunicate in base ai quantitativi di carburante venduti negli Stati membri, che possono inoltre prendere come riferimento il carburante utilizzato o i chilometri percorsi nello Stato membro. A livello comunitario, le emissioni inquinanti dai veicoli stradali sono regolamentate separatamente secondo la distinzione tra veicoli leggeri (autovetture e veicoli commerciali leggeri) e veicoli pesanti (autocarri e autobus); i provvedimenti più recenti in merito alle emissioni inquinanti derivano dal Regolamento CE 715/2007 relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni provenienti dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e dal Regolamento CE 595/2009 relativo all'omologazione dei veicoli a motore e dei motori riguardo alle emissioni dei veicoli pesanti (Euro 6). Per i veicoli leggeri nel 2007 sono state adottate le norme Euro 5 e 6, obbligatorie rispettivamente da gennaio 2011 e da settembre 2015 per quanto riguarda l'omologazione e l'immatricolazione dei nuovi tipi di veicoli; in particolare la norma Euro 6 riduce le emissioni per km degli ossidi di azoto delle auto diesel. Il ciclo di guida standardizzato utilizzato finora nell'ambito delle prove di omologazione del veicolo (Protocollo NEDC: *New European Driving Cycle*), oggetto di numerose critiche relativamente alla sua rappresentatività dell'uso reale dei veicoli, è stato successivamente sostituito nel settembre 2017 dal WLTP (*Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure*), affiancato dal test RDE (*Real Driving Emissions*). Per i veicoli pesanti, risultati emissivi di prove su strada hanno evidenziato riduzioni delle emissioni di ossidi di azoto inferiori alle attese, con una sostanziale stabilità dei valori

**Fig. 3**  
Emissioni di ossidi di azoto da trasportisu strada (t/a)



**Fig 4**  
Emissioni di PM<sub>2,5</sub> da trasporti su strada (t/a)

Fonte ISPRA



emissivi di ossidi di azoto tra Euro 3 e 6 e riduzioni del 10-15% circa tra Euro 4 e 6. Nel caso delle emissioni di particolato le prove su strada hanno fatto registrare sostanziali riduzioni (-80% circa) tra Euro 3 ed Euro 4, tuttavia nel passaggio alla normativa Euro 5 si registra un leggero aumento delle emissioni per km.

Ulteriori direttive regolano le emissioni dei veicoli “off-road” (ferrovie e vie d’acqua interne).

Fortunatamente, in Italia le emissioni provenienti dal trasporto per gli inquinanti analizzati risultano in decrescita, in particolare le emissioni nocive prodotte dal trasporto stradale sono calate notevolmente negli ultimi anni, grazie all’introduzione di catalizzatori, di filtri per particolato fine e di altre tecnologie installate nei veicoli, quali ad esempio canister, finalizzati alla riduzione delle emissioni evaporative. L’introduzione delle benzine verdi ha avuto come conseguenza un abbattimento notevole dei livelli emissivi di piombo. Le emissioni di ossidi di zolfo, ormai quasi assenti nel trasporto stradale, sono ancora rilevanti nel trasporto via mare. Si attribuisce una valutazione positiva al trend per i progressi globalmente registrati negli anni nell’andamento delle emissioni; all’Italia viene attribuita una valutazione intermedia fondamentale per le criticità che caratterizzano ancora dal punto di vista emissivo il settore dei trasporti, per il peso ancora notevole che il trasporto riveste rispetto al totale emesso a livello nazionale per molti inquinanti, per le discrepanze che sussistono ancora tra i valori di emissione risultanti all’omologazione e i valori emessi realmente su strada, per l’incertezza relativa soprattutto alla stima del particolato secondario. Nel dettaglio a seguire la ripartizione geografica del NO<sub>x</sub> e del PM<sub>2,5</sub>.

Per concludere la disamina degli inquinanti e il loro livello sul territorio nazionale, per citare il contributo di Legambiente “Mal’Aria di città 2020”, sono ben “54 le città che nel 2019 hanno superato il limite previsto per le polveri sottili (PM<sub>10</sub>) o per l’ozono (O<sub>3</sub>), stabiliti rispettivamente in 35 e 25 giorni nell’anno solare (tabella 1): Torino ha raggiunto le 147 giornate fuorilegge (86 per il PM<sub>10</sub> e 61 per l’ozono), seguita da Lodi con 135 (55 per PM<sub>10</sub> e 80 per ozono) e Pavia con 130 (65 superamenti per entrambi gli inquinanti)”<sup>75</sup>.

75 Si veda per approfondimenti, Rapporto Mal’Aria di città 2020, cit., pg. 17 e 20



4.

# I progetti speciali di Novartis ed Enel X



Novartis ed Enel X, grazie alla presente collaborazione hanno condiviso rispettive attività che contribuiscono ad affrontare la questione della relazione tra la salute e l'ambiente.

Particolare attenzione è stata affidata alla sfida della gestione della cronicità - risultata essere la conseguenza prevalente sulla salute dei cittadini - e la protezione ambientale -come primaria fonte di prevenzione- con il ruolo della mobilità elettrica nella riduzione dei principali inquinanti atmosferici e l'attenzione ad una produzione industriale sostenibile.



## La sfida della gestione della cronicità: il progetto Embrace di Novartis

Da oltre 20 anni Novartis è impegnata in Italia a fornire terapie innovative per migliorare e prolungare la vita delle persone, solo nel 2019 ha investito 170 milioni €, di cui 80 milioni € in ricerca e sviluppo. Novartis promuove inoltre attività per contribuire al pieno raggiungimento del benessere di tutti i cittadini, in ottica di valore condiviso. È infatti in prima linea con attività di prevenzione, sensibilizzazione sulle principali patologie, il sostegno ad attività di diagnosi e il supporto alla gestione delle principali sfide di salute pubblica, come la cronicità<sup>76</sup>.

La cronicità rappresenta un'area in progressiva crescita che comporta un notevole impegno di risorse. Infatti, il 70-80% delle risorse sanitarie (a livello mondiale) è destinato alla gestione delle malattie croniche. In Italia il 48,7% della popolazione tra i 65 e i 74 anni è affetto da almeno due malattie croniche, dato che raggiunge il tasso del 68% se si considerano gli italiani over 75. In questo scenario in costante mutamento, dovuto all'aumento dell'aspettativa di vita, più del 55% dei contatti con i Medici di Medicina Generale sono generati da questa tipologia di pazienti. Il Medico di Medicina Generale infatti rappresenta il primo interlocutore del paziente nella sua interezza.

La Linea Embrace è la risposta concreta di Novartis al miglioramento della gestione delle patologie croniche, per un potenziamento della prevenzione, della diagnosi e della cura di tutti i cittadini. Si tratta di una nuova divisione composta da 80 giovani professionisti under 30, distribuiti su tutto il territorio nazionale e specificatamente formati sulla gestione della cronicità, che dialogano con il Medico di Medicina generale ed il farmacista con l'obiettivo di incrementare il livello di sensibilità, di attenzione e di conoscenza sulle patologie croniche sulle quali Novartis può fornire un contributo di conoscenza e competenza.

76 Barbieri F et al. The "Embrace Project": facilitating the health care professionals in diagnosis, clinical reasoning and virtuous co-management of chronic patients before, during and after the COVID-19 pandemic in Italy. *Diagnosis (Berl)*; 2020 Oct 9; doi: 10.1515/dx-2020-0101

## Malattie croniche nelle quali Novartis è impegnata



### Emicrania

Malattia neurologica (la terza più diffusa al mondo) che colpisce il 12% della popolazione. In Italia ha un impatto su circa 5 milioni di persone.



### Psoriasi

Patologia infiammatoria della cute. Si stima che in Italia ne sia affetto il 2-3% della popolazione, vale a dire tra 1,2 e 1,8 milioni di cui il 35% moderata - severa.



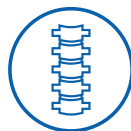
### Scopenso cardiaco

Sindrome clinica in cui, a causa di una alterazione strutturale e/o funzionale cardiaca, il cuore risulta incapace di pompare un flusso adeguato di sangue agli organi periferici. In Italia colpisce oltre un milione di persone.



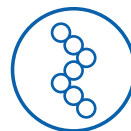
### Asma grave

L'asma è un problema di salute globale che colpisce in Italia circa 2,5 mln di pazienti e di questi circa 50.000 presentano asma grave non adeguatamente controllato.



### Spondiloartriti

Insieme di condizioni infiammatorie con sintomi differenti e difficili da identificare, con conseguente diagnosi mancata o ritardata. Colpisce circa l'1% della popolazione generale e insorge tipicamente nei giovani dai 25 anni in poi.



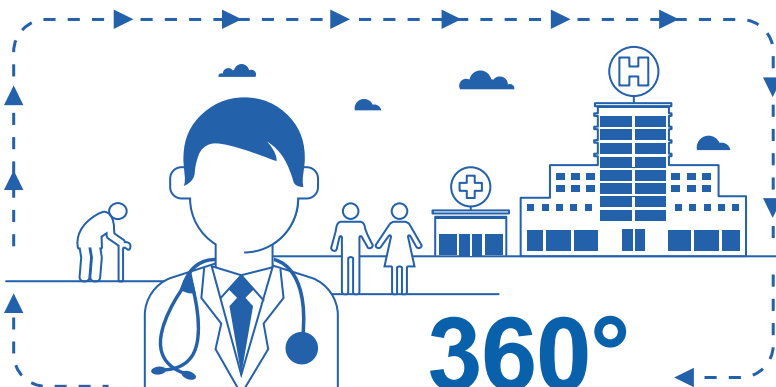
### Orticaria

L'orticaria è un insieme di patologie caratterizzate dallo sviluppo di pomfi, angioedema o entrambi. La prevalenza in Italia è pari allo 0,5-1%.

Gli obiettivi che guidano l'attività della Linea Embrace sono:

- **facilitare l'integrazione tra ospedale e territorio**
- **ridurre i tempi alla diagnosi**
- **favorire l'aderenza terapeutica del paziente cronico**
- **supportare un nuovo approccio alla medicina territoriale e di prossimità**

In questo modo Novartis, grazie alla linea Embrace, vuole supportare il medico di medicina generale e il farmacista nell'interazione con i diversi attori coinvolti nella gestione del paziente cronico per creare un sistema virtuoso per il paziente e per l'intero sistema, attraverso un nuovo approccio che restituisce centralità alla prossimità di cura, evidenziando il ruolo del medico di medicina generale, la prima linea dei pazienti.



Piano Nazionale della Cronicità 2016 del Ministero della Salute

## Salute e ambiente: l'impegno di Novartis nella riduzione degli agenti inquinanti e del carbon footprint

L'impegno di Novartis tuttavia è volto anche ad una gestione ambientale responsabile delle proprie attività produttive e gestionali, in linea con gli impegni assunti a livello internazionale e nazionale.

Per questo l'attenzione alla 'impronta ecologica' delle proprie attività è una componente determinante della responsabilità d'impresa e si traduce in strategie coerenti con i più ambiziosi programmi internazionali indirizzati alla sostenibilità, come i già citati obiettivi di sviluppo sostenibile contenuti nell'Agenda 2030 dell'ONU. Da questo impegno sono nati nel tempo specifici progetti e iniziative rivolti a migliorare progressivamente le performance ambientali in materia di contenimento e abbattimento delle emissioni, riduzione dei rifiuti e dei reflui, efficienza energetica e risparmio delle materie prime.

In linea con l'Agenda ONU 2030 Novartis ha fissato ambiziosi traguardi:  
 - Carbon Neutrality entro il 2025  
 - Plastic Neutrality e Water Neutrality entro il 2030

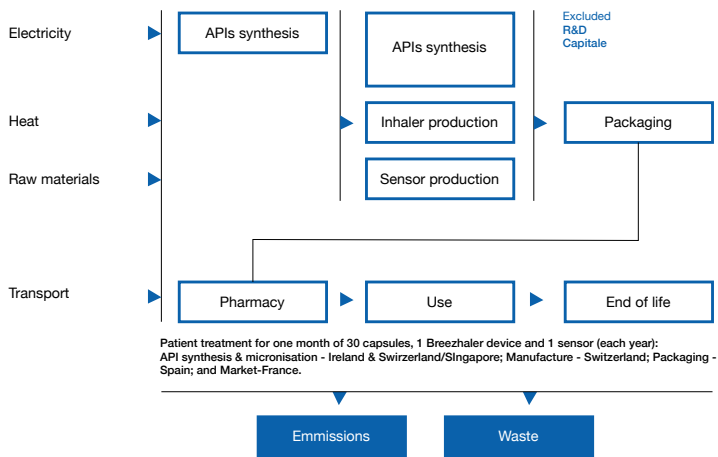
Per promuovere la sostenibilità ambientale nelle sue attività, il Gruppo si focalizza sulla riduzione dei consumi energetici, allo scopo di abbattere le emissioni di CO<sub>2</sub>, in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile. Nel 2005, Novartis si è impegnata volontariamente a perseguire gli obiettivi del protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni di gas serra.

Recentemente sono stati fissati nuovi e ambiziosi traguardi, in linea con l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, tra cui quella del *Carbon Neutrality* (emissioni zero di anidride carbonica) entro il 2025, grazie all'utilizzo estensivo di energie rinnovabili, *Plastic Neutrality* (equilibrio tra plastica prodotta e riciclata) e *Water Neutrality* (nessun impatto sull'acqua) entro il 2030, grazie a progetti che riducano al minimo l'utilizzo della plastica e che promuovano un uso equo e sostenibile delle risorse idriche.

Novartis ritiene inoltre che la protezione ambientale non possa prescindere da una piena integrazione dei criteri di valutazione d'impatto ambientale nei processi produttivi, come elemento determinante nella definizione di strategie a lungo termine.

Un esempio può essere quello degli spray (MDI) e delle polveri per inalazione (DPI), i dispositivi più comunemente usati per la somministrazione di farmaci per via inalatoria nel trattamento dell'asma e della BPCO. I dispositivi MDI contengono, come propellenti, gas liquefatti, gli idrofluoroalcani (HFA), che forniscono la forza per generare la nube di aerosol. L'impatto ambientale, misurato come "*carbon footprint*" (CF), è diverso per ciascun prodotto e la corretta quantificazione è necessaria per valutarne l'impatto ambientale.

Recentemente Novartis ha intrapreso uno studio sul carbon footprint, valutando gli impatti ambientali di due prodotti inalatori per il trattamento dell'asma. Entrambi i farmaci sono polveri per inalazione contenute in capsule di gelatina monouso contenenti i principi attivi farmaceutici (API) insieme ad alcuni eccipienti. L'inalatore è venduto in confezioni che soddisfano il fabbisogno di un mese di terapia (30 capsule), che includono un singolo dispositivo inalatore insieme a confezioni blister contenenti il medicinale necessario per questo periodo. Uno dei due prodotti è dotato anche di un sensore opzionale.



Novartis desidera comprendere meglio gli impatti dei suoi inalatori sull'intera catena del valore tramite un approccio sistematico basato sulle linee guida "GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard"<sup>77</sup>. Partendo dalla produzione dell'API, fino alle differenze nelle prestazioni ambientali causate dalla variabilità locale relativa al mercato di destinazione (Fig. 5). Lo studio ha come principale obiettivo quello di identificare potenziali opportunità per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra.




---

## Il ruolo della mobilità elettrica: l'e-mobility Emission Saving tool di Enel X

Enel X ha deciso di quantificare i suoi sforzi per la sostenibilità nel calcolo della CO<sub>2</sub> risparmiata grazie all'adozione dei veicoli elettrici, impostando un vero e proprio algoritmo: l'*e-Mobility Emission Saving tool*. I passaggi sono semplici: si convertono i kWh erogati per le vetture elettriche in CO<sub>2</sub> risparmiata all'ambiente, considerando l'equivalente emissione che sarebbe scaturita dall'utilizzo di veicoli termici.

Grazie alle infrastrutture di ricarica connesse di Enel X, si hanno a disposizione:

- **Il numero delle ricariche in atto al momento;**
- **L'energia complessiva erogata**
- **La localizzazione della Infrastruttura di ricarica**

Il perimetro preso in considerazione per il calcolo di risparmio della CO<sub>2</sub> riguarda le infrastrutture di ricarica (IdR) - sia ad uso pubblico che privato - sul territorio italiano, collegate al sistema *Eletto Mobility Management Platform* (EMM). La loro natura «sempre connessa» permette una migliore e più agevole raccolta dei dati necessari all'algoritmo di calcolo.

Per rendere concreto il proprio calcolo, Enel X si è spinta oltre: seguendo i numeri dai kWh erogati, alla CO<sub>2</sub> risparmiata, fino agli alberi equivalenti.

---

### **kWh erogati**

Il Sistema *Eletto Mobility Management Platform* (EMM) gestisce centralmente le informazioni relative ai servizi di ricarica provenienti dalle diverse infrastrutture ad accesso pubblico e privato.

---

### **Distanza percorsa**

I km percorsi vengono stimati in base al consumo medio dei veicoli elettrici presenti sul mercato, calcolato dal Politecnico di Milano.

---

### **Emissioni ICEV**

Sulla base dei dati pubblicati annualmente da ISPRA, che prende in considerazione l'emissione media dei veicoli dell'intero Parco Circolante in Italia, è possibile ricavare la quantità di CO<sub>2</sub> che sarebbe stata emessa dai veicoli con motore a combustione interna.

---

### **CO<sub>2</sub> risparmiata**

Determinata la CO<sub>2</sub> emessa per produrre i kWh utilizzati (sulla base del mix energetico nazionale), è possibile calcolare il risparmio netto di CO<sub>2</sub>.

---

## Alberi equivalenti

Considerando la quantità di CO<sub>2</sub> assorbita in un anno da un albero, si può ottenere anche il numero di alberi a cui equivale la CO<sub>2</sub> risparmiata.

Enel X vuole dare evidenza dell'impegno profuso per la sostenibilità della mobilità attraverso l'elettrificazione del parco circolante, col passaggio da alimentazione termica ad elettrica, ed il conseguente risparmio di CO<sub>2</sub> per l'ambiente, misurato anche in termini di alberi anno equivalenti.

I dati dei kWh erogati provengono dal Sistema EMM, *Eletto Mobility Management Platform*, che gestisce centralmente le informazioni relative ai servizi di ricarica. Questi dati provengono dalle diverse infrastrutture di ricarica ad esso connesse sul suolo italiano. Le infrastrutture ad accesso pubblico e privato, *Fast e Quick* (sia *Pole Station* che *JuicePole*) sono dotate di un misuratore interno certificato MID. Le infrastrutture connesse di tipo *Wallbox* ad uso privato, sono dotate di un misuratore integrato e calibrato in fase di produzione.

Il calcolo della CO<sub>2</sub> parte dalla stima della distanza percorsa con veicoli ad alimentazione elettrica, per la precisione 100% elettrici (BEV), o ibridi Plug in (PHEV) in modalità esclusivamente elettrica.

Il fattore utilizzato è il consumo medio dei veicoli elettrici presenti sul mercato, calcolato dal Politecnico di Milano nel documento "Apriamo la strada al trasporto elettrico nazionale"<sup>78</sup>.

Per trasformare questa distanza percorsa in CO<sub>2</sub>, si prende in considerazione l'emissione media del parco circolante italiano, sulla base dei dati pubblicati da ISPRA. Tale dato viene aggiornato su base annuale.

## La foresta su 4 ruote del cliente Enel X

Andando a detrarre la quota di CO<sub>2</sub> emessa per produrre i kWh utilizzati per la mobilità elettrica (fonte rapporto ISPRA), si ha la CO<sub>2</sub> "netta" risparmiata all'ambiente grazie all'adozione di veicoli elettrici al posto delle vetture termiche. Adottando un rapporto tra quantità di CO<sub>2</sub> assorbita in un anno da un albero (2019 *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), si può ottenere anche il numero di alberi equivalenti per quantificare "la foresta su 4 ruote che ogni cliente di Enel X ha creato con il suo comportamento responsabile nei confronti dell'ambiente che lo circonda".

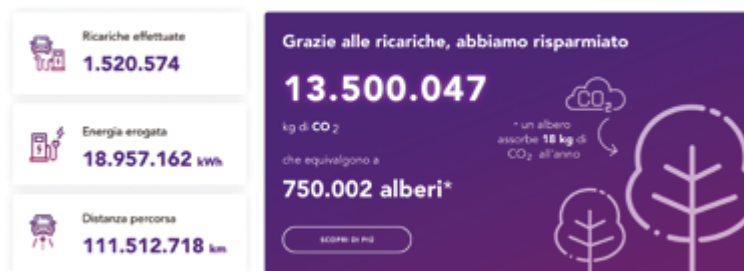
L'e-Mobility Emission Saving è il primo algoritmo ad essere validato da RINA per questo specifico scopo e perimetro.

Metodologia e calcolo del risparmio di CO<sub>2</sub> secondo i principi identificati nella UNI EN ISO 14064-2:2019 "Specifiche e guida, a livello di progetto per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione della riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione"

<sup>78</sup> Per maggiori informazioni: [https://www.enelfoundation.org/content/dam/enel-found/topic\\_download/Aprimola%20strada%20al%20trasporto%20elettrico%20nazionale.pdf](https://www.enelfoundation.org/content/dam/enel-found/topic_download/Aprimola%20strada%20al%20trasporto%20elettrico%20nazionale.pdf)

**e-Mobility Emission Saving tool**

**6.913**  
Ricariche in corso

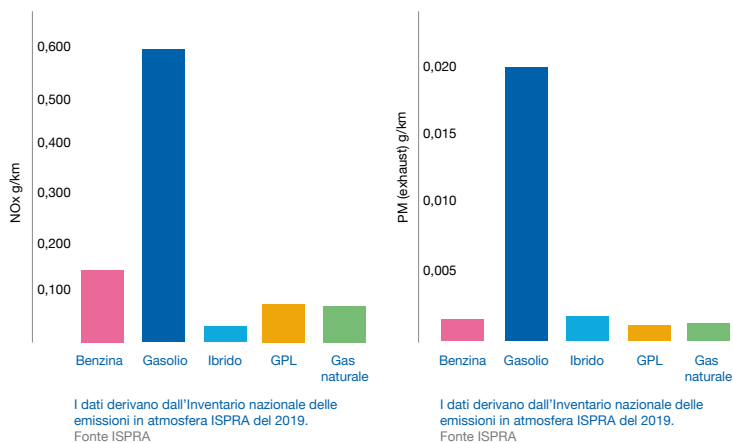


Dati a partire dal 1 gennaio 2018

Aggiornato orario. Ultima rilevazione 11 novembre 2020 alle 1:05:22

**L'e-Mobility Emission Saving tool 2.0**

Partendo dall'e-Mobility Emission Saving tool, grazie al confronto con Novartis, Enel X ha deciso di quantificare non solo le emissioni dei gas serra, ma anche di evidenziare il risparmio in termini di emissioni di sostanze inquinanti e nocive come il particolato (PMx) e gli ossidi di azoto (NOx). Qui di seguito le emissioni per tipologia di alimentazione delle due sostanze.



Enel X vuole dare evidenza anche dell'impegno profuso alla sostenibilità in termini di emissioni di agenti inquinanti risparmiati all'ambiente che, come evidenziato nel presente elaborato, hanno un impatto profondo sulla salute collettiva. Il trasporto su gomma causa infatti l'emissione di piccole particelle inquinanti di dimensione variabile (da cui la dicitura PM<sub>2,5</sub> - PM<sub>10</sub>), scaturite principalmente da due fonti:



- L'utilizzo degli impianti frenanti e il rotolamento dei pneumatici
- Le emissioni dei motori termici.

Se la prima è molto limitata nel caso di veicoli elettrici, grazie al meccanismo di rigenerazione della frenata, che sfrutta il motore elettrico come convertitore di energia cinetica, la seconda è del tutto assente.

Per quanto riguarda il gas di scarico dei veicoli ad alimentazione termica, oltre alla CO<sub>2</sub> vengono introdotti nell'ambiente anche gli NOx, elementi altamente nocivi per gli organismi viventi così come il PMx.

Così come per la CO<sub>2</sub>, andando a nettare le emissioni generate dalla produzione elettrica nazionale, Enel X ha creato l'algoritmo che traduce i kWh erogati attraverso le infrastrutture di ricarica in elementi inquinanti risparmiati all'ambiente, l'e-MES 2.0.

A settembre 2020, stante il numero di ricariche e dei kWh erogati, l'impatto sarebbe quantificabile nella considerevole cifra di oltre 1.000 kg di PMx e quasi 40.000 kg di NOx.

Enel X ha deciso dal momento stesso della sua creazione, di pubblicare e aggiornare con cadenza oraria il risultato dell'applicazione dell'e-Mobility Emission Saving tool sulla homepage del proprio sito istituzionale.



# Conclusioni

La pandemia da Covid-19 sta avendo l'effetto di accelerare alcune dinamiche nazionali e internazionali già in atto da tempo. Soprattutto, essa sollecita i policy makers, gli Amministratori ed i singoli cittadini a mettere in campo qualsiasi azione utile a mitigare gli effetti che il cambiamento climatico potrà avere sui contesti urbani, con particolare riguardo al nesso tra emissioni inquinanti, qualità dell'aria e benessere individuale e collettivo. Si tratta probabilmente della prospettiva più concreta tra i numerosi e ambiziosi impegni assunti dai Governi nelle molte occasioni di dialogo internazionale e grazie agli accordi codificati in Dichiarazioni o Trattati.

Il nesso tra ambiente e salute è già oggi il binomio più importante per una crescita futura sostenibile, equa, inclusiva e per il rispetto della previsione costituzionale del diritto alla salute.

È imprescindibile considerare il binomio Ambiente - Salute per una crescita futura sostenibile, equa, inclusiva e per il rispetto della previsione costituzionale del diritto alla salute

L'attivazione di tutti i livelli esecutivi e amministrativi in Italia per questo comune obiettivo è condizione necessaria ma non sufficiente per la sua piena realizzazione. Occorre, soprattutto in uno scenario post-Covid-19, la piena e consapevole compartecipazione di tutti i cittadini. Il diritto alle cure passa anche dalla responsabilità collettiva ed individuale, da un cambiamento nei comportamenti, da una diffusa consapevolezza. Se da un lato è compito della Politica mettere in campo gli strumenti per realizzare un disegno di Città di domani, dall'altro è richiesta l'affiliazione e la partecipazione di ciascuno per sviluppare questo progetto.

Sempre più esseri umani e sempre più cittadini italiani vivranno in futuro nei grandi spazi urbani. Spazi che, come conseguenza della devastante pandemia che stiamo vivendo, andranno completamente ripensati e ridisegnati, partendo però da una chiara visione Politica e da un disegno operativo coerente. La visione cioè che tutto andrà immaginato, disegnato e realizzato attorno al concetto di salute e di benessere come valore e obiettivo primario. E per fare ciò, sarà necessario occuparsi innanzitutto della salvaguardia dell'ambiente perché le aree in cui vivremo non siano un limite alla piena realizzazione del contributo di ciascun cittadino alla crescita morale, civile, economica, culturale del Paese.

Se è vero che uno dei dati demografici strutturali in Italia ed in Europa nei prossimi decenni sarà il progressivo invecchiamento della popolazione, qualsiasi strategia di mitigazione degli impatti sui costi e sulla capacità del Servizio Sanitario Nazionale e sulla fiscalità generale dovrà basarsi su efficaci strategie di prevenzione. Il tema della qualità dell'aria che respiriamo è il paradigma più significativo in questo senso, soprattutto nella sua evidente correlazione, analizzata in profondità nelle pagine precedenti, con l'insorgere di patologie croniche.

La mobilità sostenibile rappresenta uno degli strumenti più immediati ed efficaci per contenere questa minaccia e dovrà diventare in maniera crescente lo standard diffuso attorno a cui progettare e costruire le città del futuro.

Altrettanto rilevante il ruolo di campagne di sensibilizzazione e prevenzione, nell'ottica di quella responsabilizzazione individuale e collettiva necessaria alla piena compartecipazione di tutti i cittadini alla vita e alla crescita della intera comunità.

In questo solco Novartis ed Enel X si impegnano, grazie alla collaborazione delle istituzioni locali, a promuovere azioni per la tutela dell'ambiente, con particolare riguardo alla riduzione dell'inquinamento atmosferico, avviando in diversi ambiti azioni per sensibilizzare l'opinione pubblica, realizzando strumenti concreti ma anche assumendo un ruolo attivo per accelerare il cambiamento culturale che è necessario avviare e che, citando il recente Manifesto d'Assisi, possa anche in minima parte contribuire all'obiettivo nobile di "rendere la nostra economia e la nostra società più a misura d'uomo e per questo più capace di futuro"

## Bibliografia

- American Thoracic Society. ATS Testimoni alla EPA field hearing on particulate matter pollution. Washington: American Thoracic Society, 2012. <http://www.thoracic.org/advocacy/washington-letter/archive/2012/july-20-2012.php> .
- Andersen et al., Long-term exposure to air pollution and asthma hospitalisations in older adults: a cohort study. *Thorax* 2012.
- Badulescu et al. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, The Relative Effects of Economic Growth, Environmental Pollution and Non-Communicable Diseases on Health Expenditures in European Union Countries, Res. Public Health 2019.
- Barbieri F et al., The “Embrace Project”: facilitating the health care professionals in diagnosis, clinical reasoning and virtuous co-management of chronic patients before, during and after the COVID-19 pandemic in Italy, *Diagnosis (Berl)*, 2020 Oct 9; doi.
- Bono R. et al., Air pollution, aeroallergens and admissions to pediatric emergency room for respiratory reasons in Turin, northwestern Italy. *BMC Public Health*, 2016.
- Carugno M. et al., Air pollution exposure, cause-specific deaths and hospitalizations in a highly polluted Italian region. *Environmental Research*. Volume 147, 2016.
- Ciencewicki J. and Jaspers I. *Air Pollution and Respiratory Viral Infection, Inhalation Toxicology* 2007.
- Commissione europea, Eliminazione dell'inquinamento. Il Green Deal europeo, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/fs\\_19\\_6729](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/fs_19_6729)
- Dati ISTAT, <https://www.istat.it/it/files/2011/12/futuro-demografico.pdf>
- Dossier Legambiente, Mal'Aria di città 2020, 2020, <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/01/Malaria-di-citta-2020.pdf>
- European Environment Agency, Air quality in Europe, 2019, <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
- Franchini M., Mannucci P.M. *European Journal of Internal Medicine* 55 (2018), pg 1–5.
- Fujii T et al., Interaction of alveolar macrophages and airway epithelial cells following exposure to particulate matter produces mediators that stimulate the bone marrow, *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2002.
- <https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Aria-Progetti/Progetto-Bacino-Padano.aspx>
- ISTAT “L'evoluzione per la mortalità per causa”, 2017 <https://www.istat.it/it/files/2017/05/Report-cause-di-morte-2003-14.pdf>
- Liao D et al. *Environ Health Perspect*, Daily variation of particulate air pollution and poor cardiac autonomic control in the elderly, 1999.
- Losacco C. Perillo A. Particulate matter air pollution and respiratory impact on humans and animals. *Environmental Science and Pollution Research*, (2018).
- Mann JK et al., Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic Heart Disease in Persons with Congestive Heart Failure or Arrhythmia, *Perspect* 2002.
- Miller KA et al. *N Engl J Med*, Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women, 2007.
- Mills NL et al., Adverse cardiovascular events on air pollution- Review. *Nature clinical practice cardiovascular medicine*, 2009 vol 6 no 1.
- Mustafic H et al. *JAMA*, Main Air Pollutants and Myocardial Infarction-A Systematic Review and Meta-analysis, 2012—Vol 307, No. 7.
- Panigone S, et al., *BMJ Open Res* 2020, 7:e000571.
- Peters et al., Increased Particulate Air Pollution and the Triggering of Myocardial Infarction, (*Circulation*. 2001;103:2810.)
- Piscitelli et al., Air Pollution and Estimated Health Costs Related to Road Transportations of Goods in Italy: A First Healthcare Burden Assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 2876.

Pope III CA et al., Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*, 2004. 109(1):71-7.

Seaton A et al., Particulate air pollution and acute health effects, *Lancet* 1995.

Setti et al., Position Paper. Relazione circa l'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione, [https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19\\_Position-Paper\\_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf](https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19_Position-Paper_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf).

Shah ASV et al, Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis, *Lancet* 2013.

Stockfelt L et al, Long-term effects of total and source-specific particulate air pollution on incident cardiovascular disease in Gothenburg, Sweden., *Environmental Research* 158, 2017.

SWD (2013) 532, Executive Summary of the Impact Assessment, finale 18.12.2013.

The European House Ambrosetti, Meridiano Sanità. Le coordinate della salute. Rapporto 2019.

WHO Regional Office for Europe, OECD. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015.

WHO, Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update, 2005. Summary of risk assessment.

X. Wu, R. C. Nethery, M. B. Sabath, D. Braun, F. Dominici, Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: Strengths and limitations of an ecological regression analysis. *Sci. Adv.* 6, eabd4049, 2020.

## Sitografia

<http://www.thoracic.org/advocacy/washington-letter/archive/2012/july-20-2012.php>  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf;sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;sequence=1)  
[https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other\\_uploads/images/2409\\_C40\\_Clean\\_Air\\_Cities\\_declaration\\_final\\_%2810.10.19%29.original.pdf?1570714582](https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/2409_C40_Clean_Air_Cities_declaration_final_%2810.10.19%29.original.pdf?1570714582)  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/fs\\_19\\_6729](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/fs_19_6729)  
[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Causes\\_of\\_death\\_%E2%80%94\\_standardised\\_death\\_rate,\\_EU-28,\\_2016\\_\(per\\_100\\_000\\_inhabitants\)\\_HLTH19-IT.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Causes_of_death_%E2%80%94_standardised_death_rate,_EU-28,_2016_(per_100_000_inhabitants)_HLTH19-IT.png)  
[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/president-elect-speech\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/president-elect-speech_it.pdf) .  
[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)  
<https://www.c40.org/about>  
[https://www.c40.org/press\\_releases/green-healthy-streets-september](https://www.c40.org/press_releases/green-healthy-streets-september)  
[https://www.enelfoundation.org/content/dam/enel-found/topic\\_download/Apriamo%20la%20strada%20al%20trasporto%20elettrico%20nazionale.pdf](https://www.enelfoundation.org/content/dam/enel-found/topic_download/Apriamo%20la%20strada%20al%20trasporto%20elettrico%20nazionale.pdf)  
[https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/341944/OstravaDeclaration\\_SIGNED.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/341944/OstravaDeclaration_SIGNED.pdf)  
[https://www.isprambiente.gov.it/files/2020/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario-2020/4\\_Trasporti\\_Finale\\_2019.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files/2020/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario-2020/4_Trasporti_Finale_2019.pdf)  
<https://www.istat.it/it/files/2017/05/Report-cause-di-morte-2003-14.pdf>  
<https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/01/Malaria-di-citta-2020.pdf>  
<https://www.novartis.com/our-company/corporate-responsibility/environmental-sustainability/climate>  
[https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19\\_Position-Paper\\_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf](https://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19_Position-Paper_Relazione-circa-l%E2%80%99effetto-dell%E2%80%99inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-di-virus-nella-popolazione.pdf)  
[https://www.who.int/airpollution/events/conference/CAPH1\\_Parallel\\_session\\_III.1\\_1\\_Main\\_sources\\_of\\_urban\\_air\\_and\\_climate\\_pollutants\\_MJNieuwenhuijsen.pdf?ua=1](https://www.who.int/airpollution/events/conference/CAPH1_Parallel_session_III.1_1_Main_sources_of_urban_air_and_climate_pollutants_MJNieuwenhuijsen.pdf?ua=1)  
<https://www.who.int/gho/phe/en/>  
<https://www.who.int/health-topics/urban-health>  
[https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)  
<https://www.who.int/phe/news/note-conference-air-pollution-1-november2018/en/>  
 Informative Inventory Report 2019  
 PNIEC, [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf)  
 World Urbanization Prospects del 2018, [https://www.un.org/en/events/citiesday/assets/pdf/the\\_worlds\\_cities\\_in\\_2018\\_data\\_booklet.pdf](https://www.un.org/en/events/citiesday/assets/pdf/the_worlds_cities_in_2018_data_booklet.pdf)  
[www.arpae.it](http://www.arpae.it)  
[www.vias.it](http://www.vias.it)







Questa pubblicazione  
è a cura di Novartis ed Enel X

Novembre 2020

