



**INQUINAMENTO ATMOSFERICO
E CAMBIAMENTI CLIMATICI**
Elementi per una strategia nazionale di prevenzione

GARD ITALIA

Sottogruppo di lavoro “Ambiente, Clima e Salute”

*Ministero della Salute
Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria*

Questi materiali sono stati preparati a cura del Sottogruppo di Lavoro GARD-I Ambiente, Clima e Salute

COMPONENTI DEL SOTTOGRUPPO

Gennaro D'Amato¹, Annamaria de Martino², Stefania La Grutta³, Guglielmo Bruno⁴, Lorenzo Cecchi⁵, Vincenzo Cilenti⁶, Salvatore D'Antonio⁷, Claudio Donner F⁸, Fausta Franchi⁹, Giada Adamo¹⁰, Stefania Romano¹¹, Sandra Frateiacchi¹², Claudio Maria Sanguinetti¹³, Carlo Mereu¹⁴, Maria Teresa Ventura¹⁵, Luciana Indinnimeo¹⁶, Giovanni Viegi¹⁷.

Hanno inoltre collaborato alla stesura del documento:

Fabio Romeo, Direzione Generale per i Rifiuti e l'Inquinamento, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Francesco Versaci, Ospedale Santa Maria Goretti, UOC UTIC emodinamica e cardiologia DEA, Latina.

Sara Bozzetto, Valeria Caldarelli, Antonino Francesco Capizzi, Maria Elisa Di Cicco, Giuliana Ferrante, Michele Ghezzi, in qualità di Junior Member SIMRI (JMs).

¹ Associazione Italiana Pneumologi Ospedalieri (AIPO)

² Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria, Ministero della Salute

³ Società Italiana Malattie Respiratorie Infantili (SIMRI)

⁴ Società Italiana di Allergologia, Asma e Immunologia Clinica (SIAAIC)

⁵ Associazione Allergologi Immunologi Italiani Territoriali e Ospedalieri (AAIITO)

⁶ Fondazione Mondo Respiro, Onlus

⁷ Associazione Italiana Pazienti BPCO, Onlus

⁸ Fondazione Mondo Respiro, Onlus

⁹ Associazione Italiana Pazienti BPCO, Onlus

¹⁰ Associazione Laziale Asma e Malattie Allergiche (ALAMA)

¹¹ Associazione Laziale Asma e Malattie Allergiche (ALAMA)

¹² FederAsma e Allergie Onlus - Federazione Italiana Pazienti

¹³ Società Italiana di Pneumologia (SIP)

¹⁴ Società Italiana di Pneumologia - Italian Respiratory Society (SIP-IRS)

¹⁵ Associazione Italiana di Aerobiologia (AIA)

¹⁶ Società Italiana di Allergologia e Immunologia Pediatrica (SIAIP)

¹⁷ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

INDICE

Presentazione	
ELENCO ABBREVIAZIONI	pag. 5
PRESENTAZIONE	pag. 6
INTRODUZIONE	pag. 7
• INQUINAMENTO ATMOSFERICO ESTERNO ("OUTDOOR")	pag. 7
• INQUINAMENTO ATMOSFERICO NEGLI AMBIENTI CONFINATI ("INDOOR")	pag. 12
• CAMBIAMENTI CLIMATICI	pag. 13
STRATEGIE DI PREVENZIONE: MITIGAZIONE E ADATTAMENTO	pag. 15
1. Promuovere un approccio integrato per affrontare le problematiche legate all'inquinamento atmosferico ed ai CC	pag. 16
2. Integrare le politiche per ridurre le emissioni in atmosfera e per migliorare la qualità dell'aria con le altre politiche e conferirgli priorità	pag. 16
3. Ridurre le emissioni di gas serra e raggiungere i co-benefici di salute previsti dall'applicazione dell'Accordo di Parigi del 2015	pag. 17
4. Garantire il rispetto degli standard fissati dalle direttive dell'Unione Europea in un processo di miglioramento continuo della qualità dell'aria	pag. 19
5. Potenziare il trasporto attivo, ampliare le zone di aria pulita nelle aree urbane nell'ambito di programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio	pag. 20
6. Migliorare il monitoraggio ed estendere la valutazione ambientale e sanitaria dell'inquinamento atmosferico, in particolare nei luoghi frequentati dalle fasce di popolazioni più vulnerabili	pag. 21
7. Promuovere politiche energetiche "low carbon"	pag. 23
8. Promuovere specifiche misure e linee guida per migliorare la qualità dell'aria indoor (IAQ)	pag. 25
9. Sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la promozione della salute e la prevenzione per creare ambienti di vita e di lavoro sani e sicuri	pag. 26
10. Promuovere la sostenibilità ambientale e l'adattamento del sistema sanitario in relazione ai cambiamenti climatici ed all'inquinamento atmosferico	pag. 27
ALLEGATO 1 Tabella: Effetti respiratori degli inquinanti atmosferici su bambini e adolescenti	pag. 29
ALLEGATO 2 Qualità dell'aria atmosferica – Inquadramento normativo	pag. 30
ALLEGATO 3 Quadro politico, istituzionale di riferimento	pag. 32
BIBLIOGRAFIA	
Parte A: riviste scientifiche	pag. 36
Parte B: siti istituzionali	pag. 38

Elenco abbreviazioni

AEE	Agenzia Europea per l'Ambiente
BPCO	Bronco Pneumopatia Cronica Ostruttiva
CC	Cambiamenti Climatici
CCM	Centro Controllo Malattie
CMCC	Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici
CO	Monossido di carbonio
COV	Composti Organici Volatili
DALY	Disability-adjusted life year
DL	Decreto legge
ECOLABEL	Eco-etichetta europea
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
ESCAPE	European study of cohorts for air pollution effects
ETS	Emission Trading Scheme
GARD	Global Alliance against Chronic Respiratory Diseases
GBD	Global Burden of Disease
GEMM	Global Exposure Mortality Model
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
IAQ	Qualità dell'aria indoor
IER	Integrated Exposure Response
IPA	Idrocarburi policiclici aromatici
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LEA	Livelli Essenziali di Assistenza
MCNT	Malattie Croniche Non Trasmissibili
mVOCs	Volatile Organic Compounds
MMG	Medici di Medicina generale
MO	Macro Obiettivo
NEC	National Emission Ceiling
NO₂	Biossido di azoto
NO_x	Ossidi di azoto
O₃	Ozono
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
PNACC	Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
PLS	Pediatri di Libera Scelta
PM	Particolato
PUMS	Piani Urbani di Mobilità Sostenibile
SDG	Sustainable Development Goals
SNSvS	Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
SO₂	Biossido di zolfo
TFAS	Task Force Ambiente e Salute
TFUE	Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNEP	<u>United Nations Environment Programme</u>
VAS	Valutazione Ambientale Strategica
VIA	Valutazione d'Impatto Ambientale
VIIAS	Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute
VIS	Valutazione di Impatto Sanitario

Presentazione

La 55^a Assemblea Mondiale della Sanità riconoscendo la gravità delle conseguenze causate dalle malattie respiratorie croniche, ha proposto al Direttore Generale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) di dare priorità alla prevenzione ed al controllo di queste malattie croniche, con particolare riferimento ai Paesi a medio e basso reddito. Al fine di sviluppare un approccio globale per la sorveglianza, la diagnosi, la prevenzione ed il controllo delle malattie respiratorie croniche, l'OMS ha quindi organizzato alcuni incontri consultivi che hanno portato alla costituzione della "*Global Alliance against Chronic Respiratory Diseases*" (GARD), una alleanza volontaria, nazionale ed internazionale, comprendente organizzazioni, istituzioni ed agenzie che lavorano per il comune obiettivo di migliorare la salute respiratoria globale. La GARD contribuisce alle attività promosse dall'OMS nell'ambito della prevenzione e del controllo delle malattie croniche. La visione della alleanza è quella di "un mondo dove tutti possano respirare liberamente", con l'obiettivo finale di ridurre l'incidenza delle malattie respiratorie croniche.

Sulla base di quanto stabilito dalla GARD internazionale, l'obiettivo generale di salute che la GARD nazionale, fondata in Italia nel 2009, è quello di ridurre l'incidenza, morbosità e mortalità delle malattie respiratorie ed allergiche attraverso un approccio integrato, che comprende anche la lotta ai principali fattori di rischio comuni alle malattie croniche quali, il fumo di sigaretta, le esposizioni professionali, l'inquinamento atmosferico (*outdoor* e *indoor*), le condizioni sociali, la dieta, le infezioni, ecc.

Il presente documento, elaborato nell'ambito delle attività del Gruppo di lavoro "Ambiente e salute" della GARD I, è rivolto ai decisori politici con la finalità di indicare gli elementi principali su cui fondare una strategia integrata per la mitigazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico (IA) e dei cambiamenti climatici (CC).

Introduzione

L'Inquinamento atmosferico e i Cambiamenti climatici rappresentano gravi rischi per la salute pubblica. Politiche integrate volte a contrastare l'IA ed a mitigare i CC possono ottenere vantaggi sostanzialmente maggiori rispetto ai costi necessari alla loro attuazione. La riduzione di inquinanti atmosferici di breve durata come il metano, l'ozono troposferico e il *black carbon* non solo protegge il clima, ma migliora anche la qualità dell'aria. Tale approccio integrato è raccomandato per proteggere la salute dei gruppi più vulnerabili della popolazione e ridurre i costi sanitari legati alle **Malattie Croniche Non Trasmissibili** (MCNT). In questo documento verrà privilegiata l'attenzione sulle malattie cardio-respiratorie ed allergiche e sulle relazioni esistenti tra queste patologie, i CC e l'IA.

INQUINAMENTO ATMOSFERICO ESTERNO

Secondo la definizione fornita DPR 203/88, all'art.2, per "*inquinamento atmosferico*" si intende ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati.

Le attività antropiche proprie degli insediamenti urbani (traffico veicolare, centrali termoelettriche, agricoltura, riscaldamento e condizionamento degli edifici, scarsità/assenza di aree verdi urbane) sono i principali responsabili dell'immissione in atmosfera di sostanze inquinanti che alterano la qualità dell'aria, sia di natura primaria (cioè direttamente emessi dalle sorgenti) quali SO₂, NO₂, CO, benzene (C₆H₆), benzo(a)pirene, sia di natura secondaria (cioè che possono formarsi in atmosfera dalle interazioni con altri inquinanti), quali il particolato fine (PM₁₀ e PM_{2,5}), e ozono troposferico (O₃). I settori maggiormente responsabili delle emissioni di inquinanti di interesse tossicologico sono quelli dei trasporti e del riscaldamento domestico a biomassa legnosa. Grande rilevanza nella formazione degli inquinanti rivestono anche le emissioni del settore dell'agricoltura, nonché le emissioni di tipo industriale.

Le sostanze inquinanti emesse in atmosfera dalle attività umane sono responsabili di diversi problemi ambientali: dalle problematiche relative alle piogge acide, all'effetto serra, all'impoverimento dell'ozono stratosferico, al degrado della qualità dell'aria.

Impatto sulla salute

L'IA rappresenta ancora il principale rischio ambientale per la salute nell'Unione Europea. La Corte dei Conti Europea nella relazione speciale n. 23/2018 rileva che, sebbene negli ultimi decenni le politiche dell'UE abbiano contribuito alla riduzione delle emissioni, i cittadini europei respirano tuttora aria nociva, soprattutto perché gli standard sulla qualità dell'aria, definiti diversi anni fa, non tengono conto delle più recenti evidenze scientifiche e, in diversi casi, sono molto meno severi rispetto alle linee-guida dell'OMS.

Gli inquinanti responsabili della maggior parte dei decessi prematuri sono il particolato, il NO₂ e l'O₃; la popolazione residente nelle aree urbane è particolarmente esposta ai rischi legati a tali inquinanti. Nell'UE l'inquinamento atmosferico, ogni anno, provoca circa 400 000 decessi prematuri, con gravi costi sociali ed economici.

L'OMS ha stimato che nel 2010 l'inquinamento atmosferico in Europa è costato in termini di morti premature e di malattie circa 1.600 miliardi di dollari, cifra quasi equivalente ad un decimo del prodotto interno lordo dell'UE nel 2013.

Fino a poco tempo fa, l'OMS ed il *Global Burden of Disease study* (GBD), le due più importanti fonti di informazione sul numero di morti premature ed evitabili associate all'inquinamento dell'aria, fornivano dati globali sostanzialmente concordanti: indicavano un numero annuale di morti poco superiore a 4 milioni nel mondo, per l'inquinamento outdoor da particolato; il numero di morti aumenta di circa 3 milioni se si considerano anche quelli dovuti all'inquinamento delle abitazioni per l'impiego di combustibili fossili (*household indoor air pollution*), fenomeno presente soprattutto in Cina, India e Thailandia. Queste stime sono state riviste recentemente da uno studio condotto da epidemiologi di otto Paesi (Canada, USA, Olanda, Cina, Spagna, Regno Unito, Austria e Italia), guidato da Richard Burnett professore alla *School of Epidemiology and Public Health* di Ottawa. Essi hanno dimostrato che la mortalità globale annuale ed evitabile legata all'inquinamento dell'aria delle sole polveri sottili PM_{2,5} è più del doppio di quella precedentemente calcolata ed è pari a quasi 9 milioni di morti.

Questo studio stima che in Europa l'inquinamento ambientale riduca in media l'aspettativa di vita di 2,2 anni, con un tasso di mortalità annua attribuibile di 133 casi/anno per 100.000 abitanti.

Gli epidemiologi per valutare l'impatto sulla mortalità dell'esposizione a PM_{2,5} hanno utilizzato il modello GEMM (*Global Exposure Mortality Model*), più accurato del modello IER (*Integrated Exposure Response*) utilizzato in precedenza dall'OMS e dal GBD.

Situazione in Italia

Secondo il *country profile* del GBD per l'Italia (<http://www.healthdata.org/italy>), l'inquinamento atmosferico è il primo fattore di rischio ambientale in termini di *Disability-adjusted life year* (DALY), indicatore molto utilizzato dall'OMS, risultante dalla somma degli anni di vita persa per morte anticipata rispetto all'aspettativa di vita e degli anni vissuti con l'invalidità causata dalla malattia.

Le stime elaborate con la metodologia usata dall'OMS, attribuiscono al PM_{2.5} più di trentamila decessi l'anno, pari al 7% di tutte le morti (esclusi gli incidenti), stime compatibili con quanto già elaborato dal progetto VIIAS, 84% dei quali nella classe di età 70+ anni; in termini di carico globale di malattia, l'impatto annuale attribuibile a questa esposizione è pari a circa 530 mila DALY (60% dei quali nella classe di età 70+ anni) (GBD 2017: vedi tabella 1). Per valutare il contributo delle specifiche malattie al carico globale di malattia è importante tenere conto di entrambi gli indicatori (decessi e DALY).

I risultati dei progetti EpiAir (2001-2005) ed EpiAir2 (2006-2010), finanziati nel quadro delle iniziative del Centro Controllo Malattie (CCM) del Ministero della Salute, che hanno valutato gli effetti acuti dell'inquinamento in oltre 20 città italiane, hanno evidenziato effetti sia sulla mortalità sia sulla morbosità, soprattutto per cause cardiovascolari e respiratorie.

Tabella 1: Stime GBD dei decessi prematuri e dei DALY causa-specifici in Italia attribuibili all'inquinamento atmosferico, anno 2017

Indicatore	Stima Italia 2017	IC 95%	
Decessi prematuri			
Tutte le cause	29368	20700	38023
Malattie cardiovascolari	11851	8517	15292
Malattie respiratorie croniche	7919	4659	11233
Tumori	3764	1646	6299
DALY			
Tutte le cause	527238	360332	682441
Malattie cardiovascolari	161134	116377	205425
Malattie respiratorie croniche	112030	64120	161251
Tumori	67563	29885	113499

Fonte: *Global Burden of Disease Collaborative Network Global Burden of Disease Study 2017 Results*. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2018.
<http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

Secondo il nuovo studio sull'IA eseguito dalla *School of Epidemiology and Public Health* di Ottawa con il modello GEMM, le morti evitabili aumentano rispetto a quanto precedentemente calcolate fino a 81.000 all'anno, pari a 136 casi/100.000 abitanti, meno che in Germania (154) e Polonia (151), ma ben più che in Francia (105) e Regno Unito (98).

I trasporti ed il riscaldamento domestico (biomasse) sono responsabili delle emissioni di inquinanti di interesse tossicologico che destano una maggiore preoccupazione in termini di impatto sanitario a causa dell'elevato numero di persone esposte, in ambito urbano ed extraurbano. Di seguito i principali inquinanti di interesse tossicologico.

Particolato (PM)

Il PM si origina sia per emissione diretta (particelle primarie) sia per reazione nell'atmosfera di composti chimici, quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particelle secondarie). Le sorgenti del PM possono essere naturali (polveri del deserto, aerosol marino, eruzioni vulcaniche) e antropogeniche (combustioni dei motori, riscaldamento, residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture, emissioni di impianti industriali).

Le polveri totali vengono generalmente distinte in tre classi dimensionali, corrispondenti alla capacità di penetrazione nelle vie respiratorie, da cui dipende l'intensità degli effetti nocivi:

- PM₁₀ – particolato inalabile formato da particelle con diametro aerodinamico < 10 µm, in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso, faringe e laringe);
- PM_{2.5} – particolato fine con diametro aerodinamico < 2.5 µm, in grado di penetrare nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli);

- $PM_{0.1}$ – particolato ultrafine con diametro aerodinamico $< 0.1 \mu m$, in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli e di attraversare la membrana alveolo-capillare.

Negli ultimi anni si osserva un decremento omogeneo delle concentrazioni medie annue in tutto il territorio italiano.

L'OMS suggerisce di non superare valori pari a 50 e 20 $\mu g/m^3$ per le concentrazioni medie giornaliere ed annuali di PM_{10} e pari a 25 e 10 $\mu g/m^3$ per quelle di $PM_{2.5}$.

◆ *Gli effetti del particolato sull'apparato cardiovascolare e respiratorio* possono essere diretti o indiretti attraverso l'induzione dello stress ossidativo e della risposta infiammatoria e sono maggiori in gruppi di soggetti suscettibili.

Ossidi di Azoto (NO_x)

Gli NO_x si formano da processi di combustione alle alte temperature, che avvengono nei motori delle automobili (il traffico è di gran lunga la sorgente più importante per queste emissioni) oltre che nelle industrie, ed in particolare nelle centrali per la produzione di energia. L' NO_2 è ragionevolmente considerato un tracciante dell'inquinamento da traffico. L' NO_2 contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, in quanto precursore dell'ozono troposferico, e concorre al fenomeno delle piogge acide, reagendo con l'acqua ed originando acido nitrico

→ *L'OMS, in accordo con l'UE, suggerisce di non superare, a tutela della salute umana, 40 $\mu g/m^3$ come concentrazione media annuale e 200 $\mu g/m^3$ come concentrazione media oraria.*

◆ Gli effetti dell' NO_2 comprendono danni riguardanti l'apparato cardiovascolare quali le patologie ischemiche del miocardio, lo scompenso cardiaco e aritmie, e sono maggiori nei soggetti suscettibili.

Gli effetti acuti dell' NO_2 sull'apparato respiratorio comprendono: riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie, quali bronchite cronica e asma, e riduzione della funzionalità respiratoria.

Gli effetti a lungo termine includono alterazioni del tessuto polmonare ed aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali.

Ozono (O_3)

L' O_3 è un composto fortemente ossidativo che si forma nello strato inferiore dell'atmosfera dai gas prodotti da attività antropiche (es. ossidi di azoto), che reagiscono per attività fotochimiche derivanti dalla radiazione solare.

L'OMS ha consigliato un valore soglia di 100 $\mu g/m^3$ per le concentrazioni medie giornaliere (calcolate sulla base delle 8 ore diurne), al di sotto del valore di 120 $\mu g/m^3$ raccomandato dall'UE.

◆ L' O_3 è un forte irritante con effetti maggiori sull'apparato respiratorio e in soggetti suscettibili. Recenti evidenze epidemiologiche hanno dimostrato che l'esposizione a breve termine ad ozono può determinare un rischio di effetti acuti sulla salute.

In tabella 2 sono riportate le stime pubblicate nell'edizione 2019 del Rapporto annuale sulla Qualità dell'Aria in Europa da parte dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (*European Environment Agency, EEA*).

Tabella 2: Stime EEA dei decessi prematuri e degli anni di vita persi (YLL) in Europa ed in Italia attribuibili all'esposizione a $PM_{2.5}$, NO_2 ed O_3 , anno 2016

Indicatore	UE-28	41 Stati	Italia
Decessi prematuri			
PM2.5	374000	412000	58600
NO2	68000	71000	14600
O3	1400	15100	3000
YLL			
PM2.5	3848000	4223000	550600
NO2	682000	707000	137500
O3	149000	160000	29100

Fonte: *European Environment Agency, Air quality in Europe – 2019 report, EEA Report – No. 10/2019, ISSN 1977-8449* (<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>)

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli IPA si trovano nell'atmosfera come residui di combustioni incomplete in impianti industriali, di riscaldamento e delle emissioni degli autoveicoli. Appartengono alla famiglia degli IPA alcune centinaia di composti molto eterogenei tra loro. Il componente più studiato è il benzo(a)pirene (BaP), diffuso nell'ambiente a concentrazioni significative e dotato della più elevata tossicità, tanto da venire utilizzato per rappresentare l'inquinamento ambientale dell'intero gruppo degli IPA. L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale ed una situazione peggiore nelle zone urbane rispetto a quelle extraurbane.

◆ Numerosi studi clinici ed osservazionali hanno evidenziato la potenziale cancerogenicità degli IPA. Il tumore maggiormente associato all'esposizione a questo inquinante è quello del polmone, ma ci sono evidenze che suggeriscono una associazione anche con i tumori della vescica e della mammella.

Biossido di zolfo (SO₂)

Le emissioni di SO₂ di origine antropica derivano prevalentemente dall'utilizzo di combustibili solidi e liquidi. Negli ultimi decenni, nei paesi economicamente sviluppati, il contenuto in zolfo dei carburanti è stato notevolmente ridotto, mentre la fonte principale dell'SO₂ è rappresentata dalle navi che usano petrolio grezzo come combustibile e dai processi industriali di fusione dei metalli.

L'SO₂ esercita effetti negativi sulla salute umana anche a concentrazioni molto basse.

→ Dal punto di vista normativo, l'UE ha impostato un valore soglia di 125 µg/m³ per le concentrazioni medie giornaliere, mentre l'OMS suggerisce che questo valore non dovrebbe superare i 20 µg/m³ per non osservare problemi di salute.

◆ I principali effetti acuti per l'esposizione ad alti livelli di SO₂ sono: aumento della resistenza delle vie respiratorie per edema della mucosa, aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, broncospasmo e/o difficoltà respiratorie negli asmatici.

◆ Fra gli effetti a lungo termine possono manifestarsi alterazioni della funzionalità respiratoria, peggioramento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema.

Monossido di Carbonio (CO)

Il 60% di questo inquinante è prodotto direttamente dalle attività umane, principalmente dai processi industriali (impianti a carbone per la produzione di energia ed inceneritori di rifiuti) e dagli scarichi dei veicoli a benzina. Il 40% è di origine naturale e deriva dal metabolismo delle piante, dalla ossidazione degli idrocarburi e dall'oceano.

→ I valori soglia imposti dall'UE sono relativi alle concentrazioni medie giornaliere, che non devono superare il valore di 10 mg/m³.

I dati del monitoraggio indicano un decremento delle concentrazioni di CO nel corso degli ultimi anni, probabilmente dovuto alla maggiore efficienza dei motori dei veicoli ed all'introduzione di marmitte catalitiche, che riducono alcuni dei gas inquinanti negli scarichi.

◆ Gli effetti acuti del CO sono riconducibili all'ipossia a carico del sistema nervoso, del sistema cardiovascolare, dell'apparato muscolare e del circolo fetale. I sintomi più frequenti sono: diminuzione della capacità di concentrazione, alterazioni cognitive e del comportamento, confusione mentale.

Gruppi suscettibili all'inquinamento atmosferico

I gruppi di popolazione suscettibili all'inquinamento atmosferico sono: bambini, anziani, persone con una malattia respiratoria o cardiovascolare preesistente, donne in gravidanza, persone di basso livello socio-economico ed alcune categorie di lavoratori.

Bambini

I bambini sono particolarmente suscettibili agli effetti acuti e cronici degli inquinanti atmosferici (Allegato 1:Tabella), sia perché il loro apparato respiratorio ed il loro sistema immunitario sono in via di sviluppo sia perché la maggiore frequenza respiratoria rispetto ad una minore massa corporea è un fattore di rischio per aumentata esposizione ad inquinanti (fino a tre volte maggiore rispetto ad un adulto) .. Inoltre, per la loro più lunga aspettativa di vita, i bambini hanno una maggiore esposizione cumulativa rispetto ad un adulto.

E' stato riportato che le esposizioni durante la vita prenatale e nei primi anni di vita sono associate ad effetti a lungo termine, in particolare ad un maggior rischio di sviluppare asma e, ad una riduzione dello sviluppo cognitivo e psicomotorio. Tra i diversi inquinanti, gli effetti maggiori sui bambini si hanno per l'esposizione a NO₂, SO₂, IPA e particolato.

Soggetti con patologie respiratorie

Soggetti con malattie respiratorie sono particolarmente suscettibili agli effetti del particolato attraverso un'azione diretta sul tessuto polmonare ed indiretta attraverso l'induzione dello stress ossidativo e della risposta infiammatoria, con sintomi più gravi nelle persone atopiche. I soggetti più sensibili all' SO_2 ed all' NO_2 sono gli asmatici e quelli con una malattia polmonare cronica (come la bronchite o l'enfisema).

Recenti studi scientifici hanno dimostrato un rapporto tra variabili meteorologiche, inquinamento, allergeni ed incremento di allergie respiratorie.

Soggetti con patologie cardiovascolari

Evidenze di letteratura indicano il legame tra esposizione ad agenti inquinanti quali polveri sottili ($\text{PM}_{2.5}$) ed aumento della morbilità e mortalità cardiovascolare, sottolineando il ruolo dell'inquinamento nel dare inizio ed accelerare la progressione di molteplici malattie croniche tra le quali aterosclerosi, ipertensione e diabete. Recentemente, dall'analisi effettuata nel GBD mediante la valutazione di 67 fattori di rischio, è stato evidenziato che i fattori inquinanti *outdoor* e *indoor* sono tra i primi 10 determinanti di malattia cardiovascolare, in particolare a causa dell'effetto del $\text{PM}_{2.5}$ sulla cardiopatia ischemica. Diversi lavori scientifici hanno stabilito una forte associazione tra inquinamento atmosferico ed eventi cardiovascolari, quali infarto miocardico, ictus, insufficienza cardiaca (incluso ricovero per scompenso cardiaco sinistro acuto), aritmia e tromboembolia venosa.

Numerosi studi hanno messo in evidenza come gli effetti cronici dell'inquinamento atmosferico sul sistema cardiovascolare siano maggiormente rappresentati rispetto agli effetti acuti, e che la popolazione anziana ed in particolare gli individui con pregressa malattia cardiovascolare o con molteplici fattori di rischio cardiovascolare siano più suscettibili ad eventi patologici. Inoltre, è stato riportato che un incremento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della media annuale di $\text{PM}_{2.5}$ è associato ad un significativo aumento del rischio di ospedalizzazione e mortalità per scompenso cardiaco.

Lo studio ESCAPE ha mostrato un aumento del 13% di eventi coronarici acuti non fatali dopo esposizione a lungo termine alla concentrazione di $5 \text{mg}/\text{m}^3$ di $\text{PM}_{2.5}$. Inoltre, recenti osservazioni mostrano che anche l'esposizione per brevi periodi (da ore fino a pochi giorni) può determinare infarto miocardico acuto, ed angina instabile, specialmente in pazienti con malattia coronarica preesistente. Recentemente, infine, è stato evidenziato che il numero di morti per cause cardiovascolari attribuibili ad inquinamento atmosferico è più alto di quello atteso: questo dato può essere spiegato da effetti avversi anche su altre MCNT come il diabete di tipo 2 e l'ipertensione arteriosa. Infatti, due recenti meta-analisi hanno dimostrato che, per aumento di $10 \text{mg}/\text{m}^3$ di $\text{PM}_{2.5}$, aumenta il rischio di diabete di tipo 2 ed incrementa di 1-3 mmHg il livello della pressione arteriosa sistolica e diastolica.

Nella sola Europa tra il 15% ed il 28% della mortalità totale cardiovascolare di 1.85 milioni/anno è attribuibile all'inquinamento, tale dato pone quest'ultimo come fattore di rischio cardiovascolare superiore al fumo di sigaretta

Donne in gravidanza

Il periodo della gravidanza provoca cambiamenti a livello fisiologico, quali, ad esempio, un aumento del consumo di ossigeno associato ad un incremento del lavoro cardiaco, del volume ematico, della circolazione a livello polmonare, che rendono la donna più vulnerabile agli effetti dell'inquinamento atmosferico. Inoltre, il primo trimestre ed il parto sono le due finestre di esposizione più critiche di tutta la gravidanza. Gli stessi meccanismi infiammatori coinvolti negli effetti cardiovascolari dell'inquinamento atmosferico possono anche essere implicati nell'eziologia delle complicanze ostetriche come la pre-eclampsia e l'ipertensione. Questi meccanismi possono spiegare l'associazione tra inquinamento atmosferico e nascite pretermine e basso peso alla nascita evidenziata negli studi epidemiologici, con un rischio maggiore nelle donne con patologie pre-esistenti (es. diabete, asma) o con patologie ostetriche. Nel feto, il CO interferisce con lo sviluppo degli organi, in particolare il cervello, e può provocare la morte nel periodo perinatale. Gli IPA sono in grado di superare la placenta e giungere al feto, determinando ritardi nella crescita ed un basso peso alla nascita.

Lavoratori esposti ad inquinamento atmosferico indoor o outdoor

Alcune categorie di lavoratori sono maggiormente esposte agli effetti dell'inquinamento atmosferico, in particolare lavoratori di alcune categorie professionali: industria alluminio/metalmecanica/chimica, cokerie, asfaltatori, fonderie di acciaio, vigili urbani, settore costruzioni. L'inquinamento può provocare effetti a breve termine, aumentando il rischio di esacerbazione di patologie preesistenti (es. asma), con riduzione della produttività, assenze dal lavoro, e può essere associato ad un incremento di eventi cardiovascolari acuti, in particolare infarto del miocardio.

Messaggi chiave

L'inquinamento atmosferico rappresenta il fattore di rischio ambientale più rilevante per la salute della popolazione, in particolare nelle aree urbane, come risulta dall'aggiornamento 2018 del rapporto GBD.

In Italia negli ultimi dieci anni il traffico veicolare, specie i veicoli diesel, e la combustione di biomasse per riscaldamento (legna e pellet) rappresentano le principali fonti di inquinamento da PM_{2.5} con un importante impatto sulla salute specie nelle aree urbane.

INQUINAMENTO ATMOSFERICO NEGLI AMBIENTI CONFINATI ("INDOOR")

A causa di mutati stili di vita e delle anomalie termiche e meteorologiche, legate al CC, si trascorre molto più tempo al chiuso e di conseguenza aumenta anche il tempo di esposizione agli inquinanti presenti nell'aria indoor, che, in parte, provengono dall'aria atmosferica esterna e, in parte, da sorgenti interne.

Oggetto di grande preoccupazione è il contributo di PM_{2.5} all'inquinamento *indoor* proveniente da biomasse utilizzate per riscaldamento domestico. L'utilizzo di questi combustibili per il riscaldamento si sta sempre più diffondendo anche in Paesi sviluppati e contribuisce notevolmente all'esposizione della popolazione all'inquinamento dell'aria.

Come conseguenza dell'aumento della frequenza e dell'intensità di eventi climatici estremi, quali le ondate di calore, in questi ultimi anni è aumentata significativamente la diffusione dell'uso degli impianti di aria condizionata, con un conseguente aumento dei potenziali rischi correlati ad una loro cattiva gestione e manutenzione; allo stesso tempo, a causa della maggiore frequenza di alluvioni e piogge intense, è aumentata l'esposizione ad umidità e muffe nelle abitazioni, che sono importanti fattori di rischio *indoor* per asma e allergie. Numerosi studi dimostrano che gli occupanti di edifici umidi e contaminati da muffe presentano un rischio maggiore di contrarre patologie respiratorie, esacerbazione di asma e, più raramente, polmonite da ipersensibilità, alveolite allergica, rino-sinusite cronica e sinusite allergica, ad opera dei microrganismi, ma anche dei loro prodotti e componenti, le cui manifestazioni cliniche si presentano con intensità diversa in relazione alle condizioni fisiche e alla suscettibilità individuale. Le muffe producono anche una serie di composti organici volatili (COV) che possono avere effetti irritanti e scatenare sintomatologie a carico delle vie respiratorie.

Messaggi chiave

- *L'OMS ritiene che l'inquinamento atmosferico derivante dalla combustione di combustibili domestici sia uno dei più importanti rischi globale per la salute ambientale.*
- *La popolazione trascorre fino al 90% del tempo in ambienti indoor. L'inquinamento indoor causa ogni anno 4 milioni di morti premature nel mondo per ictus, malattie cardiache, malattie respiratorie croniche (BPCO) e cancro del polmone.*
- *I cambiamenti climatici possono favorire l'aumento dell'inquinamento atmosferico indoor e outdoor e, viceversa, l'inquinamento ambientale può influenzare l'equilibrio del sistema che governa il clima.*

CAMBIAMENTI CLIMATICI

Secondo l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), entro la fine di questo secolo la temperatura media superficiale aumenterà a livello globale di almeno di 1,5°C, rispetto al periodo 1850-1900. Questo fenomeno è correlabile all'aumento delle emissioni antropiche di gas serra (anidride carbonica e metano in primis), derivanti soprattutto dalla combustione di combustibili fossili, dalla deforestazione e dall'allevamento di bestiame.

Ad agosto 2019, l'IPCC ha presentato il Rapporto speciale su "**Cambiamenti climatici, desertificazione, degrado terrestre, sostenibilità del territorio, sicurezza alimentare e flussi di gas serra negli ecosistemi terrestri**", nel quale è ribadita la connessione stretta di tutti questi fattori con le anomalie climatiche cui stiamo assistendo in questi ultimi anni.

Impatto sulla salute

L'OMS sostiene che, a causa del riscaldamento globale e dei CC, si intensificheranno i rischi per la salute legati ad eventi estremi, disastri, stress idrico, sicurezza alimentare e cambiamenti nella comparsa e diffusione di malattie di origine infettiva (vettori patogeni, acqua e cibo contaminati). Aumenteranno anche le ineguaglianze di genere, la marginalizzazione sociale ed economica, i conflitti e le migrazioni.

Nel Sud Europa, Italia inclusa, i CC stanno già causando un aumento degli eventi meteorologici estremi quali ondate di calore, piogge intense ed allagamenti costieri, diffusione di nuove specie di vettori di malattia e, anche se con maggiori margini di incertezza sui futuri scenari, effetti sulla qualità dell'aria, in particolare sull'O₃ estivo e sul rischio di incendi aggravato dalla siccità. Nella recente pubblicazione dell'OMS – UNFCCC "*Climate and Health Country Profile – Italy (2018)*", predisposta in collaborazione con il Ministero della Salute, i modelli climatici per l'Italia, prodotti dal Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), stimano un incremento delle temperature per la fine del secolo compreso tra +1.5°C e +1.6°C a seconda degli scenari di emissioni. I modelli climatici prevedono incrementi nel numero dei giorni di ondata di calore, nei giorni di piogge intense e nella durata dei periodi di siccità. In Italia, negli ultimi decenni, si conferma un costante aumento delle temperature estive.

Il recente "IPCC Special Report GLOBAL WARMING OF 1.5 °C" rapporto speciale sugli impatti del riscaldamento globale di 1.5°C al di sopra dei livelli preindustriali e delle emissioni globali di gas a effetto serra, pubblicato nel 2018 per i decisori politici illustra le conclusioni fondamentali per il confronto tra il riscaldamento globale di 1,5°C e di 2°C rispetto ai livelli preindustriali, evidenziando che le attività umane hanno causato un riscaldamento globale di circa 1,0°C rispetto ai livelli preindustriali. E 'probabile che il riscaldamento globale raggiungerà 1,5°C tra il 2030 e il 2052, se continuerà ad aumentare con il tasso attuale.

L'OMS stima oltre 250,000 decessi annui in più nel mondo a causa del cambiamento climatico per il periodo 2030-2050. *Le ondate di calore* hanno un impatto significativo sulla mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie, così come un significativo effetto sui ricoveri ospedalieri specialmente per cause respiratorie. Le popolazioni più suscettibili agli effetti delle ondate di calore sono gli anziani, i bambini e le persone affette da malattie croniche. Alcuni fattori sociali, come lo status socio-economico, l'isolamento sociale e la mancanza di aree verdi (che forniscono ombra e riducono la temperatura nei centri urbani, mitigando l'effetto isola di calore urbana¹⁸) contribuiscono ad una maggiore suscettibilità.

Le temperature elevate in presenza di inquinanti atmosferici, quali NO_x e COV, possono causare un incremento delle concentrazioni di O₃, che, essendo un forte irritante delle vie respiratorie, può aggravare patologie respiratorie esistenti. Elevate concentrazioni di O₃ durante la stagione estiva possono causare un aumento di ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie, inclusa l'asma. Ad aggravare questo quadro vi sono le possibili interazioni tra inquinanti e allergeni trasportati dai granuli pollinici. Per effetto dei CC, infatti, sono già in atto l'anticipazione ed il prolungamento della stagione pollinica, in particolare in estate, nonché l'espansione geografica verso nuove aree di specie botaniche allergizzanti. Queste tendenze continueranno con il progredire dei CC, aumentando l'incidenza di sensibilizzazione allergica, specialmente nella popolazione in età pediatrica, con un possibile incremento di asma e allergie. Inoltre, epidemie di attacchi asmatici si possono verificare, dopo forti temporali, per la rottura dei granuli pollinici aerodispersi i quali rilasciano il proprio contenuto di allergeni direttamente nell'atmosfera.

¹⁸ L'isola di calore urbano (UHI: Urban Heat Island) è un fenomeno microclimatico che si verifica nelle aree metropolitane e consiste in un significativo aumento della temperatura nell'ambito urbano rispetto alla periferia della città e, soprattutto, alle aree rurali circostanti. Si tratta di un fenomeno conosciuto e studiato da alcuni decenni ed è causato principalmente dalle caratteristiche termiche e radiative dei materiali che costituiscono le superfici urbane (in primo luogo, asfalto e cemento) nelle quali prevale l'assorbimento della radiazione solare rispetto alla riflessione

La sfida

I CC rappresentano la più grande minaccia globale nei confronti della salute del 21° secolo (Lancet 2009).

L'inversione, o quanto meno, il rallentamento della tendenza in atto richiederà un radicale mutamento delle politiche economiche, produttive e energetiche.

Messaggi chiave

- *Secondo l'OMS gli effetti attesi sulla salute a causa dei CC, soprattutto quelli dovuti al progressivo riscaldamento del pianeta, saranno tra i più rilevanti problemi che i sistemi sanitari dovranno affrontare nei prossimi decenni.*
- *Senza interventi multisettoriali di prevenzione, potrà aumentare il carico globale di malattia*
- *Saranno colpiti in maniera particolare i gruppi più vulnerabili della popolazione, quali: bambini, anziani, persone con malattie croniche (BPCO, Asma, malattie cardiovascolari ecc) ed i gruppi sociali svantaggiati.*

Strategie di prevenzione

MITIGAZIONE ED ADATTAMENTO

Le attività antropiche, come è ben noto, sono la principale causa del riscaldamento globale e dei CC. Il Rapporto Speciale “*Global Warming of 1,5*” dell’IPCC per i decisori politici (2018) evidenzia che mantenere il riscaldamento del clima a 1°,5 C è impossibile senza ridurre gli inquinanti atmosferici di breve durata come il metano, l’O₃ troposferico e il *black carbon*. D’altra parte, i CC possono peggiorare la qualità dell’aria favorendo il trasporto e la dispersione degli inquinanti, così come la loro trasformazione chimica, intensificando la formazione di inquinanti secondari. Inoltre, le emissioni antropogeniche possono aumentare a causa dell’incremento della domanda energetica e dell’aumento della frequenza e intensità degli incendi boschivi (> emissioni di particolato).

Pertanto, i CC e l’inquinamento atmosferico sono strettamente interconnessi e le azioni per contrastare questi due fenomeni possono ottenere vantaggi combinati e quindi sostanzialmente maggiori, rispetto ai costi di attuazione.

Il Rapporto Speciale dell’IPCC sottolinea che una transizione dei sistemi urbani e delle infrastrutture, coerente con una limitazione del riscaldamento globale a 1,5°C, implicherebbe, per esempio, determinati cambiamenti nelle pratiche di pianificazione urbana e territoriale, come anche riduzioni più consistenti delle emissioni inquinanti nei trasporti e nell’edilizia. Ciò contribuirebbe a raggiungere gli obiettivi dell’Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals, SDG) relativi agli obiettivi: SDG3 (salute e benessere per tutti a tutte le età), SDG7 (accesso all’energia pulita), SDG11.6 (qualità dell’aria nelle città), SDG 11.2 (accesso al trasporto sostenibile) e SDG13 (sul cambiamento climatico) e l’Accordo di Parigi del 2015.

In questo capitolo sono considerati alcuni settori più rilevanti, in relazione ai quali sono individuati i seguenti obiettivi strategici:

1. *Promuovere un approccio integrato per affrontare le problematiche ambientali e sanitarie correlate all’inquinamento atmosferico ed ai CC;*
2. *Integrare le politiche per ridurre le emissioni e migliorare la qualità dell’aria con le altre politiche e conferirgli priorità;*
3. *Ridurre le emissioni di gas serra e raggiungere i co-benefici di salute previsti dall’applicazione dell’Accordo di Parigi del 2015;*
4. *Garantire il rispetto degli standard fissati dalle direttive dell’Unione Europea in un processo di miglioramento continuo della qualità dell’aria;*
5. *Potenziare il trasporto attivo, ampliare le zone di aria pulita nelle aree urbane nell’ambito di programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio;*
6. *Implementare ed estendere il monitoraggio dell’inquinamento atmosferico urbano, soprattutto in quelle aree in cui si concentrano le fasce di popolazione più vulnerabili;*
7. *Promuovere politiche energetiche “low carbon”;*
8. *Promuovere specifiche normative che indichino i valori limiti da rispettare negli ambienti confinati e la diffusione e l’utilizzo delle linee guida sulla qualità dell’aria indoor*
9. *Sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la promozione della salute e la prevenzione per creare ambienti di vita e di lavoro sani e sicuri;*
10. *Promuovere la sostenibilità ambientale e l’adattamento del sistema sanitario, in relazione ai cambiamenti climatici e l’inquinamento atmosferico.*

1. Obiettivo Strategico: Promuovere un approccio integrato per affrontare le problematiche legate all'inquinamento atmosferico ed ai CC

L'OMS ha invitato i governi ad agire per l'abbattimento dell'inquinamento atmosferico, comprese le emissioni climalteranti, utilizzando fonti energetiche più pulite e sistemi di trasporto urbano più sostenibili, progettando e creando città che favoriscano corretti stili di vita e comunità sostenibili e resilienti ai cambiamenti climatici. I meccanismi di *governance* e le politiche dovranno basarsi su approcci olistici e su collaborazioni intersettoriali ottenendo risultati positivi in tutti i settori interessati, compreso in quello della salute.

La sfida

E'essenziale che i CC e l'inquinamento atmosferico vengano affrontati in modo integrato per trasformare una minaccia in una opportunità per uno sviluppo territoriale anche in termini economici e sociali.

La soluzione

- *La riduzione degli inquinanti atmosferici porterà a riduzioni delle concentrazioni di inquinanti climatici a vita breve come il black carbon, contribuendo così alla mitigazione dei CC;*
- *Mantenere il riscaldamento del clima a 1,5°C è impossibile senza ridurre gli inquinanti atmosferici di breve durata come il metano; I CC climatici e l'inquinamento atmosferico sono strettamente interconnessi, quindi la riduzione di questi inquinanti non solo protegge il clima ma promuove anche il miglioramento della qualità dell'aria;*
- *La promozione dell'utilizzo di fonti rinnovabili (ad esempio, energia eolica ed energia solare), del risparmio energetico e le campagne di informazione e sensibilizzazione per l'utilizzo del trasporto attivo, sono alcune delle soluzioni che si prospettano per ridurre l'inquinamento atmosferico e contrastare il riscaldamento globale e nel contempo ricavare possibili opportunità e benefici.*

Messaggio chiave

Le azioni per contrastare l'inquinamento atmosferico e mitigare i CC possono ottenere vantaggi combinati e quindi sostanzialmente maggiori, rispetto ai costi di attuazione.

2. Obiettivo strategico: Integrare le politiche per ridurre le emissioni in atmosfera e per migliorare la qualità dell'aria con le altre politiche e conferirgli priorità

Al fine di contrastare le esternalità negative derivate dal settore dei trasporti, l'Accordo di del 2015, in attuazione alla convenzione sul Clima e del Protocollo di Kyoto, impone la decarbonizzazione dei trasporti del 94% entro il 2050 ed una coerente riduzione del parco circolante a motori convenzionali del 65% entro il 2035. Infatti, 1/3 delle emissioni climalteranti, a livello nazionale, deriva dal settore dei trasporti.

Di seguito sono indicati i principali settori su cui sarebbe opportuno promuovere interventi integrati per ridurre le emissioni in atmosfera, i cosiddetti settori NON-ETS (Emission Trading Scheme), che comprendono le emissioni dovute ad usi civili (riscaldamento-raffrescamento), i trasporti e l'agricoltura, la piccola-media industria ed i rifiuti, senza tuttavia entrare nel dettaglio:

- Azioni sulla qualità dei combustibili: una graduale e naturale sostituzione del parco veicolare, incentivando l'uso di veicoli con carburanti a basse emissioni e di auto elettriche;
- Progressiva diffusione di mezzi caratterizzati da consumi energetici ridotti e da emissioni di CO₂ molto basse o pari a zero;
- Azioni sul traffico per una mobilità sostenibile: incentivare gli investimenti nei trasporti pubblici puliti, nonché nelle piste ciclabili e pedonali;
- Promozione della mobilità condivisa/pubblica;
- Azioni sugli impianti di riscaldamento: ridurre ulteriormente le emissioni dagli impianti termici civili, limitando l'impiego di oli combustibili, carboni, biomasse;
- Azioni su attività agro-zootecniche e utilizzo delle biomasse: acquisire maggiori conoscenze sulle emissioni connesse all'utilizzo della legna e di biomasse e sulle emissioni dirette di polveri fini ed ammoniaca dalle attività agro-zootecniche e promuovere specifici interventi di prevenzione ambientale.

3. Obiettivo strategico: Ridurre le emissioni di gas serra e raggiungere i co-benefici di salute previsti dall'applicazione dell'Accordo di Parigi del 2015

La *Lancet Commission on Climate Change* ha evidenziato le ricadute positive sulla salute di molte misure di mitigazione che possono aiutare ad affrontare le priorità sanitarie globali, come la mortalità infantile da infezioni acute delle vie respiratorie, le malattie ischemiche cardiache negli adulti ed altre MNCT.

Il recente Rapporto Speciale COP 24: salute e cambiamenti climatici, dell'OMS, individua i settori chiave rilevanti per la salute ed i CC (Fig.1) ed invita i paesi a considerare la salute in tutte le analisi costi-benefici della mitigazione dei cambiamenti climatici. Raccomanda inoltre che i paesi utilizzino incentivi fiscali e sussidi per incentivare i settori a ridurre le loro emissioni di gas a effetto serra e di inquinanti atmosferici.

Di seguito alcuni esempi di interventi di mitigazione con effetti positivi in termini di salute.

Settore dei trasporti urbani.

Il trasporto su strada è un settore che produce grandi quantità di inquinanti a effetto serra e rappresenta un fattore determinante da tenere in considerazione nelle strategie per migliorare la qualità dell'aria e mitigare i cambiamenti climatici. Lancet fornisce alcune stime indicative degli effetti sulla salute generati da un potenziamento del trasporto attivo (spostamenti a piedi o in bicicletta). Con il potenziamento del trasporto attivo si osserverebbero maggiori co-benefici sulla salute rispetto a quanto ottenuto dal solo aumento del numero di autoveicoli a basse emissioni. Combinando i due interventi (trasporto attivo + aumento dei veicoli a basse emissioni) per ogni milione di persone è stato stimato un guadagno di 7.439 anni di vita senza disabilità a Londra e 12.995 a New Delhi.

Lo studio conclude che l'applicazione di una strategia combinata di potenziamento del trasporto attivo (a piedi e in bicicletta) e l'aumento di veicoli a basse emissioni favoriscono una riduzione dell'inquinamento atmosferico e un aumento dell'attività fisica che si associa a una riduzione di MNCT (malattie ischemiche e cardiache, malattie respiratorie croniche, tumori al seno, al polmone e al colon, diabete, depressione, incidenti), ipotizzando anche scenari di riduzione delle emissioni di CO₂.

Figura 1 **Settori chiave (non esaustivi) rilevanti per la salute e i CC**

Fonte: WHO global strategy on health, environment and climate change
 the transformation needed to improve lives and well-being sustainably through healthy, environments 2019)



Settore energetico

L'utilizzo di fonti rinnovabili (eolica, solare, idraulica, geotermica) e di combustibili a basso contenuto di carbonio favorisce la riduzione dell'inquinamento atmosferico da particolato e degli effetti associati (mortalità cardiopolmonare, tumore polmonare, mortalità occupazionale, infezione delle basse vie respiratorie nei bambini di età inferiore ai 5 anni).

Settore domestico

Le difficoltà socio-economiche hanno visto notevolmente aumentare l'utilizzo della combustione di legna in ambito domestico con la quale si riesce a spendere anche sensibilmente meno rispetto al metano. Il processo di combustione emette nell'atmosfera una quantità di CO₂ pari a quella assorbita durante il processo di crescita, azzerando il rilascio di nuova anidride carbonica (emissione neutra di CO₂), tuttavia contribuisce in alcuni casi per una quota consistente all'inquinamento dell'aria.

Nell'ambito del Bacino padano, ad esempio, nonostante la qualità dell'aria abbia registrato negli ultimi vent'anni un deciso miglioramento, l'inquinamento atmosferico è ancora un'importante criticità ambientale. In particolare, tra le principali fonti inquinanti, la combustione, soprattutto residenziale, di biomassa legnosa è tra le principali responsabili del mancato rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente, soprattutto per quanto concerne le polveri sottili nella stagione invernale.

Negli ultimi anni è cresciuta notevolmente la disponibilità di dati e studi scientifici che dimostrano la rilevanza delle emissioni in atmosfera di polveri fini e altri composti tossici derivanti dall'uso di legna in piccoli impianti di combustione domestici. Esiste sufficiente evidenza di un'associazione tra la combustione di legna e segni di effetti respiratori nei bambini. In particolare per quanto concerne l'esacerbazione di malattie respiratorie come asma, bronchioliti e otiti medie. Una revisione sistematica degli effetti sanitari da inquinamento atmosferico ha concluso che non esistono ragioni per considerare il particolato emesso dalla combustione di biomasse meno tossico di quello emesso da altre sorgenti.

Nuove tecnologie applicate agli impianti a biomasse possono consentire di controllare e ottimizzare il processo di combustione, migliorando le rese degli apparecchi e contribuendo a ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera.

E' dimostrato che il miglioramento dell'efficienza energetica nelle abitazioni dei Paesi industrializzati e la diffusione di cucine ad alta efficienza di combustione nei paesi poveri favorisce la riduzione dell'inquinamento presente negli ambienti domestici, con benefici di salute.

Settore alimentare

Complessivamente, è stato stimato che le emissioni di gas serra prodotti dal settore agricolo contribuiscono per circa 1/5 alle emissioni totali, e di queste circa l'80% sarebbe attribuibile alla produzione di carne. Il maggior impatto in termini di emissioni è attribuito alla carne bovina ed è legato ai processi di produzione (CO₂), alla fermentazione dei ruminanti (metano CH₄), alla coltivazione dei foraggi e all'uso di fertilizzanti (NO₂). Un considerevole quantitativo di emissioni deriva inoltre dal trasporto dei prodotti agricoli e del bestiame.

La carne rossa inclusa in una dieta sana e varia, è una ricca fonte di proteine ad alto valore biologico e di alcuni micronutrienti essenziali (ferro, zinco e vitamina B12), ma costituisce anche una fonte rilevante di colesterolo e acidi grassi saturi. Confrontare le emissioni di GHG (gas effetto serra) di 1 Kg di carne con 1 Kg di verdura e frutta non è corretto poiché il contenuto di nutrienti (proteine, vitamine e minerali) è molto diverso e il consumo raccomandato per la carne è molto inferiore (fino a 20 volte). Gli organismi internazionali¹⁹ e le linee-guida nazionali²⁰ suggeriscono di non superare le quantità settimanali di 300-400 g di carne totale, con un rapporto di 1/3-1/4 tra carne rossa e carne bianca.

Il consumo elevato di carne rossa, soprattutto processata (sottoposta a trattamenti quali salatura, affumicatura, salatura o uso di conservanti e additivi chimici) è associato a eccessi di rischio per tumore dell'esofago, del colon-retto, patologie cardiovascolari, diabete di tipo 2, obesità, tumore al seno.

Nell'ambito delle strategie di riduzione delle emissioni provenienti dal settore agricolo in contesti differenti è stata individuata come un obiettivo la soglia dei 50 g/die di carne rossa.²¹

Il GBD Study ha evidenziato che i fattori di rischio legati alla dieta contribuiscono per il 10% all'intero "burden" di malattia e in Italia è stato stimato che il 13,5% dei DALY persi è attribuibile alla dieta, che rappresenta il fattore di rischio con l'impatto più elevato. Promuovere politiche per favorire nella popolazione un'alimentazione corretta, con adeguato apporto dei diversi nutrienti, insieme a miglioramenti tecnologici nel settore agricolo e zootecnico, possono favorire la riduzione dell'incidenza di malattie ischemiche cardiache e della mortalità correlata.

Messaggi chiave

L'analisi dei benefici in termini di salute e risparmio di costi sanitari conseguenti alla realizzazione delle diverse politiche intersettoriali per contrastare l'inquinamento atmosferico ed il global warming può rispondere all'esigenza di contribuire alla riduzione della spesa pubblica e promuovere e tutelare la salute dei cittadini.

¹⁹ Amine E, Baba N, Belhadj M, et al. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. World Health Organization, 2002

²⁰ Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione. Linee-guida per una sana alimentazione italiana. 2018

²¹ McMichael AJ, Powles JW, Butler CD, Uauy R. Food, livestock production, energy, climate change, and health. Lancet 2007; 370: 1253-63.

Soluzioni

Alcune soluzioni richiedono politiche per promuovere combustibili e tecnologie politiche nei trasporti e nella produzione di energia; politiche per contrastare la combustione incontrollata di rifiuti solidi e rifiuti agricoli; ridurre l'uso di fertilizzanti in agricoltura; politiche per la riduzione del consumo eccessivo di carne rossa e campagne informative alla popolazione insieme a miglioramenti tecnologici nel settore agricolo e zootecnico

4. Obiettivo strategico: Garantire il rispetto degli standard fissati dalle direttive dell'Unione Europea in un processo di miglioramento continuo della qualità dell'aria

L'OMS nel 2005 ha pubblicato i valori obiettivo per gli inquinanti dell'aria atmosferica che possono comportare rischi per la salute (Allegato 2, tabella 2) e, in un recente processo di revisione della letteratura scientifica sui principali inquinanti, ha raccomandato all'Unione Europea politiche urgenti di contenimento delle emissioni e standard di qualità dell'aria più stringenti (progetto REVIHAAP). L'OMS evidenzia che una priorità urgente è quella di avviarsi verso valori di qualità dell'aria più restrittivi.

Anche la Corte dei Conti Europea nella recente relazione speciale sull'inquinamento atmosferico sottolinea che gli standard sulla qualità dell'aria applicati dall'UE sono stati definiti quasi venti anni fa e formula le seguenti raccomandazioni alla Commissione europea: adottare azioni più efficaci per migliorare la qualità dell'aria; aggiornare la direttiva sulla qualità dell'aria ambiente; integrare la politica sulla qualità dell'aria nelle altre politiche dell'UE e di conferirle priorità; sensibilizzare l'opinione pubblica e fornire migliori informazioni ai cittadini.

Il conseguimento degli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria, oltre al recepimento di direttive europee che regolano i valori limite per la concentrazione dei principali inquinanti atmosferici che possono avere effetti sulla salute (Allegato 2, Tabella), richiede anche un costante monitoraggio delle concentrazioni di inquinanti e delle emissioni in atmosfera, la valutazione igienico sanitaria degli strumenti di regolazione e pianificazione urbanistica, nonché l'informazione ai cittadini sulla valutazione della qualità dell'aria.

Politiche sulla qualità dell'aria

Negli ultimi anni si registra l'aumentata consapevolezza che non sono sufficienti le leggi di settore dettate dal recepimento di direttive europee sulla qualità dell'aria, ma si sottolinea la necessità di una politica integrata con interventi interessanti vari settori a diversi livelli di responsabilità.

L'adozione di azioni efficaci per ridurre l'inquinamento atmosferico e migliorare la salute pubblica richiede un approccio integrato e multidisciplinare tra le funzioni delle autorità competenti, con il coinvolgimento di pianificatori del territorio e dei trasporti, operatori della salute pubblica e tecnici ambientali, associazioni dei cittadini. Il coordinamento tra le istituzioni è inoltre fondamentale per allineare gli approcci ed evitare lo spostamento di inquinanti da un'area popolata all'altra. Nel 2017, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed i Presidenti di Regione Lombardia, Piemonte, Veneto ed Emilia-Romagna, hanno sottoscritto l'Accordo di Bacino Padano per l'attuazione di misure congiunte per il miglioramento della qualità dell'aria. L'accordo è finalizzato alla condivisione delle metodologie e degli strumenti di valutazione della qualità dell'aria (inventari delle emissioni, modellistica e reti di monitoraggio), ma anche all'adozione di azioni comuni di riduzione delle emissioni di PM₁₀ al fine di massimizzare l'efficacia delle politiche di prevenzione e contenimento dell'inquinamento atmosferico.

A livello locale, sono da valutare azioni a livello di pianificazione urbana (es. design urbano, layout stradali, struttura edifici e spazi verdi), e di politiche su energia e trasporti, promuovendo in particolare le misure che possono migliorare la qualità dell'aria e mitigare i cambiamenti climatici.

A Torino, il 4 giugno 2019, è stato sottoscritto il Protocollo d'intesa sulla qualità dell'aria, che coinvolge diversi Ministeri (compreso il Ministero della Salute) e le Regioni e istituisce il "Piano d'azione per il miglioramento della qualità dell'aria". Le misure riguardano soprattutto i tre settori maggiormente responsabili dell'inquinamento atmosferico: trasporti, agricoltura e riscaldamento domestico a biomassa, sui quali ogni ministero ha assunto impegni concreti a supporto dei *Clean Air Dialogues*.

Possibile ruolo del settore sanitario

L'OMS definisce le possibili azioni del settore sanitario per contribuire al miglioramento della qualità dell'aria e ridurre l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute, tra cui:

- analisi dei dati epidemiologici sulla salute e inquinamento atmosferico per identificare interventi che riducono l'inquinamento e promuovono la salute;
- monitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, creando sinergie tra i sistemi di sorveglianza sanitari e quelli ambientali;
- cooperazione con gli altri settori che contribuiscono alle emissioni per individuare le azioni in grado di produrre benefici su più settori (politiche *win-win* di riduzione dell'inquinamento e di contrasto ai CC);
- identificazione delle priorità di ricerca sull'impatto delle politiche sulla salute;
- valutazione dell'impatto sanitario di interventi e politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico;
- informazione della popolazione e dei decisori sulle azioni necessarie per contrastare l'inquinamento atmosferico.

La sfida

Gli inquinanti in tutto o in parte di natura "secondaria", PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e oO₃, destano tuttora ancora preoccupazione in relazione al fatto che sovente si registrano sul territorio nazionale livelli superiori ai valori limite di legge e ai valori delle linee guida dell'OMS.

La soluzione

- *E' necessario monitorare costantemente le concentrazioni di inquinanti e le emissioni in atmosfera ed elaborare strategie di implementazione basate su misure utili al raggiungimento degli obiettivi stabiliti.*
- *E' necessario valutare l'impatto sanitario ed economico dell'inquinamento atmosferico a seguito dei programmi di prevenzione ambientale attuati.*
- *E' necessaria un'azione coordinata a livello locale, nazionale ed europeo*
- *E' importante il coinvolgimento e l'informazione dei cittadini*

5. Obiettivo strategico: Potenziare il trasporto attivo, ampliare le zone di aria pulita nelle aree urbane nell'ambito di programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio

Gli antichi centri storici delle città italiane erano stati concepiti in modo che le distanze potessero essere percorse soprattutto a piedi o in bicicletta, inoltre non dovevano far fronte alle esigenze di un terziario, all'epoca non ancora sviluppato. I processi di inurbamento dei primi decenni del dopoguerra hanno comportato grandi cambiamenti ed una veloce espansione delle città. L'economia si è trasformata da agricola a industriale e, successivamente, in economia dei servizi. In virtù di questi cambiamenti, i centri storici sono stati sottoposti alle pressioni esercitate dal traffico automobilistico e dalle nuove attività terziarie, con le inevitabili conseguenze: aumento della congestione stradale, difficoltà di raggiungere a piedi le diverse parti della città, consumo del suolo, degrado ambientale ed inquinamento atmosferico. L'inadeguatezza dei mezzi pubblici e la mancanza di parcheggi ha aggravato ulteriormente la situazione dei centri urbani. Anche le periferie sono state interessate da questi cambiamenti e la necessità di collegamenti con i servizi del centro città ha causato un traffico aggiuntivo rispetto a quello dei soli residenti.

Le strategie volte a migliorare la qualità dell'aria e la vivibilità dei centri urbani non possono limitarsi all'applicazione di norme sulla qualità dell'aria, senza integrarsi con interventi volti ad alleggerire il centro e le periferie dalla pressione derivanti dai maggiori flussi di traffico, migliorare i collegamenti con la rete dei mezzi pubblici, rigenerare quartieri residenziali purtroppo costruiti con criteri di bassa qualità architettonica e urbanistica e dare sostegno a politiche di mobilità sostenibile e di riqualificazione del tessuto economico-produttivo-occupazionale. Tali interventi oltre a ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico nei centri urbani possono contribuire a migliorare il microclima delle nostre città, ad esempio riducendo gli effetti dell'isola di calore urbano in estate, con importanti benefici sulla salute e la qualità della vita dei cittadini.

In particolare per le zone urbane, caratterizzate da elevata densità di popolazione residente e da elevati livelli di inquinamento si raccomandano le seguenti azioni:

- rafforzare le politiche istituzionali finalizzate a favorire la mobilità sostenibile attraverso un'adeguata pianificazione urbanistica, con attenzione particolare a gruppi specifici di popolazione, come gli anziani e i bambini;
- migliorare la *walkability* e migliorare l'accessibilità ai mezzi di trasporto pubblico e/o fornire mezzi di trasporto collettivi;
- implementare zone di ridotto traffico veicolare al di fuori delle scuole;
- vietare l'ingresso dei veicoli altamente inquinanti in aree popolate;
- espandere le aree verdi a bassissime emissioni;
- promuovere la circolazione di trasporti pubblici puliti ed incentivare la circolazione di auto elettriche e comunque a basse emissioni.

Nella definizione dei Piani Urbani di Mobilità Sostenibile (PUMS) è possibile promuovere interventi a favore della pedonabilità e della ciclabilità per un'utenza allargata, soprattutto nei percorsi casa scuola e casa lavoro, e prevedere un ampliamento ed una riprogettazione delle aree verdi urbane e periurbane, elaborando linee guida con indicazioni su autoctonia, ridotta idro-esigenza, tossicità ed allergenicità delle specie vegetali, ed una corretta manutenzione del verde urbano, in particolare per aree come i giardini scolastici od i parchi pubblici con aree riservate al gioco.

Tali iniziative vanno supportate prevedendo incentivi governativi alle imprese ed ai soggetti privati che adottano misure di tutela ambientale, attivando forme di rimborsi chilometrici per chi va a lavoro o a scuola in bici, assicurando maggiori investimenti per la diffusione di tecnologie più ecosostenibili ed incentivando gli investimenti nei trasporti pubblici puliti.

La Società Italiana di Allergologia, Asma ed Immunologia Clinica consiglia le seguenti misure per ridurre la quantità di polline nell'aria negli spazi verdi:

- preferire le piante entomofile che richiedono gli insetti per la pollinazione e producono minori quantità di polline rispetto a quelle anemofile;
- preferire alberi e piante che fioriscono in estate o in inverno per ridurre l'impatto allergenico;
- potare le piante prima della fioritura e dell'emissione dei pollini;
- tagliare i prati prima della fioritura e dell'emissione dei pollini;
- tagliare le erbe fortemente allergeniche prima della fioritura e dell'emissione dei pollini, seguendo il calendario pollinico;
- impedire la crescita di aree endemiche di ambrosia;
- curare le aree verdi preferibilmente di notte e nei giorni senza vento;
- pulire le aree in prossimità di alberi, cespugli ed erbe allergeniche;
- eliminare dagli spazi pubblici le piante responsabili di dermatite;
- prima di organizzare eventi pubblici, consultare le mappe delle aree climatiche per monitorare i livelli di polline.

La sfida

La metà della popolazione urbana vive in aree in cui vengono continuamente superate le concentrazioni di inquinanti atmosferici raccomandate dalle linee guida OMS: ciò si verifica nel 60% delle grandi città europee.

La soluzione

- Attuare politiche efficaci per trasformare il cambiamento climatico da costo in opportunità e garantire uno sviluppo sostenibile:
 - *Ridurre l'inquinamento urbano attraverso programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio: sviluppare e espandere aree verdi; rafforzare le politiche istituzionali finalizzate a favorire la mobilità sostenibile, migliorare la walkability e l'accessibilità ai mezzi di trasporto pubblico e/o mezzi di trasporto collettivi, attraverso un'adeguata pianificazione urbanistica che ponga attenzione particolare a gruppi specifici di popolazione (come gli anziani e bambini); implementare zone di ridotto traffico veicolare al di fuori delle scuole e vietare l'ingresso di veicoli altamente inquinanti in aree popolate.*
 - *Prevedere incentivi governativi alle imprese pubbliche o private che adottino misure di tutela ambientale; incentivare gli investimenti nei trasporti pubblici puliti, promuovere l'utilizzo di carburanti a basse emissioni e di auto elettriche; assicurare maggiori investimenti in tecnologie più ecosostenibili; prevedere incentivi per i cittadini per diffondere le modalità di trasporto attivo e sostenibile nei percorsi casa scuola e casa lavoro.*

6. Obiettivo strategico: Migliorare il monitoraggio ed estendere la valutazione ambientale e sanitaria dell'inquinamento atmosferico, in particolare nei luoghi frequentati dalle fasce di popolazioni più vulnerabili

Lo studio VIIAS *Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute*, finanziato dal Ministero Salute, nell'ambito del CCM, ha stimato gli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla mortalità e morbosità in Italia e ha valutato l'impatto sulla salute (mortalità e morbosità) di scenari futuri con riduzione delle emissioni. Studi di valutazione di impatto che evidenziano i possibili benefici sulla salute e sull'ambiente derivanti dalle politiche di riduzione delle emissioni, possono essere di supporto all'introduzione di misure di mitigazione ed alla revisione degli standard di qualità dell'aria. La valutazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico dovrebbe essere considerata quindi nella progettazione e nella valutazione di tutti gli interventi nazionali e locali.

In Italia il monitoraggio della qualità è affidato alle regioni e al sistema delle Arpa/Appa (D.Lgs. 155/2010) e rappresenta il principale strumento per la valutazione della qualità dell'aria, che consente di verificare il rispetto dei valori limite di legge al fine di prevenire, eliminare o ridurre gli effetti avversi dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana.

La responsabilità di pianificare le attività per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria è affidata alla regione e agli enti locali. Le autorità locali svolgono un ruolo importante nella valutazione e nel miglioramento della qualità dell'aria e gli effetti cumulativi di queste azioni a livello locale producono risultati significativi. I risultati maggiori si ottengono con un approccio strategico intersettoriale che prevede una combinazione di interventi legislativi, politici, comportamentali e tecnologici. Quando vengono progettati nuovi piani e programmi di interventi e quando vengono rilasciati nuovi permessi di sviluppo o normative, è possibile effettuare la valutazione sulla qualità dell'aria e sulla salute umana di differenti scenari.

La valutazione dell'impatto implica la capacità di definire chiaramente scenari e singole misure in relazione alle possibili fonti emissive ed alla loro riduzione prevedibile, di caratterizzare la popolazione potenzialmente coinvolta e di stimare l'impatto di salute. Questa metodologia implica un esercizio di simulazione per la stima dell'esposizione, funzioni esposizione-risposta da studi epidemiologici, una conoscenza di base dei tassi di malattia di background e la valutazione critica del livello di incertezza della stima. Recentemente sono stati elaborati per l'intero territorio nazionale dati ad alta risoluzione di particolato derivati da satellite utili nelle valutazioni di impatto sanitario.

L'analisi della popolazione esposta agli inquinanti atmosferici è importante sia per valutazioni di tipo epidemiologico sia per il monitoraggio dell'efficacia delle politiche adottate per la tutela della qualità dell'aria in relazione alla salute sia per identificare le aree in cui l'azione è più importante. Per gli stessi scopi, può risultare di grande utilità monitorare la qualità dell'aria nei pressi di luoghi pubblici maggiormente frequentati dalle fasce di popolazione più vulnerabili agli effetti nocivi dell'inquinamento (es. scuole, ospedali) e definire misure "premianti" (economiche o di detrazione fiscale) rivolte sia agli enti locali sia ai privati, per sostenere la gestione e la manutenzione delle aree maggiormente frequentate dalle fasce di popolazione più vulnerabili (bambini, anziani, ecc).

Per quanto concerne il *monitoraggio della componente biologica* che concorre anch'essa alla valutazione della qualità dell'aria, si cita l'attività della *Rete POLLnet* per il monitoraggio e lo studio della componente biologica del particolato aero-disperso presente in atmosfera che, grazie ad un approccio multidisciplinare, consente di integrare il monitoraggio della qualità dell'aria alla stima della biodiversità di specie vegetali, alla rilevazione di fenomeni legati ai CC e di produrre informazioni di estrema utilità in campo sanitario nella diagnostica, nella clinica, nella terapia, nella ricerca e nella prevenzione di patologie allergiche respiratorie. La rete di monitoraggio POLLnet è del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) di cui fanno parte Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) e le agenzie regionali (ARPA) e delle province autonome di Trento e Bolzano (APPA). La sua attività è regolata dalle linee guida: POLLnet – Linee guida per il monitoraggio aerobiologico” - SNPA/ MLG /151/2017.

La presenza di picchi di polline nell'aria costituisce un ulteriore rischio per la salute dei soggetti allergici e asmatici. L'*Associazione Italiana di Aerobiologia* (AIA) che gestisce la Rete Italiana di Monitoraggio in Aerobiologia (RIMA®) ed è collegata alla Rete Europea, European Aeroallergen Network (EAN), utilizza i dati di rilevamento dei pollini dalle varie stazioni distribuite in Italia, consentendo la definizione dei calendari di pollinazione per le varie regioni.

L'*A.A.I.T.O.* (Associazione Allergologi e Immunologi Territoriali ed Ospedalieri) ha istituito, al proprio interno una Sezione di "Aerobiologia, Ecologia e Prevenzione ambientale" che gestisce a sua volta una Rete Italiana di Monitoraggio Atmosferico dei pollini e delle spore fungine. La Rete di monitoraggio è costituita dal 30 Centri di Campionamento, tutti strettamente collegati a centri Allergologici. Il collegamento diretto a Servizi di Allergologia sottolinea le finalità prevalentemente allergologiche della rete, orientate alla prevenzione, alla diagnosi e alla terapia delle allergopatie da inalanti.

La sfida

- *Esistono gruppi di popolazione più suscettibili all'inquinamento atmosferico, ad esempio i pazienti affetti da BPCO, nei quali livelli anche non elevati di inquinamento ambientale (soprattutto PM_{2,5} e NO₂) sono in grado di causare decremento degli indici funzionali respiratori.*
- *La presenza di picchi di polline nell'aria costituisce un ulteriore rischio per la salute dei soggetti allergici e asmatici.*

La soluzione

- *Il conseguimento degli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria, oltre al recepimento di direttive europee, richiederà anche un costante monitoraggio delle concentrazioni di inquinanti e delle emissioni in atmosfera, nonché valutazioni dell'impatto sulla salute dell'inquinamento.*
- *Considerata l'alta prevalenza delle malattie respiratorie e allergiche è sicuramente di grande utilità, ai fini preventivi, implementare il monitoraggio integrato della qualità dell'aria con quello degli aero-allergeni.*
- *E' opportuno incrementare il monitoraggio dell'inquinamento dell'aria nei pressi di scuole e ospedali.*
- *E' auspicabile l'implementazione di una rete pubblica di monitoraggio pollinico a copertura dell'intero territorio nazionale.*
- *E' opportuno definire incentivi sia per gli enti locali sia per i privati, per sostenere la corretta gestione e manutenzione delle aree/strutture maggiormente frequentate dalle fasce di popolazione più vulnerabili.*

7. Obiettivo strategico: Promuovere politiche energetiche "low carbon"

Nel 2018 il rapporto speciale IPCC conclude che l'obiettivo di ridurre il riscaldamento globale di 1,5 gradi si può raggiungere solo con un forte impegno: è necessario ridurre entro il 2030 le emissioni del 45% rispetto ai livelli del 2010 ed arrivare, entro il 2050, a un bilancio netto di zero emissioni.

A supporto di queste evidenze, il rapporto speciale dell'OMS COP 24: Salute e cambiamenti climatici (2018) rappresenta un'importante opportunità per riportare il legame fra salute e clima al centro dell'attenzione e per rilanciare la necessità di politiche climatiche più rapide ed ambiziose, a protezione sia della nostra salute sia di quella del pianeta. L'OMS evidenzia che sette milioni di persone muoiono ogni anno nel mondo a causa dell'inquinamento dell'aria, prodotto dalle stesse emissioni responsabili dei CC. Morte evitabili e per le quali le soluzioni individuate sono le stesse portate al tavolo dei negoziati per la lotta ai CC. Il report speciale dell'OMS propone una serie di raccomandazioni per i decisori politici: in primo luogo considerare le implicazioni sulla salute (in termini di danni o benefici) nell'ambito della pianificazione delle politiche climatiche, e includere sistematicamente il tema della salute nel *Paris Rulebook* (regolamento che rende operativo l'Accordo di Parigi del 2015 che indicava l'obiettivo di contenere entro fine secolo l'aumento medio della temperatura globale nei 2 C°, meglio 1,5 C°, rispetto ai livelli preindustriali: ciò risponde all'obiettivo generale di riduzione di CO2 del 40% rispetto al periodo preindustriale). Inoltre, indica la necessità di rimuovere tutti gli ostacoli agli investimenti per l'adattamento dei sistemi sanitari, e di monitorare e relazionare all'UNFCCC ed all'OMS i benefici sulla salute derivanti dalle azioni di mitigazione ed adattamento intraprese dai Paesi.

L'OMS rivolge anche alcune raccomandazioni alle autorità locali, mettendo in luce la capacità delle loro politiche di ridurre emissioni, incrementare resilienza e, al contempo, promuovere la salute, invitandole perciò ad agire, senza attendere l'iniziativa dei governi nazionali. Il rapporto lancia, infine, un appello all'intera comunità medica perché si mobiliti a sostegno delle politiche climatiche, mostrando la stretta relazione fra i rischi ambientali e quelli per la salute.

Il quadro strategico europeo per il clima fissa l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra al 2030 del 40% rispetto al 1990, attraverso un incremento della quota di energia rinnovabile ed un miglioramento dell'efficienza energetica.

La Commissione europea ha presentato nel 2016 il pacchetto "*Energia pulita per tutti gli europei*" (anche noto come *Winter package o Clean energy package*), che comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica. Il 4 giugno 2019 il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha adottato le ultime proposte legislative previste dal pacchetto. Inoltre, nell'ambito del "*Environment Action Programme to 2020*", la Commissione Europea propone soluzioni come migliore progettazione ecocompatibile, prevenzione e riutilizzo dei rifiuti per contribuire a ridurre le emissioni totali annue di gas a effetto serra e, nel contempo, generare in tutta l'UE risparmi netti per le imprese.

L'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEE), sottolinea l'utilità di promuovere misure non-tecniche per orientare i consumatori verso il risparmio energetico e l'uso di energia a basse emissioni di CO₂, come, ad esempio, attraverso campagne di informazione e diffusione di una guida per i consumatori sulle *buone pratiche in materia di gestione degli impianti domestici di combustione*. Inoltre, sono necessarie misure specifiche per la riqualificazione edilizia ed efficienza energetica e prevenire la povertà energetica.

L'Italia a dicembre 2019 ha pubblicato il PNIEC²² (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima), in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999. Con il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, 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.

Il piano si struttura su 5 linee d'intervento (decarbonizzazione ricerca, efficienza sicurezza, energetica, sviluppo del mercato interno, dell'energia, innovazione e competitività) e ha l'obiettivo di raggiungere una riduzione del 56 % di emissioni nel settore della grande industria, **del 35% nel terziario, trasporti terrestre e civile e un incremento del 30% obiettivo rinnovabili.**

Un graduale abbandono delle fonti fossili di produzione di energia a favore di energia proveniente da fonti rinnovabili e meno inquinanti, potrebbe divenire un importante obiettivo per ridurre l'impatto dell'inquinamento ambientale e favorire una produzione energetica economicamente vantaggiosa e non nociva per la salute.

Altre politiche messe in atto dall'Italia per mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici sono:

- 1) La promozione di programmi e progetti che favoriscano la mobilità sostenibile per garantire che i sistemi di

²² https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf

trasporto corrispondano ai bisogni economici, sociali e ambientali della società, minimizzandone contemporaneamente le ripercussioni negative sull'economia, la società e l'ambiente.

Tra i programmi, volti alla riduzione degli impatti della mobilità nelle città, nelle quali coesistono criticità di congestionamento del traffico, emissioni in atmosfera inquinanti e climalteranti, incidentalità stradale. promossi dal MATTM²³:

- Programma di Incentivazione della Mobilità Urbana Sostenibile (PrIMUS)
- Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro
- Progetto CREIAMO PA - Linea 7 "Sviluppo di modelli e strumenti per la gestione della mobilità urbana sostenibile"

- 2) Programmi di riforestazione urbana, con il decreto Clima (DECRETO-LEGGE 14 ottobre 2019, n. 111) è stato stanziato un finanziamento di un programma sperimentale di messa a dimora di alberi, di reimpianto e di silvicoltura, e per la creazione di foreste urbane e periurbane, nelle città metropolitane.

La pronta disponibilità di alternative energetiche meno dannose per la salute e per l'ambiente è uno tra i principali obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (Agenda 2030) che supporta le politiche a sostegno delle fonti rinnovabili e alternative al carbone.

Nel recente Summit sul clima (New York, 21-23 settembre 2019) l'ONU ha chiesto ufficialmente a tutti i governi del mondo di ridurre le emissioni, di non costruire nuove centrali a carbone e di convertire quelle esistenti.

Le centrali a carbone di ultima generazione sono dotate di tecnologie in grado di ridurre la concentrazione di sostanze nocive emesse in atmosfera, pur tuttavia le quantità di inquinanti emessi sono sempre al disopra dei livelli che non comportano rischi per la salute.

In Inghilterra, nel maggio 2016, ci sono state fasi di produzione di energia interamente senza carbone. In Norvegia ed Uruguay sono già in atto processi di annientamento completo di questa fonte energetica con l'obiettivo di raggiungere il 100 % di produzione di energia da fonti rinnovabili. Ciò è solo parte di tutti i processi che si stanno mettendo in atto nel mondo per tutelare la salute pubblica e del pianeta, investendo sempre di più sulle fonti di energia rinnovabile, tra cui quella solare.

Anche un uso più razionale delle materie prime può contribuire a diminuire le emissioni di CO₂. I processi di estrazione e utilizzo delle materie prime producono un grande impatto sull'ambiente e aumentano il consumo di energia e le emissioni di CO₂. La transizione da un'economia lineare ad un'economia circolare rappresenta un'opportunità per trasformare la nostra economia e renderla più sostenibile, passando ad un modello in cui i prodotti, i materiali e le risorse vengono mantenuti e utilizzati il più a lungo possibile (Fig.2).

Come sottolinea l'OMS, nel suo recente Rapporto su economia circolare e salute le opportunità ed i rischi, la transizione ed il consolidamento di questo nuovo modello richiedono un'attenta valutazione integrata di aspetti ambientali, economici e sociali. Non v'è dubbio che l'economia circolare avrà degli effetti diretti positivi sulla salute ed il benessere, anche con riduzione delle spese sanitarie, in quanto in grado di ridurre gli impatti sull'ambiente dei sistemi di produzione e consumo, ma, allo stesso tempo, non può essere sottovalutato il pericolo che, soprattutto nella fase di transizione, si possano manifestare potenziali rischi per la salute legati principalmente alle esposizioni a materiali e sostanze pericolose, sia per i lavoratori della filiera del riuso e del riciclo, sia per i consumatori. Le evidenze scientifiche dimostrano, inoltre, come gli impatti più importanti possano manifestarsi soprattutto a discapito delle fasce sociali più deboli e meno abbienti.

I Regolamenti europei ad attuazione volontaria EMAS (Regolamento CE 1221/2009) ed Ecolabel UE (Regolamento CE 66/2010), favoriscono la responsabilizzazione diretta nei riguardi dell'ambiente e promuovono l'informazione al pubblico sul miglioramento delle prestazioni ambientali di processi e prodotti. Il marchio Ecolabel UE certifica la sostenibilità ambientale dei prodotti/servizi presenti sul mercato europeo. Oltre al lato ecologico, tiene conto anche dell'aspetto prestazionale dei prodotti. Negli ultimi anni si rileva una maggiore valorizzazione di tali modelli sia a livello europeo con il Piano d'azione per l'Economia circolare (COM 2015/0614) sia a livello nazionale con il pacchetto di misure rivolto alla "green economy" (Legge 221/2015 e D.Lgs. n. 50 del 18/4/2016 e s.m.i., nuovo Codice Appalti) e con la pubblicazione del piano strategico italiano "**Verso un modello di Economia Circolare per l'Italia**" emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Occorre, però, evidenziare che in Italia la conoscenza del marchio Ecolabel UE da parte del grande pubblico, così come per il logo EMAS, appare ancora limitata. Andrebbero, pertanto, incentivate le strategie di comunicazione dei due schemi al fine di favorire la transizione del mercato verso la "green economy".

²³ <https://www.minambiente.it/pagina/mobilita-sostenibile>

Figura 2: SCHEMA di Modello di "Economia circolare"



Economia circolare: schema – Fonte: Parlamento Europeo

La sfida

- Le strategie "low carbon" possono divenire investimenti in termini di costi per la società, potrebbero essere realizzati mediante azioni nei settori importanti che emettono gas a effetto serra, come quelli del trasporto, dell'alimentazione e dell'energia.
- Le misure volte a limitare i combustibili fossili possono:
 - o ridurre morti premature e malattie da inquinamento atmosferico derivato dai combustibili fossili;
 - o diminuire i costi di assistenza sanitaria da malattie respiratorie e cardiovascolari;
 - o contribuire a prevenire impatti significativi sulla salute derivanti dai cambiamenti climatici futuri.

La soluzione

Pianificare ed incentivare azioni finalizzate al risparmio energetico ed alla gestione della domanda di energia, focalizzando l'attenzione sui seguenti punti:

- promuovere gli edifici a energia quasi zero i quali potrebbero produrre più energia di quanta ne consumano;
- promuovere politiche a sostegno delle fonti rinnovabili ed alternative al carbone, privilegiando le scelte potenzialmente a basso impatto sulla salute nel lungo e nel breve termine;
- promuovere gestione efficiente dei rifiuti e maggiore attenzione al "non spreco", in una logica di "economia circolare";
- rimodellare la produzione dei materiali, per immettere nel mercato prodotti biodegradabili (eliminando le plastiche e gli imballaggi alla fonte);
- modernizzare le politiche in materia di rifiuti secondo il concetto che "i rifiuti sono una risorsa".

8. Obiettivo strategico: Promuovere specifiche misure e linee guida per migliorare la qualità dell'aria indoor (IAQ)

Migliorare la qualità dell'aria degli ambienti indoor è un problema complesso, multidisciplinare, correlato ad una molteplicità di fattori. Nell'aria degli ambienti chiusi, infatti, sono presenti diversi tipi di inquinanti che provengono dall'aria esterna e da sorgenti interne e che possono interagire tra loro. L'entità delle emissioni è influenzata dalla qualità dell'aria esterna, dalle attività degli "occupanti", dallo stato di manutenzione degli edifici; inoltre, vari aspetti della IAQ possono essere influenzati o soggetti ad interazioni con le condizioni microclimatiche (temperatura e umidità), che mutano continuamente nel tempo, anche in rapporto alle variazioni climatiche.

In più, la necessità di contenere i consumi energetici ed aumentare i livelli di comfort ha imposto un maggiore isolamento degli edifici, con conseguente spinta a sigillare gli ambienti ed aerarli artificialmente. Tra le potenziali fonti di inquinamento indoor occorre considerare anche i sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC*), che favoriscono l'insediamento e la moltiplicazione microbica nei diversi componenti

dell'impianto di trattamento dell'aria, a causa di scarse condizioni igieniche dei diversi componenti degli impianti od a causa di errori di progettazione e/o installazione che non consentono un'adeguata manutenzione degli stessi.

Recentemente l'OMS per facilitare la definizione da parte dei governi europei di linee guida per migliorare l'IAQ e ridurre i rischi per la salute, ha pubblicato alcuni importanti documenti:

- Linee guida del 2009 "*WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*" che offrono una descrizione generale dei rischi per la salute correlati alla presenza di umidità e muffe negli edifici e forniscono una serie di indicazioni fondamentali per la loro individuazione e prevenzione.

- Linee guida del 2010 "*WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*" che definiscono i limiti per alcuni inquinanti indoor per i quali le conoscenze scientifiche relative agli effetti dannosi sull'uomo sono state giudicate sufficientemente accettabili. Le sostanze considerate sono benzene, NO₂, formaldeide, IPA (soprattutto benzo[a]pirene), CO, naftalene, radon, tricloroetilene e tetracloroetilene.

- Linee guida del 2014 "*WHO Indoor air quality guidelines: household fuel combustion*". Queste nuove linee guida per la qualità dell'aria interna trattanti la combustione dei combustibili domestici mirano ad aiutare i responsabili politici della sanità pubblica e gli esperti che lavorano in materia energetica ed ambientale a comprendere le migliori strategie per la riduzione dell'inquinamento atmosferico nelle abitazioni - il più grande rischio sanitario ambientale del mondo nei paesi a basso e medio reddito.

In Italia non esiste a livello nazionale una normativa organica per il controllo dell'IAQ. Esistono comunque norme che vengono emanate dai Comuni, nell'ambito del Regolamento di Igiene e Sanità, e che fissano i parametri di salubrità delle abitazioni e degli abitati in genere. Queste norme individuano anche varie raccomandazioni obbligatorie relative alla ventilazione, alla presenza delle canne fumarie, alla volumetria degli alloggi, ecc.

Ormai da diversi anni, sono in corso una serie di iniziative che mirano ad aumentare l'efficienza energetica degli edifici (riscaldamento, raffrescamento, riduzioni sprechi, ecc.), spesso con una scarsa attenzione alla ventilazione dell'aria. Pertanto, è importante sviluppare specifiche attività per prevenire i potenziali effetti negativi sull'IAQ a seguito delle modifiche energetiche negli edifici.

Il Ministero della Salute, nell'ambito delle proprie competenze, ha pubblicato in Gazzetta Ufficiale i seguenti provvedimenti: *Accordo del 27 settembre 2001, sul documento concernente: "Linee di indirizzo per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati"* (G.U. Serie Generale n. 276 del 27 novembre 2001) e *Accordo del 18 novembre 2010, recante "Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio indoor per allergie ed asma"* (GU del 13 gennaio 2011, SG n. 9). Quest'ultima iniziativa è finalizzata a delineare un programma integrato di interventi per garantire ambienti scolastici sani per tutto il personale scolastico, per la salute respiratoria di tutti gli alunni/studenti e, soprattutto, per i bambini allergici e asmatici. Nelle scuole è frequente la presenza di bambini allergici o asmatici, per i quali sono necessarie specifiche misure precauzionali e regole igienico-sanitarie più stringenti, rispetto ai loro coetanei. Nell'ambito della prevenzione dei rischi correlati agli impianti di climatizzazione, si cita infine l'Accordo Conferenza Stato-Regioni del 27.02.2013 "*Procedura operativa per la valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene degli impianti di trattamento aria*", che fornisce indicazioni pratiche per la valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene degli impianti HVAC e per la pianificazione degli interventi di manutenzione.

Con lo scopo di favorire l'applicazione delle linee di indirizzo ministeriali sull'IAQ nelle scuole, la GARD Italia nel 2013 ha pubblicato il documento: "La qualità dell'aria nelle scuole e rischi per malattie respiratorie e allergiche-Quadro conoscitivo sulla situazione italiana e strategie di prevenzione".

In Italia dal 2010 è stato istituito Gruppo di Studio Nazionale sull'Inquinamento Indoor²⁴ coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità e con la partecipazione di esperti del Ministero della Salute, del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), delle Regioni, del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), e dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA). Il gruppo negli anni ha elaborato documenti di riferimento per fornire un pratico contributo alla soluzione dei problemi legati alla complessa tematica della qualità dell'aria indoor.

I documenti del GdS Inquinamento Indoor dell'ISS, intendono promuovere e favorire la progettazione e lo sviluppo di una strategia nazionale sulla qualità della aria indoor, che oggi rappresenta una priorità per il nostro Paese.

Di seguito si riporta l'elenco:

- Rapporti ISTISAN 13/4: Strategie di monitoraggio dei Composti Organici Volatili (COV) in ambiente indoor;
- Rapporti ISTISAN 13/37: Strategie di monitoraggio dell'inquinamento di origine biologica dell'aria in ambiente indoor;

²⁴ <http://old.iss.it/indo/index.php?lang=1&anno=2020&tipo=3>

- Rapporti ISTISAN 13/39: Workshop. Problematiche relative all'inquinamento indoor: attuale situazione in Italia. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 25 giugno 2012. Atti;
- Rapporti ISTISAN 15/4: Workshop. La qualità dell'aria indoor: attuale situazione nazionale e comunitaria. L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento Indoor. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 28 maggio 2014. Atti;
- Rapporti ISTISAN 15/5: Strategie di monitoraggio per determinare la concentrazione di fibre di amianto e fibre artificiali vetrose aerodisperse in ambiente indoor;
- Rapporti ISTISAN 15/25: Parametri microclimatici e inquinamento indoor;
- Rapporti ISTISAN 16/15: Presenza di CO₂ e H₂S in ambienti indoor: conoscenze attuali e letteratura scientifica in materia;
- Rapporti ISTISAN 16/16: Strategie di monitoraggio del materiale particolato PM₁₀ e PM_{2,5} in ambiente indoor: caratterizzazione dei microinquinanti organici e inorganici;
- Rapporti ISTISAN 19/17: Qualità dell'aria indoor negli ambienti sanitari: strategie di monitoraggio degli inquinanti chimici e biologici;
- Rapporti ISTISAN 20/3 Qualità dell'aria indoor negli ambienti scolastici: strategie di monitoraggio degli inquinanti chimici e biologici

La Sfida

- *Una corretta gestione dell'IAQ, deve prevedere, oltre a standard e valori guida di qualità dell'aria, anche interventi integrati con altre importanti iniziative di sanità pubblica, quali campagne di comunicazione e di educazione sanitaria e ambientale.*
- *L'efficienza energetica e la qualità dell'aria interna devono andare di pari passo.*

La soluzione

- *Propugnare l'attuazione di un Piano nazionale per la tutela e la promozione della salute negli ambienti indoor, con particolare attenzione agli ambienti frequentati dai gruppi più vulnerabili (bambini, anziani e malati cronici).*
- *Regolamentare l'uso degli impianti di riscaldamento domestico e promuovere l'utilizzo di impianti a bassa emissione.*
- *Le strategie messe in atto per migliorare l'efficienza energetica degli edifici devono essere compatibili con una buona IAQ, assicurando un adeguato ricambio d'aria e ponendo attenzione ai materiali utilizzati per l'efficientamento energetico*

9. Obiettivo strategico: Sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la promozione della salute e la prevenzione per creare ambienti di vita e di lavoro sani e sicuri

E' dimostrato che efficaci strategie di prevenzione intersettoriali, per ridurre i rischi ambientali negli ambienti di vita e di lavoro, possono contribuire a ridurre in modo significativo il carico di malattia, soprattutto per malattie cardiovascolari, respiratorie e tumori, ed al tempo stesso ridurre i costi sanitari legati a queste patologie.

La responsabilità e gli strumenti per affrontare molti determinanti ambientali della salute sono al di fuori del controllo diretto del solo settore sanitario; pertanto, la collaborazione tra il settore sanitario e gli altri settori non sanitari è vista come uno strumento fondamentale per la protezione ed il miglioramento della salute, in stretta relazione con gli obiettivi dell'Agenda 2030 dell'UNEP e gli obiettivi dell'Accordo di Parigi del 2015 sul clima, ponendo la massima attenzione ai gruppi più vulnerabili e ai settori più svantaggiati.

Attuando il modello di *governance "health in all policies"*, coerente con gli obiettivi dell'Agenda 2030, e l'approccio "*One health*" (intersettoriale multidisciplinare e collaborativo), l'istituzione sanitaria può svolgere un importante ruolo di *advocacy* per orientare i diversi stakeholder verso scelte che abbiano conseguenze positive sulla salute e migliorare la sostenibilità dei sistemi socio-assistenziali, promuovendo stili di vita e condizioni ambientali salutari. In particolare, *l'approccio "one health", riconoscendo che la salute delle persone è interconnessa a quella degli animali e degli ecosistemi, promuove una maggiore integrazione e coordinamento tra le diverse reti in ambito sanitario, ambientale, faunistico, agroalimentare, decisori istituzionali ed esperti dello sviluppo sostenibile.*

Riconducibile a questo modello è l'approccio "*Urban health*", il quale si fonda sul presupposto che le caratteristiche dei contesti urbani e le qualità dell'ambiente costruito siano di fondamentale importanza per la promozione di stili di vita corretti e salutari e di condizioni ambientali non a rischio per la salute.

I contesti urbani possono offrire molteplici opportunità, ma anche elevati rischi di esposizione a inquinanti dell'aria, inquinamento acustico, stress, sedentarietà, ecc., con effetti negativi sulla salute. Le città inoltre consumano enormi risorse per garantire adeguate forniture di prodotti alimentari, fonti energetiche (combustibili fossili in particolare) e per smaltire i rifiuti, da cui possono derivare conseguenze ambientali negative (es. accumulo di gas serra, riduzione dell'ozono stratosferico, degrado del territorio, ecc.) e cambiamenti dannosi per la salute.

In Italia il 37% della popolazione risiede nelle 14 città metropolitane. La pianificazione urbanistica può diventare, quindi, uno strumento fondamentale ai fini della tutela e promozione della salute individuale e collettiva. Ogni decisione presa nel settore urbanistico può, infatti, contribuire sia a promuovere o, al contrario, nuocere alla salute sia a favorire il benessere dei cittadini. Nell'ambito della pianificazione urbana, alcuni strumenti di valutazione possono rappresentare un utile supporto alla riduzione degli impatti negativi dello sviluppo urbano. Tra questi, in primo luogo, la Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA). Essa rappresenta uno strumento di supporto decisionale tecnico-politico ed è finalizzata ad individuare, descrivere e quantificare gli effetti che un determinato progetto od opera può produrre sull'ambiente, in particolare sulla popolazione residente. Accanto alla VIA, esiste la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) che mira ad un livello più alto, cioè a valutare gli effetti di piani, programmi e politiche sul territorio. Con la VAS si cerca di garantire uno sviluppo sostenibile, minimizzando gli effetti negativi sull'ambiente e sulla salute e massimizzando le ricadute positive derivanti dall'attuazione di tali Piani e o programmi. La valutazione di impatto sanitario (VIS) è definita dall'OMS come la combinazione di procedure, metodi e strumenti utili a valutare i potenziale, talvolta non intenzionali, effetti che una politica, un piano, un programma od un progetto hanno sulla salute di una popolazione e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione stessa. Essa identifica le azioni più appropriate per gestire e ridurre questi effetti. In questi ultimi anni, la VIS è diventato uno strumento valutativo sempre più usato nei procedimenti di sviluppo del territorio.

Il Ministero della Salute ha istituito, presso la Direzione Generale della Prevenzione sanitaria, con DD del 10 aprile 2018, un Tavolo di lavoro sulla "Urban Health", in cui sono coinvolti i principali *stakeholder* attualmente in campo sul tema, con l'obiettivo di produrre un documento di indirizzo che mira ad ottimizzare le politiche di pianificazione urbanistica in un'ottica di sanità pubblica, con particolare riferimento alla promozione della salute e dei corretti stili di vita.

La sfida

L'urbanizzazione e l'invecchiamento della popolazione pongono importanti sfide per la salute nelle città che riguardano, in particolare, la qualità dell'aria, la lotta ai CC ed il miglioramento della qualità della vita.

La soluzione

Una buona pianificazione dell'assetto urbano, il miglioramento della circolazione stradale, la riqualificazione di zone degradate, la creazione di spazi verdi, di piste pedonali e ciclabili e di percorsi casa-scuola, casa-lavoro sono misure efficaci per ridurre l'inquinamento dell'aria, promuovere l'attività fisica delle persone, favorire la socializzazione, contribuendo a ridurre le malattie croniche non trasmissibili

10. Obiettivo strategico: Promuovere la sostenibilità ambientale e l'adattamento del sistema sanitario in relazione ai cambiamenti climatici ed all'inquinamento atmosferico

Il settore sanitario deve contribuire direttamente alle politiche di sostenibilità ambientale e di mitigazione dei CC, facendosi promotore di consumi verdi, di una gestione più efficiente dei sistemi sanitari, realizzando i migliori risultati in termini di risparmio dei consumi energetici e riduzione degli sprechi. In Italia, da alcuni anni, attraverso finanziamenti europei, regionali e ministeriali, molte strutture sanitarie hanno iniziato a percorrere la strada dell'efficientamento energetico. Molti ospedali e strutture sanitarie hanno già adottato nuove tecnologie per produrre energia, come i pannelli fotovoltaici ed altre tecnologie a favore di un maggior risparmio energetico.

Il settore sanitario deve sviluppare meccanismi e capacità di adattamento per far fronte alla possibilità di far emergere rapidamente problemi di salute legati ai cambiamenti climatici ed a determinanti ambientali come l'inquinamento atmosferico, attraverso:

- potenziamento dei sistemi integrati di prevenzione ambientale e sanitaria per contrastare danni diretti e rischi per la salute emergenti clima-sensibili ed implementazione dei sistemi di sorveglianza rapida con funzioni di risposta (*early warning systems*);
- promozione dell'uso di tecnologie e materiali resilienti per la prevenzione di danni diretti alle strutture sanitarie da eventi avversi;

- promozione dello sviluppo di conoscenze e dell'integrazione delle competenze tra gli operatori della salute e dell'ambiente sulla sorveglianza epidemiologica, la valutazione di impatto sanitario da esposizione a fattori ambientali antropici e naturali, la comunicazione e la gestione integrata dei rischi;
- miglioramento delle competenze e delle conoscenze degli operatori della sanità pubblica sui fattori di rischio ambientali, la comunicazione del rischio e le modalità di condurre valutazioni appropriate, utilizzando il modello della VIS;
- implementazione delle reti di "medici sentinella" (medici di medicina generale, MMG e , pediatri di libera scelta, PLS) per la sorveglianza delle malattie correlate all'ambiente e con funzioni di interlocuzione con altri stakeholder nelle tematiche clima, ambiente e salute;
- promozione e sostenimento della ricerca scientifica sull'efficacia, il costo e le implicazioni economiche e sanitarie dei CC e dell'inquinamento atmosferico.

Certamente, un compito strategico del sistema sanitario (in particolare dei MMG e PLS) è soprattutto quello di *promuovere il cambiamento degli stili di vita*, affinché diventino vantaggiosi per la salute, per l'ambiente e l'intero ecosistema (ecosostenibili).

La sanità pubblica deve valorizzare l'approccio "One Health" condiviso da medici, veterinari ed altri professionisti per monitorare i rischi per la salute e le modalità per contenerli; aggiornare le conoscenze sulla diffusione delle malattie fra gli uomini, gli animali, l'ambiente naturale e sociale in un contesto di globalizzazione e di mutamento del clima globale.

A tal fine sono fondamentali **specifici interventi formativi del personale sanitario**, in particolare dei dipartimenti di prevenzione e delle cure primarie, MMG e PLS, ma anche medici specialisti in malattie respiratorie, allergiche, cardiovascolari, ecc. sui fattori di rischio ambientali e climatici ed i co-benefici per la salute degli interventi di mitigazione; nonché interventi per una corretta **comunicazione del rischio, sensibilizzazione e informazione alla popolazione**. I medici e gli altri operatori sanitari dovrebbero informare correttamente i cittadini, insegnando loro come dare un significativo contributo alla riduzione dell'inquinamento, come gestire al meglio le risorse domestiche per ridurre gli sprechi (acqua, alimenti), come privilegiare consumi energetici intelligenti (lampadine a basso consumo o a led), come evitare prodotti inquinanti e come contribuire al trasporto sostenibile ecc.

La presenza ed il ruolo *delle associazioni dei pazienti e delle loro famiglie* è diventata nel tempo di centrale importanza, in quanto veri portatori dei bisogni delle persone più fragili nei confronti delle strutture sanitarie e dei decisori politici. Esse partecipano attivamente – assieme a medici e amministratori – alle scelte di politica sanitaria e al tempo stesso contribuiscono a rendere i pazienti e le loro famiglie "consapevoli" dei rischi ambientali e delle possibilità di evitarli o ridurli attraverso comportamenti corretti e idonee misure di prevenzione.

Il settore sanitario deve promuovere integrazione e sinergia con gli altri settori e gli operatori non sanitari sui temi ambiente e salute e si deve fare promotore di iniziative a favore della ricerca scientifica e dell'innovazione su tali tematiche. L'innovazione è necessaria per monitorare, prevenire e rispondere adeguatamente a rischi ambientali esistenti ed emergenti per la salute; essa, inoltre, può contribuire a migliorare i guadagni di salute legati ad ambienti più sani e sostenibili.

Le conseguenze sulla salute delle ondate di calore possono essere prevenute o ridotte attraverso l'attivazione di sistemi di previsione allarme locali, l'informazione tempestiva e corretta della popolazione e l'adozione di adeguate misure volte a rafforzare la rete sociale e di sostegno alle persone più a rischio. Per essere efficaci le misure di prevenzione devono essere preparate in tempi di non emergenza ed essere attuate tempestivamente all'arrivo delle prime ondate di calore, che sono le più dannose per la salute, soprattutto perché la popolazione non ha ancora attivato i meccanismi naturali di adattamento. Per pervenire agli effetti delle ondate di Calore secondo le indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS, Regione Europea), è necessario essere preparati in previsione delle ondate di caldo che potranno verificarsi nel corso della stagione estiva. A tal fine il Ministero della Salute ha messo appunto il Piano Operativo Nazionale prevenzione degli effetti del caldo²⁵. Attualmente il piano operativo coinvolge 34 città, di cui 27 con un sistema di allarme ed un sistema di sorveglianza sanitaria della popolazione residente. Il sistema centralizzato consente alle autorità locali di pianificare e attuare interventi di prevenzione in base al livello di rischio climatico ed il profilo di rischio della popolazione esposta. Altre componenti rilevanti del piano nazionale sono la costruzione della rete per la comunicazione del rischio ai servizi sociali e sanitari del territorio e la divulgazione dell'informazione alla popolazione sui rischi associati al caldo, sulle misure di prevenzione e sui servizi attivati sul territorio a favore della popolazione più a rischio. A supporto del Piano nazionale è operativo dal 2005 un apposito progetto finanziato nell'ambito del CCM, attraverso specifici accordi di collaborazione con il Dipartimento di Epidemiologia del servizio sanitario della regione Lazio, che fornisce il supporto tecnico per le attività rientranti nel progetto CCM; dal 2018 il Piano Caldo include anche l'inquinamento atmosferico.

²⁵ <http://www.salute.gov.it/portale/caldo/homeCaldo.jsp>

La sfida

Un obiettivo importante è quello di portare la salute all'interno dei temi ambientali, ma anche portare l'ambiente nel cuore dei sistemi sanitari. In altri termini, la salute dovrà essere sempre considerata in tutte le politiche ma anche il settore sanitario dovrà fornire un contributo decisivo al miglioramento dell'ambiente e dell'ecosistema, facendosi promotore di consumi verdi, tecnologie rispettose dell'ambiente e garantendo una gestione più efficiente dei sistemi sanitari dal punto di vista ambientale.

La soluzione

- *Mitigazione: Promuovere la sostenibilità di infrastrutture, impiantistica sanitaria ed arredo verde (Smart and Green Hospital - Care).*
- *Adattamento/Resilienza: Prepararsi e rispondere adeguatamente agli impatti di eventi climatici estremi ed al carico mutevole di malattie emergenti e riemergenti.*
- *Leadership: Promuovere le politiche intersettoriali per proteggere la salute pubblica da CC, inquinamento atmosferico ed altri determinanti ambientali; formare il personale sanitario; informare ed educare la popolazione ed i principali stakeholder sulle tematiche ambiente e salute.*

ALLEGATO 1

Effetti respiratori degli inquinanti atmosferici su bambini ed adolescenti

Inquinante	Fonte	Effetti sulla salute respiratoria
Particolato (PM)	Gruppo eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (traffico, lavorazioni con combustibili, processi industriali) o secondaria (processi di trasformazione chimica e di condensazione di sostanze gassose come solfati e nitrati).	Le particelle più grandi (PM ₁₀) raggiungono le vie aeree superiori, con effetti di tipo prevalentemente irritativo; quelle più piccole (PM _{2,5}) si depositano nelle basse vie aeree e possono causare ostruzione bronchiale, riduzione della funzione respiratoria, asma, aumento del rischio di tumore al polmone. L'esposizione a PM _{2,5} rappresenta il principale fattore di rischio per bronchite asmatica, rino-congiuntivite e sensibilizzazione a pollini nei bambini. In particolare, nei bambini asmatici l'esposizione al PM può aumentare il rischio di bronchite, tosse e catarro cronici, ridurre la funzione polmonare e peggiorare l'infiammazione a carico delle vie aeree.
Ozono (O₃)	Inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni fotochimiche di inquinanti precursori, prodotti dai processi di combustione (ossidi di azoto, idrocarburi, aldeidi). Le reazioni fotochimiche che comportano la produzione di O ₃ sono influenzate da variabili meteorologiche (intensità della radiazione solare, temperatura, velocità e direzione del vento). I livelli di O ₃ aumentano alle alte temperature.	O ₃ provoca irritazione ed infiammazione delle vie aeree, aumento del rischio di tumore al polmone. Nei bambini l'esposizione può comportare comparsa di fiato corto e dolore toracico in caso di inspirazione profonda, sibili e tosse, riduzione della funzione respiratoria ed infezioni respiratorie.
Biossido di azoto (NO₂)	Gas generato dai processi di combustione derivanti da attività industriali, emissioni di veicoli a motore, riscaldamento degli ambienti e da processi naturali (eruzione di vulcani, incendi boschivi).	Gli effetti a lungo termine da esposizione ad elevati livelli di NO ₂ comprendono: aumentata incidenza di patologie respiratorie ed aumentata suscettibilità ad infezioni, incremento dei sintomi di bronchite e ridotta funzione polmonare nei bambini asmatici.
Biossido di zolfo (SO₂)	Gas che si forma per ossidazione dello zolfo nel corso di processi di combustione di combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, cherosene, carbone), e di processi metallurgici, lavorazione di materie plastiche e carta, desolfurazione di gas naturali e rifiuti.	SO ₂ , anche a piccole dosi, è estremamente irritante per gli occhi e le vie respiratorie. L'esposizione ad alte concentrazioni può peggiorare l'infiammazione delle vie aeree nei soggetti asmatici favorendo la comparsa di tosse, muco, sintomi di bronchite e difficoltà respiratoria, deterioramento della funzione polmonare, aumento del rischio di tumore al polmone.

ALLEGATO 2**Qualità dell'aria atmosferica - Inquadramento normativo**

Il Decreto Legislativo n.155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione ed i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.

Il provvedimento individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e per la redazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria nelle aree nelle quali sono stati superati i valori limite. Le Regioni possono delegare le funzioni di valutazione della qualità dell'aria alle rispettive agenzie regionali per la protezione dell'ambiente. Sono stabilite anche le modalità per la realizzazione o l'adeguamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. Questo percorso ha determinato lo sviluppo di reti di monitoraggio sul territorio di ciascun stato membro dove sono monitorati, con criteri e metodi comuni, i principali inquinanti aerodispersi, per i quali sono noti effetti negativi sulla salute umana a breve e lungo termine ed effetti negativi per gli ecosistemi. Sono stati fissati valori limite e obiettivi di riduzione e l'obbligo di definire piani di miglioramento da attuare nelle zone dove tali limiti non sono rispettati.

Per le zone inquinate, le regioni devono predisporre, tenendo conto dell'inventario delle emissioni presenti sul territorio, un piano di azione e programmi di miglioramento della qualità dell'aria. Per le aree "pulite", affinché restino tali anche in futuro, le regioni devono predisporre, sempre facendo riferimento all'inventario delle emissioni, un piano per il mantenimento della qualità dell'aria ai livelli ottimali.

Valori di riferimento OMS

Inquinante Outdoor	Valore limite Linea guida OMS 2005
PM_{2.5}	10 µg/m ³ media annuale 25 µg/m ³ media delle 24 ore
PM₁₀	20 µg/m ³ media annuale 50 µg/m ³ media delle 24 ore
O₃	100 µg/m ³ media delle 8 ore
NO₂	40 µg/m ³ media annuale 200 µg/m ³ media di 1 ora
SO₂	20 µg/m ³ media delle 24 ore 500 µg/m ³ media di 10 minuti

Valori in base alla Direttiva 2008/50/CE

Inquinante Outdoor	Valore limite Direttiva 2008/50/ec
PM_{2.5}	25 µg/m ³ media annuale
PM₁₀	40 µg/m ³ media annuale 50 µg/m ³ media delle 24 ore
O₃	120 µg/m ³ media delle 8 ore
NO₂	40 µg/m ³ media annuale 200 µg/m ³ media di 1 ora
SO₂	125 µg/m ³ media delle 24 ore 350 µg/m ³ media di 1 ora

Limiti di legge

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
PM ₁₀	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³ (media annua)
	Valore Limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ (da non superare più di 35 giorni per anno civile)
PM _{2,5}	Valore limite	25 µg/m ³ (media annua)
	Obbligo di concentrazione dell'esposizione	20 µg/m ³ (media triennale)
NO ₂	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³ (media annua)
	Valore Limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³ (da non superare più di 18 ore per anno civile)
	Soglia di allarme	400 µg/m ³ (soglia oraria)
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	120 µg/m ³ (massimo della media mobile 8 ore)
	Soglia di informazione	180 µg/m ³ (soglia oraria)
	Soglia di allarme	240 µg/m ³ (soglia oraria)

ALLEGATO 3

Quadro politico, istituzionale di riferimento (non esaustivo)

Contesto europeo e internazionale

Politiche sanitarie

Il Piano di Azione 2013-2020 contro le malattie non trasmissibili dell'OMS ha sottolineato che le conoscenze scientifiche dimostrano che è possibile ridurre in misura considerevole il carico globale di MNCT, attraverso interventi di prevenzione primaria, e ha invitato i governi ad agire per l'abbattimento dei principali fattori di rischio evitabili, tra cui rientrano i fattori ambientali, come l'inquinamento urbano, comprese le emissioni climalteranti, utilizzando fonti energetiche più pulite e sistemi di trasporto urbano più sostenibili, progettando e creando città che favoriscano corretti stili di vita e comunità resilienti ai cambiamenti climatici.

Senza adeguati interventi di prevenzione e controllo delle malattie non trasmissibili, il numero totale annuo di decessi dovuti a tali malattie aumenterà a livello globale fino a raggiungere i 55 milioni entro il 2030.

Nella sessantesima sessione del *Regional Committee* per l'Europa, l'OMS propone il modello di politica **Health 2020** a sostegno di un'azione trasversale al livello di governo e società che possa garantire il raggiungimento di standard migliori di salute e benessere per tutti i cittadini attraverso interventi che vanno ben al di là del settore sanitario, come il miglioramento delle condizioni abitative e dell'ambiente naturale circostante, trasporti sostenibili, miglioramento dell'aria atmosferica (*indoor-outdoor*), i CC, ecc. La valutazione sistematica degli effetti sulla salute di un ambiente in rapido cambiamento – particolarmente in relazione alle tecnologie, al lavoro, alla produzione energetica ed all'urbanizzazione e le variazioni climatiche – è ritenuta essenziale, e deve essere seguita dall'adozione di strategie di prevenzione efficaci che devono garantire benefici per la salute.

Dal 2010 l'Unione europea si è dotata di un quadro strategico "**Europa 2020**" finalizzato a migliorare la salute e il benessere all'interno della Regione Europea, affrontando le principali sfide per la salute, in primis l'inquinamento ambientale, con approcci integrati e strategie intersettoriali di promozione della salute. La Strategia 2020 sostiene ed incoraggia i ministri della Salute affinché esercitino il loro ruolo di *advocacy* per stimolare tutti i portatori di interesse ad uno sforzo condiviso, finalizzato ad affrontare al meglio le complesse sfide sanitarie del 21° secolo, tra cui i CC e l'inquinamento atmosferico.

Ambiente e salute

La Quinta Conferenza ministeriale sull'Ambiente e Salute della regione Europea dell'OMS (Parma 2010) ha focalizzato l'attenzione su salute, inquinanti chimici, inquinamento dell'aria e CC. In particolare, il documento "*Protecting health in an environment challenged by climate change*" propone un quadro europeo d'azione per fronteggiare i nuovi rischi correlati ai CC e proteggere la salute dei gruppi più vulnerabili della popolazione, tra cui in prima linea: gli anziani, i pazienti con BPCO, gli asmatici e gli allergici.

Gli impegni di Parma sono stati confermati e rafforzati ulteriormente in occasione della **Sesta Conferenza ministeriale sull'Ambiente e Salute dell'OMS/Euro** (Ostrava 2016) che porta all'attenzione i seguenti punti cruciali:

- la necessità di lottare contro il degrado ambientale, l'inquinamento atmosferico, i CC, l'esposizione ai prodotti chimici pericolosi e la destabilizzazione degli ecosistemi, fattori che aggravano le disuguaglianze sociali;
- la necessità di intraprendere azioni di sistema, intersettoriali, mettendo al centro la prevenzione, ponendo la massima attenzione alle conseguenze per i settori e gruppi sociali svantaggiati;
- la necessità di condividere la responsabilità con tutti i livelli di governo, coinvolgendo i cittadini ed i portatori di interesse, con azioni estese sul territorio, dentro e fuori i propri confini e proiettate su scale temporali lunghe;
- la necessità di integrare gli obiettivi di salute in tutte le politiche, in linea con gli obiettivi dell'AGENDA 2030 dell'UNEP (Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente) e con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi sul clima del 2015.

Clima e Sviluppo sostenibile

L'Accordo sul Clima di Parigi del 2015 e l'Agenda 2030 rappresentano due quadri di riferimento fondamentali per contrastare i cambiamenti climatici e guidare il mondo verso un modello di sviluppo più sostenibile. Questa sfida richiede un cambiamento radicale nei modelli di produzione e consumo.

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità, sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals – SDGs*) riguardanti tutte le dimensioni della vita umana e del pianeta, che dovranno essere raggiunti entro il 2030, per contribuire allo sforzo di portare il mondo su un sentiero di sostenibilità e di benessere. In particolare: SDGs 3: “*garantire una vita sana e promuovere il benessere per tutti e a tutte le età*”; SDGs 11, “*rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili*” e SDGs 13 “*integrare nelle politiche, nelle strategie e nei piani nazionali le misure di contrasto ai cambiamenti climatici*”. Nel contesto dell'Agenda 2030 si considerano i benefici per la salute di un'economia a bassa emissione di carbonio ed i benefici collaterali delle politiche ambientali per la salute. Quasi tutti gli obiettivi hanno una forte dimensione urbana, considerando che nel 2010 la popolazione urbana mondiale ha superato quella rurale. In Europa la popolazione urbana sfiora il 70% di quella complessiva.

La prima Conferenza mondiale dove furono affrontati in modo esteso i problemi legati al cambiamento del clima fu organizzata dalle Nazioni Unite nel 1992 a Rio de Janeiro, in Brasile dove venne adottata la “**Convenzione quadro dell'ONU sui cambiamenti climatici (UNFCCC)**”, un trattato che indicava la necessità negli anni seguenti di adottare protocolli con regole e limiti sulle emissioni di gas serra. Il trattato entrò in vigore nel 1994 e fu la base per i successivi incontri che portarono all'approvazione del primo protocollo, firmato nel 1997 a Kyoto.

L'obiettivo fondamentale del **Protocollo di Kyoto**, entrato effettivamente in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia, è quello di ridurre le emissioni di gas inquinanti derivanti dall'attività umana: anidride carbonica, metano, ossido di azoto, esafluoruro di zolfo, perfluorocarburi e idrofluorocarburi. Il Protocollo, che ha terminato la sua validità il 31/12/2012, prevedeva una riduzione emissiva da conseguire entro il 2012.

L'Accordo di Parigi sul clima del 2015, raggiunto il 12 dicembre del 2015 alla Conferenza annuale dell'ONU sul riscaldamento globale (COP21), è un nuovo accordo globale sui cambiamenti climatici esteso a tutti i Paesi dell'UNFCCC. L'accordo conferma l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura ben al di sotto dei 2 gradi centigradi rispetto ai livelli pre-industriali e l'impegno a limitare l'aumento di temperatura a 1,5 gradi. Secondo alcuni scienziati, l'obiettivo di 1,5 °C richiederà l'inizio delle "emissioni zero" a partire da un periodo compreso tra il 2030 e il 2050.

Quadro Europeo d'azione per promuovere politiche europee di adattamento ai cambiamenti climatici

Nell'aprile 2013, l'Unione Europea ha formalmente adottato la Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, nella quale sono stati definiti principi, linee-guida e obiettivi della politica comunitaria in materia di adattamento ai CC. La valutazione degli impatti dei CC, la stima della vulnerabilità e l'adattamento sono considerati compiti prioritari per tutti gli Stati membri.

Politiche energetiche

Il **pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei"**, presentato il 30 novembre 2016 dalla Commissione europea, (anche noto come *Winter package o Clean energy package*), comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica. In linea di principio, la programmazione energetica nazionale necessita di un approccio coordinato con gli indirizzi e gli atti di politica energetica adottati all'interno dell'Unione europea. Infatti, l'articolo 194 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione europea (TFUE) introduce una base giuridica specifica per il settore dell'energia, basata su competenze condivise fra l'UE e i Paesi membri.

Inquinamento atmosferico e salute

La Prima Conferenza mondiale sull'inquinamento atmosferico e la salute (Ginevra 2018), in attuazione della risoluzione WHA68.8 della sessantottesima Assemblea mondiale della sanità del 2015, evidenzia la necessità di rafforzare la risposta globale per prevenire malattie e morti premature legate all'inquinamento atmosferico ed ai CC attraverso un approccio integrato e intersettoriale. Ciò contribuirebbe a raggiungere gli obiettivi dell'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile relativi ad alcuni SDGs: SDG3 (benessere e salute per tutti e tutte le età), SDG 7.2 (accesso all'energia pulita), SDG 11.6 (qualità dell'aria nelle città), SDG 11.2 (accesso al trasporto sostenibile) e SDG 13 (lotta ai CC) e l'Accordo di Parigi del 2015 sui CC. La Conferenza ha raccomandato di ridurre il numero annuale di morti per inquinamento atmosferico di due terzi (rispetto ai 7 milioni stimati attualmente) entro il 2030.

Il pacchetto di misure per la qualità dell'aria “Clean Air Policy Package”, adottato dalla Commissione Europea il 18 dicembre 2013, ha lo scopo di migliorare la legislazione esistente e ridurre le emissioni dannose causate dall'industria, dal traffico, dagli impianti di produzione di energia e dall'agricoltura, per tutelare la salute e l'ambiente. Il pacchetto comprende una proposta di direttiva sulla riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici (Direttiva NEC) ed una sulla limitazione di emissioni di specifici inquinanti emessi da impianti di combustione di medie dimensioni.

Tra gli strumenti operativi più importanti presenti nel *Clean Air Programme* c'è il potenziamento della condivisione delle migliori pratiche a livello comunitario: ciò avviene principalmente attraverso i dialoghi bilaterali strutturati con gli Stati denominati **Clean Air Dialogues**.

Contesto nazionale

Il D.Lgs 81/2018, pubblicato nella G.U del 02/07/2018 recepisce la Direttiva 2016/2284 UE, nota anche come direttiva NEC (*National Emission Ceiling*), la quale stabilisce **limiti più severi per le emissioni in atmosfera** di alcuni parametri quali: SO₂, NO_x, COV non metanici, Ammoniaca e Particolato fine.

Il Programma "**Guadagnare salute: rendere facili le scelte salutari**", approvato dal Governo (DPCM 4 maggio 2007), ha come quadro di riferimento la strategia della "Salute in tutte le politiche" (*Health in All Policies*), la quale, seguendo un'ottica trasversale ai fattori di rischio e intersettoriale, promuove politiche in grado di raggiungere i gruppi più a rischio nei luoghi o nei contesti sociali in cui le persone vivono, lavorano o interagiscono tra loro, con lo scopo di ridurre le disparità di salute e favorire modifiche dei comportamenti.

Il Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) 2014 – 2018, approvato in Conferenza Stato Regioni il 14 novembre 2014, ha fatto proprio l'approccio di "Guadagnare salute", per promuovere politiche e azioni integrate per modificare i determinanti sociali. Il Piano prevede strategie di popolazione finalizzate a diffondere e facilitare la scelta di stili di vita sani ed attivi, attraverso programmi di promozione della salute che adottano un approccio trasversale ai determinanti di salute, per ciclo di vita (*life-course*) e setting (scuole, ambienti di lavoro, comunità locali, servizio sanitario). Propone una strategia intersettoriale, ponendo attenzione non solo agli aspetti prettamente sanitari, ma anche ai determinanti ambientali, sociali ed economici della salute, con particolare riguardo ai gruppi sociali particolarmente a rischio di fragilità o di disuguaglianza. Nel Macro Obiettivo (MO) 2.8 "**Ridurre le esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute**" si evidenzia l'importanza di sviluppare conoscenze, competenze e strumenti efficaci per la valutazione preventiva degli impatti sulla salute a supporto delle decisioni, tra cui la Valutazione d'impatto sulla salute (V.I.S.).

Per supportare le Regioni nell'attuazione del MO 2.8, è stata istituita presso la Direzione Generale della Prevenzione sanitaria (DD del 9/11/2017 e s.m.i.) la **Task Force Ambiente e Salute (TFAS)**, tendente alla "Costruzione di una strategia nazionale per il coordinamento e l'integrazione delle politiche e delle azioni nazionali e regionali in campo ambientale e sanitario: individuazione di norme e azioni condivise per la prevenzione, valutazione, gestione e comunicazione delle problematiche ambiente-salute".

Nell'ambito dei **Nuovi Livelli essenziali di assistenza (LEA)**, si è cercato di promuovere strumenti in grado di facilitare l'intervento del settore salute sulla prevenzione ambientale. Il livello della "Prevenzione collettiva e sanità pubblica", infatti include le attività e le prestazioni volte a tutelare la salute e la sicurezza della comunità non solo dai rischi infettivi, ma anche ambientali e dai rischi legati alle condizioni di lavoro e agli stili di vita. In particolare, i programmi per la tutela della salute e della sicurezza negli ambienti di vita aperti e confinati includono la valutazione igienico-sanitaria degli strumenti di pianificazione urbanistica, la promozione di progetti/programmi di miglioramento dell'ambiente e di riduzione dell'impatto sulla salute, la valutazione di possibili effetti sulla salute di esposizioni a fattori di rischio ambientali.

Il Protocollo d'Intesa tra Ministero della Salute e l'Associazione Rete Italiana Città Sane dell'OMS è stato siglato l'11 giugno 2015, al fine di promuovere l'integrazione tra i progetti ed i programmi dei Comuni aderenti alla Rete Città Sane con quelli delle Aziende sanitarie e degli altri attori del territorio, per realizzare iniziative condivise per la promozione della salute e lo sviluppo di condizioni ambientali che favoriscano stili di vita sani. Il quadro di riferimento è quello definito dalla Carta di Ottawa del 1986, in cui l'OMS ha ridefinito il concetto di salute ed il suo legame strettissimo con la città.

La **Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)** predisposta su iniziativa del MATTM, approvata con decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015, costituisce il primo passaggio delle politiche nazionali di adattamento ai CC. Individua i principali impatti dei CC per una serie di settori socio-economici e naturali e propone azioni di adattamento che ricadono in tutti i settori e nelle responsabilità di diversi Ministeri. Per dare attuazione a tale strategia, a maggio 2016 è stata avviata l'elaborazione del **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)**, con l'obiettivo ultimo di identificare un set di attività connesse e sinergiche per l'adattamento ai CC.

Dal 2005 il Ministero della Salute coordina il **Piano nazionale di adattamento per le ondate di calore**, che coinvolge 34 città con oltre 200.000 abitanti.

Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), come previsto dal Dlgs 221/2015, definisce il quadro di riferimento nazionale per i processi di pianificazione, programmazione e valutazione di tipo ambientale e territoriale, in attuazione dell'art. 34 del Dlgs 152/2006 e ss.mm.ii., e costituisce lo strumento di coordinamento dell'attuazione dell'Agenda 2030 in Italia. Il medesimo articolo prevede al comma 4 che le Regioni e le Province Autonome approvino le proprie Strategie di sviluppo sostenibile entro un anno dall'approvazione della strategia nazionale, specificando che "le strategie regionali indicano insieme al contributo della regione agli obiettivi nazionali, la strumentazione, le priorità, le azioni che si intendono intraprendere. In tale ambito, le regioni assicurano unitarietà all'attività di pianificazione".

La SNSvS è stata approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017, con Delibera n. 108/2017 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 15 maggio 2018.

L'Italia è stata protagonista nel processo di costruzione, sottoscrizione e lancio della nuova Agenda internazionale in materia di sviluppo sostenibile dal titolo: "Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile" (*Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*), adottata al Vertice delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile del settembre 2015, alla presenza del Presidente del Consiglio.

Misure urgenti per migliorare la qualità dell'aria e fronteggiare i cambiamenti climatici-Decreto legge 14/10/2019

Nella Gazzetta Ufficiale del 14 ottobre 2019, è stato pubblicato il Decreto legge 14/10/2019, n. 111 "Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229. Il Decreto Legge prende atto della necessità e dell'urgenza di adottare una politica strategica nazionale che permetta di fronteggiare l'emergenza climatica, anche sulla base dei lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC, in ambito Nazioni Unite, che evidenziano come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature e le emissioni di CO2 continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su numerose aree del pianeta e sulla salute pubblica. Su tali basi, in coerenza con gli impegni derivanti dalla normativa europea, sono previste misure straordinarie per consentire il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, in relazione a cui l'Unione europea ha aperto nei confronti dell'Italia due procedure d'infrazione (nn. 2014/2147 e 2015/2043), anche alla luce degli impegni assunti dal Governo italiano e dalle Regioni e dalle Province autonome con il Protocollo "Aria Pulita" firmato il 4 giugno 2019 a Torino.

A tal fine il decreto 241/2019 promuove misure per incentivare la mobilità sostenibile nelle aree metropolitane, intervenendo sul fronte della domanda di servizi di trasporto pubblico urbano ecocompatibili in grado di garantire il diritto di muoversi dei cittadini, limitando l'impiego dei più inquinanti veicoli privati. Sono previste «Disposizioni per la promozione del trasporto scolastico sostenibile», volte ad incentivare il ricorso agli scuolabus, con specifico riferimento a quelli a basse emissioni per le scuole dell'infanzia, primarie e secondarie di primo grado, ricadenti nell'ambito dei comuni soggetti a procedura di infrazione in materia di qualità dell'aria.

Inoltre, il DL istituisce un programma sperimentale di messa a dimora di alberi, di reimpianto e di silvicoltura a favore delle città metropolitane e ribadisce l'obbligo della pubblicità dei dati ambientali, in attuazione della Convenzione di Aarhus: fermo restando il diritto di accesso diffuso dei cittadini singoli e associati alle informazioni ambientali, gli enti pubblici ed i concessionari di servizi pubblici devono pubblicare anche i dati ambientali risultanti da rilevazioni effettuati dai medesimi ai sensi della normativa vigente.

Bibliografia

Parte A: riviste scientifiche

1. Alessandrini ER, Stafoggia M, Faustini A, et al; EpiAir2 Study Group. Association Between Short-Term Exposure to PM_{2.5} and PM₁₀ and Mortality in Susceptible Subgroups: A Multisite Case-Crossover Analysis of Individual Effect Modifiers. *Am J Epidemiol* 2016; 184:744-754.
2. Alessandrini ER, Faustini A, Chiusolo M, et al; Gruppo collaborativo EpiAir2. Air pollution and mortality in twenty-five Italian cities: results of the EpiAir2 Project. *Epidemiol Prev* 2013;37(4-5):220-9.
3. Amano T, Smithers RJ, Sparks TH, Sutherland WJ. A 250-year index of first flowering dates and its response to temperature changes. *Proceedings of the Royal Society B* 2010; 277, 1693.
4. Andersen ZJ, Pedersen M, Weinmayr G, et al. Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of brain tumor: the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Neuro Oncol* 2018;20:420-432.
5. Balbus JM, Barouki R, Birnbaum LS, et al. Early-life prevention of non-communicable diseases. *Lancet* 2013;381:3-4.
6. Basagaña X, Jacquemin B, Karanasiou A, et al; MED-PARTICLES Study group. Short-term effects of particulate matter constituents on daily hospitalizations and mortality in five South-European cities: results from the MED-PARTICLES project. *Environ Int* 2015;75:151-8.
7. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA III, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010;121:2331-2378.
8. Brook RD, Cakmak S, Turner MC, et al. Long-term fine particulate matter exposure and mortality from diabetes in Canada. *Diabetes Care* 2013;36:3313-3320.
9. Cesaroni G, Forastiere F, Stafoggia M, et al. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project. *BMJ* 2014;348:f7412.
10. Cilluffo G, Ferrante G, Fasola S, et al. Associations of greenness, greyness and air pollution exposure with children's health: a cross-sectional study in Southern Italy. *Environ Health* 2018;17:86.
11. Colais P, Serinelli M, Faustini A et al; Gruppo collaborativo EpiAir. Air pollution and urgent hospital admissions in nine Italian cities. Results of the EpiAir Project. *Epidemiol Prev* 2009;33(6) Suppl 1:77-94.
12. Costello A, Abbas M, Allen A, et al. Managing health effects of climate change. *Lancet and University College London Institute for Global Health Commission*. *Lancet* 2009; 373:1693-1733.
13. D'Amato G, Vitale C, D'Amato M, et al. Thunderstorm related asthma: what happens and why. *Clin Exp Allergy* 2016 ;46:390-6.
14. D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R, et al. 117. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organ J* 2015;8:25.
15. Di Q, Dai L, Wang Y, et al. Association of Short-term Exposure to Air Pollution With Mortality in Older Adults. *JAMA* 2017 ;318:2446-2456.
16. Farchi S, Lapucci E, Michelozzi P. Riduzione del consumo di carne e delle emissioni di gas serra e benefici per la salute in Italia. *Epidemiol Prev* 2015; 39:308-313.
17. Friel S, Marmot M, Michael A, et al. Global health equity and climate stabilization: a common agenda. *Lancet* 2008; 372: 1677-1683.
18. Fuks KB, Weinmayr G, Basagaña X, et al. Long-term exposure to ambient air pollution and traffic noise and incident hypertension in seven cohorts of the European study of cohorts for air pollution effects (ESCAPE). *Eur Heart J* 2017;38:983-990.
19. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018;392(10159):1923-1994.
20. Gronlund CJ, Berrocal VJ, White-Newsome JL, et al. Vulnerability to extreme heat by socio-demographic characteristics and area green space among the elderly in Michigan, 1990-2007. *Environ Res.* 2015 Jan;136:449-61.
21. Haines A, McMichael AJ, Smith KR, et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet* 2009; 374(9707):2104-2114.

22. Khreis H, Kelly C, Tate J, et al. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int* 2017;100:1-31.
23. Lagorio S, Forastiere F, Pistelli R, et al. Air pollution and lung function among susceptible adult subjects: a panel study. *Environ Health* 2006;5:11.
24. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 391(10119):462-512.
25. Leclercq C, Arcella D, Piccinelli R, et al. Indagine INRAN. The Italian National Food Consumption Survey INRAN-SCAI 2005-06: main results in terms of food consumption. *Public Health Nutr* 2009; 12: 2504-32.
26. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, et al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur Heart J* 2019;40:1590-1596.
27. Li C, Zeng L, Dibley MJ, et al. Evaluation of socio-economic inequalities in the use of maternal health services in rural western China. *Public Health* 2015;129(9):1251-7.
28. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380:2224–2260.
29. Luyten LJ, Saenen ND, Janssen BG, et al. Air pollution and the fetal origin of disease: A systematic review of the molecular signatures of air pollution exposure in human placenta. *Environ Res* 2018;166:310-323.
30. Maio S, Baldacci S, Carrozzi L, et al. Urban residence is associated with bronchial hyperresponsiveness in Italian general population samples. *Chest* 2009;135:434-41.
31. Maio S, Baldacci S, Carrozzi L, et al. Respiratory symptoms/diseases prevalence is still increasing: a 25-yr population study. *Respir Med* 2016;110:58-65.
32. Maio S, Baldacci S, Carrozzi L, et al. 18-yr cumulative incidence of respiratory/allergic symptoms/diseases and risk factors in the Pisa epidemiological study. *Respir Med* 2019;158:33-41.
33. Marinaccio A, Scortichini M, Gariazzo C, et al. Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy. *Environ Int.* 2019;133(Pt A):105176.
34. Michelozzi P, Lapucci E, Farchi S. Politiche di riduzione del consumo di carne in Italia: contrasto ai cambiamenti climatici e benefici per la salute. *Recenti Prog Med* 2015; 106: 354-357.
35. Milner J, Green R, Dangour AD, et al. Health effects of adopting low greenhouse gas emission diets in the UK. *BMJ open* 2015; 5: e007364.
36. Münzel T, Sørensen M, Gori T, et al. Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part II mechanistic insights. *Eur Heart J* 2017;38:557–564.
37. Münzel T, Gori T, Al-Kindi S, et al. Effects of gaseous and solid constituents of air pollution on endothelial function. *Eur Heart J* 2018;39:3543–3550.
38. Nemet, GF, Holloway T, and Meier P. Implications of incorporating air-quality co-benefits into climate change policymaking, *Environmental Reseach Letters* 2010; 5: 014007.
39. Patella V, Florio G, Magliacane D, et al. Urban air pollution and climate change: "The Decalogue: Allergy Safe Tree" for allergic and respiratory diseases care. *Clin Mol Allergy* 2018 ;16:20.
40. Petruzzelli S, Celi A, Pulerà N, et al. Serum antibodies to benzo(a)pyrene diol epoxide-DNA adducts in the general population: effects of air pollution, tobacco smoking, and family history of lung diseases. *Cancer Res* 1998;58(18):4122-6.
41. Pope CA III, Turner MC, Burnett RT, et al. Relationships between fine particulate air pollution, cardiometabolic disorders, and cardiovascular mortality. *Circ Res* 2015;116:108–115.
42. Pozzer A, de Meij A, Pringle KJ, et al. Distributions and regional budgets of aerosols and their precursors simulated with the EMAC chemistry-climate model. *Atmos Chem Phys* 2012;12:961–987.
43. Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol* 2013 ;14:813-22.
44. Renzi M, Stafoggia M, Faustini A, et al. Analysis of Temporal Variability in the Short-term Effects of Ambient Air Pollutants on Nonaccidental Mortality in Rome, Italy (1998-2014.) *Environ Health Perspect* 2017; 125:067019.
45. Samoli E, Atkinson RW, Analitis A, et al. Associations of short-term exposure to traffic-related air pollution with cardiovascular and respiratory hospital admissions in London, UK. *Occup Environ Med* 2016; 73:300-7.
46. Sarno G, Maio S, Simoni M, et al. Inquinamento atmosferico e salute umana - II edizione. *Epidemiol Prev* 2013; 37(4-5), luglio-ottobre. http://www.epiprev.it/materiali/2013/EP4-5/EP_4-5_S2_EpiAir.pdf
47. Smith KR, Frumkin H, Balakrishnan K, et al. Energy and Human Health. *Annu Rev Public Health* 2013;34:159-88.

48. Stafoggia M, Forastiere F, Faustini A, et al. Susceptibility Factors to Ozone-related Mortality A Population-based Case-Crossover Analysis. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 182:376-84.
49. Stafoggia M, Cesaroni G, Peters A, et al. Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of cerebrovascular events: results from 11 European cohorts within the ESCAPE project. *Environ Health Perspect* 2014;122:919-25.
50. Stafoggia M, Bellander T, Bucci S, et al. Estimation of daily PM10 and PM2.5 concentrations in Italy, 2013–2015, using a spatiotemporal land-use random-forest model. *Environ Int* 2019; 124:170-179.
51. The Lancet Series, Health and climate change 2009. <http://www.the.lancet.com/series/health-and-climate-change>
52. The Lancet Commission on Health and Climate Change: Policy Responses to Protect Public Health 2015. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)
53. Thurston GD, Kipen H, Annesi-Maesano I, et al. A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *Eur Respir J* 2017;49(1).
54. Viegi G, Pedreschi M, Baldacci S, et al. Prevalence rates of respiratory symptoms and diseases in general population samples of North and Central Italy. *Int J Tuberc Lung Dis*. 1999;3:1034-42.
55. Wang B, Xu D, Jing Z, et al. Effect of long-term exposure to air pollution on type 2 diabetes mellitus risk: a systemic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Endocrinol* 2014;171:R173–R182.
56. Watts N, Adger WN, Agnolucci P, et al. Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet* 2015;386:1861-914.
57. Wilkinson P, Smith KR, Davies M, Adair H, Armstrong BG, et al. Public health benefits to strategies to reduce greenhouse-gas emissions: household energy. *Lancet* 2009; 374(9705):1917-29.

Bibliografia

Parte B: *siti istituzionali*

1. Agenda 2030 per uno sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite - “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”, adottata il 25 settembre 2015.
2. Commissione europea. Tasso di riciclaggio dei rifiuti urbani. COM(2018) 656.
3. Corte dei conti Europea Relazione Speciale n. 23/2018: Inquinamento atmosferico: la nostra salute non è ancora sufficientemente protetta www.eca.europa.eu.
4. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:en:pdf>
5. Direttiva del Presidente del consiglio dei Ministri 16 marzo 2018, “Indirizzi per l’attuazione dell’Agenda 2030 delle Nazioni Unite e della Strategia Nazionale per lo sviluppo sostenibile” Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 15-giugno 2018 Serie Generale n.1.
6. D. Lgs. del 13.08.2010 n. 155, “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
7. European Commission, The Clean Air Package, 2013. <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0918:FIN:EN:PDF>
8. European Court of Auditors (ECA). Relazione speciale n. 23/2018: Inquinamento atmosferico: la nostra salute non è ancora sufficientemente protetta. <https://www.eca.europa.eu/it/Pages/NewsItem.aspx?nid=10750>
9. EU adaptation strategy, impact assessment. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/swd_2013_136_en.pdf
10. European Environment Agency. Air quality in Europe – 2015 report. <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2015>
11. European Environment Agency, Air quality in Europe - 2016 report. <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016>
12. European Environment Agency, Air quality in Europe – 2019 report, EEA Report – No. 10/2019, ISSN 1977-8449, <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
13. European Parliament. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the Governance of the Energy Union, amending Directive 94/22/EC, Directive 98/70/EC, Directive 2009/31/EC, Regulation (EC) No 663/2009, Regulation (EC) No 715/2009, Directive 2009/73/EC, Council Directive 2009/119/EC, Directive 2010/31/EU, Directive 2012/27/EU, Directive 2013/30/EU and Council Directive (EU) 2015/652 and repealing Regulation (EU) No 525/2013- Brussels, 30.11.2016 COM(2016) 759 final 2016/0375 (COD)
14. FAO. World Livestock 2011. Livestock in food security. Rome, FAO, 2011. <http://www.fao.org/3/i2373e/i2373e.pdf>

15. Flisowska J, Gutmann K, Jones D, et al. Europe's Dark Cloud: How Coal-Burning Countries are Making their Neighbours Sick. Environment and Health Alliance. 2016. http://envhealth.org/IMG/pdf/dark_cloud-full_report_final.pdf
16. GARD Italia. La qualità dell'aria nelle scuole e rischi per malattie respiratorie e allergiche - Quadro conoscitivo sulla situazione italiana e strategie di prevenzione". 2013. http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1892_allegato.pdf
17. Health Effects Institute. 2019. State of Global Air 2019. Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute. ISSN 2578-6873 © 2019 Health Effects Institute https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga_2019_report.pdf
18. IEA/OECD. Redrawing the Energy Climate Map. 2013. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_Special_Report_2013_Redrawing_the_Energy_Climate_Map.pdf
19. INAIL. Contaminazione Fungina in Ambienti Indoor: Rischi per la Salute Occupazionale, 2017. <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-contaminazione-fungina-in-ambienti-indoor.pdf>
20. Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (INRAN). "Linee Guida per una Sana Alimentazione Italiana", 2003, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. <http://www.fao.org/3/a-as686o.pdf>
21. IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
22. IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 688.
23. IPCC, 2018 Special report global warming of 1.5 °C: above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, IPCC 2018. Summary for Policymakers. (IPCC, WMO / UNEP) <http://ipcc.ch/report/sr15/>.
24. ISTAT. Rapporto Bes 2018: Il Benessere Equo e Sostenibile In Italia. <https://www.istat.it/it/archivio/224669>
25. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), 2017. https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/adattamenti_climatici/documento_pnacc_luglio_2017.pdf
26. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Protocollo d'intesa per migliorare la qualità dell'aria, incoraggiare il passaggio a modalità di trasporto pubblico a basse emissioni, https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/Galletti/smog/protocollo%20matt-anci-conf.regioni.pdf
27. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC). http://www.pdc.minambiente.it/sites/default/files/allegati/Strategia_nazionale_adattamento_cambiamenti_climatici.pdf
28. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile - presentata al Consiglio dei Ministri il 2 ottobre 2017 e approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017. <https://www.minambiente.it/pagina/la-strategia-nazionale-lo-sviluppo-sostenibile>
29. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Comitato per lo Sviluppo del Verde Pubblico. 2017. Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano. https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/lineeguida_finale_25_maggio_17.pdf
30. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. "Piano d'azione per il miglioramento della qualità dell'aria" https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/cleanair_dialogues/protocollo-cleanair.pdf
31. Pachauri RK, Allen MR, Barros VR, et al. Climate Change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://epic.awi.de/id/eprint/37530/1/IPCC_AR5_SYR_Final.pdf
32. OECD/IEA, 2015. International Energy Agency. Energy and Climate Change: World Energy Outlook Special Briefing for COP21. https://www.iea.org/media/news/WEO_INDC_Paper_Final_WEB.PDF
33. OECD. Investing in Climate, Investing in Growth, OECD Paris. 2017. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264273528-en>
34. Review of evidence on health aspects of air pollution. REVIHAPP Project Technical Report 2013. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>

35. UK-Health-Alliance "A-Breath-of-Fresh-Air-Final-Report".
<http://www.ukhealthalliance.org/wpcontent/uploads/2016/10/UK-Health-Alliance-A-Breath-of-Fresh-Air-Final-Report.pdf>
36. UNFCCC, 2015. Historic Paris Agreement on Climate Change. <http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/finale-cop21/>
37. UN Climate Change Annual Report 2018 - unfccc <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UN-Climate-Change-Annual-Report-2018.pdf>
38. United Nations Framework convention on Climate Change. 98.97. Framework convention on climate change. New York: United Nations; 1992 (FCCC/INFORMAL/84) <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
39. U.S. Environmental Protection Agency. Climate changes and children's health. 2014. https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/ochp_climate_brochure.pdf
40. Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute in Italia (Progetto VIIAS). www.viias.it
41. WHO/FAO. Expert Consultation. World Health Organization, 2002 .Amine E, Baba N, Belhadj M, et al. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO https://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/gsfao_introduction.pdf
42. WHO. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. 2016. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequen>
43. WHO. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf
44. WHO. Circular economy and health: opportunities and risks, 2018. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/circular-economy-and-health-opportunities-and-risks-2018>
45. WHO. Climate change. <http://www.who.int/globalchange/en/>
46. WHO. Climate change and health. 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en>
47. WHO. COP24 special report: health and climate change. 2018. ISBN 978-92-4-151497-2. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276405/9789241514972-eng.pdf>
48. WHO. Declaration of the 6th Ministerial Conference on Environment and health http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0007/341944/OstravaDeclaration_SIGNED.pdf?ua=1
49. WHO. Don't pollute my future! The impact of the environment on children's health. 2017. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254678/1/WHO-FWC-IHE-17.01-eng.pdf?ua=1>
50. WHO. Energy and Health. 2005. <http://www.who.int/indoorair/publications/energyhealthbrochure.pdf?ua=1>
51. WHO. Environmentally sustainable health systems: a strategic document (2017) <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/public-health-services/publications/2017/environmentally-sustainable-health-systems-a-strategic-document-2017>
52. WHO. Fact sheets on the sustainable development goals, health targets <http://www.euro.who.int/en/mediacentre/sections/fact-sheets/2017/fact-sheets-on-sustainable-development-goals-health-targets>
53. WHO. Global report on urban health. 2016. <http://www.who.int/kobe-centre/measuring/urban-global-report/2016/en/summary.html>
54. WHO. Global Status Report on noncommunicable diseases, Geneva, 2014. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/148114/9789241564854_eng.pdf
55. WHO. Heat health action plans 2008. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf
56. WHO. Household air pollution and health 2018. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/>
57. WHO. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. 2017. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254677/1/9789241511773-eng.pdf?ua=1>
58. WHO. Physical activity. Fact sheet N° 385. February 2014. http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2177_ulterioriallegati_ulterioreallegato_0_alleg.pdf
59. WHO. Political Declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases. 2011. http://www.who.int/nmh/events/un_ncd_summit2011/political_declaration_en.pdf
60. WHO Regional Office for Europe. Protecting health in Europe from climate change. 2008, Copenhagen. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0016/74401/E91865.pdf
61. WHO. Report 2008; Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78647/E91843.pdf
62. WHO. REVIHAAP Project: Technical Report, Who Regional office of Europe 2013. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf
63. WHO, Sixty-eight World Health Assembly, 2015. Health and the environment: addressing the health impact of air pollution. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68/A68_18-en.pdf
64. World Health Organization & United Nations. Climate change and health country profile: Italy. World Health Organization, 2018. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260380/WHO-FWC-PHE-EPE-15.52-eng.pdf;jsessionid=7EDDE7AB6B4C891B97EEEE52B4B42341?sequence=1>

