

5 QUALITÀ DELL'ARIA



QUALITÀ DELL'ARIA

S. AGOSTINO
POLYERI 16/50
QUALITÀ' ARIA
DISCRETA



La Miniera del Regale
C
Ceccarelli
LISTE DI NOZZE
ELETTRODOMESTICI - TV-Hi-Fi - BOMBOLE
VIA ROMA, 5 - TEL. (0744) 94089

PIZZICHERIA NORCINERIA
BRUNORI
PRODUZIONE PROPRIA
MATERA, 24 TEL. 0844

Panifci
Pistole
PREMIO NAZIONALE
PALA D'ORO 1983

ALLIANCE
VIA ROMA, 35 - 41 TEL. 0376 / 65171-9000
AS. GAZZANU, 30
CASA 20034
Pasta Sec. Maccheroni Pasta Speciali Laminati
Tel. 0376 13432

MACELLERIA
IL FAGGETO
Coop. Produttori Zootecnici
**CARNE
LOCALE**
VIA DELLA S. PASTORINA, 20 - 41013 MESTE

PEUGEOT

SINTESI

A cura di Giorgio Cattani

L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che ogni anno 4,3 milioni di decessi siano attribuibili nel mondo all'esposizione, prevalentemente in ambienti *indoor*, nei paesi a basso e medio reddito, ad inquinanti emessi nelle attività quotidiane a causa dell'utilizzo di combustibili come legna, carbone e residui organici in apparecchi privi di qualsiasi sistema di abbattimento delle emissioni. Altri 3,7 milioni di decessi sono attribuiti all'inquinamento *outdoor*. In questo caso, il fenomeno riguarda anche i paesi dell'Europa occidentale, gli Stati Uniti e l'Australia, nonostante i progressi ottenuti in queste aree del pianeta nella riduzione delle emissioni di origine industriale e da traffico veicolare.

L'Agenzia Europea per l'Ambiente ha stimato che in Italia, nel 2014, 50.550 morti premature possano essere attribuiti all'esposizione a lungo termine al PM_{2,5}, 17.290 all'NO₂ e 2.900 all'O₃.

In questo quadro si inserisce il paragrafo 5.1 che descrive lo stato della qualità dell'aria nei capoluoghi di provincia italiani nel 2016, riportando anche alcuni indicatori relativi ai primi mesi del 2017.

La lenta riduzione dei livelli di PM₁₀ e NO₂ in Italia, coerente con quanto osservato in Europa nell'ultimo decennio, è il risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del particolato secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca). L'andamento generalmente decrescente delle emissioni è dovuto principalmente alla forte penetrazione del gas naturale sul territorio nazionale in sostituzione di combustibili come carbone e olio, all'introduzione dei catalizzatori nei veicoli, all'adozione di misure volte al miglioramento dei processi di combustione nella produzione energetica e di tecniche di abbattimento dei fumi. Tuttavia, continuano a verificarsi superamenti del valore limite giornaliero del PM₁₀ in molte aree urbane e, per quanto riguarda l'NO₂, del limite annuale, nelle stazioni di monitoraggio collocate in prossimità di importanti arterie stradali.

Nel 2016, il valore limite giornaliero del **PM10** è stato superato in 33 aree urbane; gran parte di queste sono localizzate al Nord, ma anche al Centro-Sud e in Sicilia si registrano superamenti. Il maggior numero di superamenti giornalieri (85) si è avuto a Frosinone. Il valore limite giornaliero del PM₁₀, nel primo semestre del 2017 è superato in 18 aree urbane mentre in 35 aree urbane è stato registrato un numero di giorni di superamento dei 50 µg/m³, tra 10 e 35: si tratta di città dove è alto il rischio che, a fine 2017, il limite giornaliero sarà superato. Nel 2016 il valore limite annuale per l'**NO2** è stato superato in almeno una delle stazioni di monitoraggio di 21 aree urbane, si sono poi registrati più di 25 giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per l'ozono in 38 aree urbane su 91 per le quali erano disponibili dati e il superamento del valore limite annuale per il **PM2,5** (25 µg/m³) in 7 aree urbane su 80.

Nel paragrafo 5.2 viene proposta l'analisi degli indicatori rilevanti ai fini della valutazione dell'esposizione della popolazione urbana agli inquinanti atmosferici in *outdoor*.

Secondo criteri adottati a livello UE, per gli indicatori relativi al particolato atmosferico (**PM10** e **PM2,5**), al **biossido di azoto (NO₂)** e al **benzo(a)pirene (BaP)** sono utilizzati i valori di concentrazione media annua rilevati in stazioni di fondo urbano o in stazioni ritenute comunque rappresentative dei livelli medi di esposizione della popolazione. Emerge chiaramente la notevole distanza dagli obiettivi dell'OMS: l'82% della popolazione nei Comuni considerati risulta infatti esposto a livelli medi annuali superiori al valore guida per il PM₁₀ (20 µg/m³), il 79% a quello del PM_{2,5} (10 µg/m³), il 32% a quello dell'NO₂. Non sorprende dunque il fatto che nelle stime recentemente elaborate dall'Agenzia Europea per l'Ambiente l'Italia figuri tra le nazioni con gli indici di rischio sanitario più elevati.

Il Consiglio Europeo ha previsto nuovi limiti alle emissioni nazionali (*National Emission Ceiling*) con previsione di riduzione dei massimi consentiti in due *step* (a partire dal 2020 e dal 2030) per il PM_{2,5} e i principali precursori del particolato secondario (SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃) che dovranno essere adottati a breve dagli stati membri. L'auspicio è che l'adozione delle misure necessarie per raggiungere gli obiettivi di medio e lungo termine possa determinare un significativo avvicinamento ai valori guida dell'OMS.

Un altro tema di grande interesse sono le pollinosi, ovvero le allergie da polline, e lo studio nelle aree urbane dell'effetto sinergico, sulla salute umana, tra l'allergene presente nei granuli pollinici e l'inquinamento atmosferico. Il paragrafo 5.3 riporta l'analisi dei dati della rete di monitoraggio aerobiologico POLLNET del SNPA e di quelli dell'Associazione Italiana di Aerobiologia che consentono di tener conto anche della componente aerobiologica nelle valutazioni della qualità dell'aria. Per la descrizione generale del fenomeno pollini allergenici aerodispersi, sono stati identificati due indicatori: uno quantitativo (**indice pollinico allergenico, IPA**) e uno temporale (**stagione pollinica allergenica, SPA**). Il primo può essere soggetto a variabilità stagionali anche molto pronunciate, ma le aree caratterizzate da una relativamente alta (o bassa)

presenza di pollini aerodispersi mantengono in ogni caso questa loro caratteristica. I valori più alti si registrano quasi sempre a Lecco, Perugia, Firenze, Bolzano e Trento, mentre quelli più bassi a Genova, Torino, Ravenna o Pescara. Confrontando i dati del 2016 con quelli dei due anni precedenti, si riscontra un incremento medio nazionale della durata delle SPA di circa 4 o 5 giorni rispetto ai valori del 2014 e 2015. Tale incremento riguarda in parti uguali sia l'anticipo dell'inizio che il posticipo della fine della stagione pollinica allergenica. Questo dato è interessante perché indica una variabilità del valore dell'indicatore di certo rilievo non rilevata nell'indice pollinico allergenico (a variare in modo significativo è quindi la sola distribuzione nel tempo dei granuli pollinici e non la loro quantità totale).

Il capitolo è completato dal paragrafo 5.4 che tratta di un altro tema di particolare rilevanza in tema di inquinamento atmosferico indoor ed effetti sulla salute: l'esposizione al radon.

Il radon è un gas naturale radioattivo considerato essere la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di tabacco. Avendo origine principalmente dal suolo, può introdursi negli ambienti confinati (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) raggiungendo in alcuni casi concentrazioni tali da rappresentare una fonte di rischio rilevante per la salute degli occupanti. In Italia si stima che circa 3.400 casi annui di tumore polmonare (su un totale di oltre 30.000) siano attribuibili al radon.

Nel presente Rapporto vengono riportate, per diversi Comuni italiani, le stime dei valori medi di concentrazione di radon ottenute tramite campagne di misura condotte in abitazioni. I Valori medi più alti (oltre 100 Bq/m³) sono stati registrati nelle campagne di misura condotte nelle abitazioni di Udine, Pordenone, Viterbo, Latina, Napoli e Lecce. Tali valori sono utili per scopi di pianificazione territoriale (i valori medi a livello amministrativo - Comune, Provincia, Regione - sono ritenuti essere approssimativamente stabili nel tempo) ma non possono essere usate per stimare la concentrazione di radon in una specifica abitazione a causa della notevole variabilità che si riscontra tra un'abitazione e l'altra anche nello stesso Comune.

L'Italia dovrà recepire entro l'inizio del 2018 la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio in materia di radioprotezione aggiornando l'attuale D.Lgs. 230/95, prevedendo dei livelli di riferimento per la concentrazione media annua di radon non superiori a 300 Bq m⁻³ sia per le abitazioni che per i luoghi di lavoro. Contestualmente dovrà essere aggiornato il Piano Nazionale Radon (Ministero della Salute, 2002) elaborato nel 2002 – che affronti tutti gli aspetti connessi ai rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al radon nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro.

L'obiettivo a lungo termine del Piano Nazionale Radon è quello di ridurre l'incidenza di tumori polmonari attribuibili all'esposizione al radon della popolazione. Tale obiettivo può essere raggiunto attraverso l'adozione combinata di azioni di riduzione della concentrazione di radon negli edifici esistenti, agendo prioritariamente, ma non esclusivamente, nelle aree ove risulta essere più alta la probabilità di avere concentrazioni elevate, e azioni di prevenzione in nuovi edifici, introducendo in fase di costruzione semplici ed economici accorgimenti finalizzati a ridurre l'ingresso del radon. Inoltre, tenendo conto dell'effetto combinato del radon e del fumo di sigaretta – che fa sì che a parità di esposizione al radon il rischio di un fumatore sia molto più elevato di quello di un non fumatore –, l'obiettivo si può raggiungere anche con azioni volte a ridurre il numero di fumatori nella popolazione.

Completa il capitolo un interessante approfondimento che riguarda l'inquinamento dell'aria indoor dovuto all'uso delle vernici da interno e i criteri adottati per limitare l'uso di solventi organici nei preparati messi in commercio.

5.1 QUALITÀ DELL'ARIA

Giorgio Cattani, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Alessandra Gaeta, Gianluca Leone
ISPRA – Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità

Riassunto

È qui riportato lo stato della qualità dell'aria in 119 Comuni italiani nel 2016 e nei primi 6 mesi del 2017 descritto attraverso i dati delle centraline di monitoraggio delle reti regionali e trasmessi dalle ARPA/APPA. Le mappe e tabelle proposte consentono il confronto tra indicatori statistici e valori limite ed obiettivo previsti dalla normativa.

I dati del 2016 mostrano il mancato rispetto del valore limite giornaliero del PM10 in 33 aree urbane tra le 102 per le quali erano disponibili dati (l'agglomerato di Milano contiene i Comuni di Monza e Como e figura come una singola area urbana). Nel 2016 il valore limite annuale per l'NO₂ è stato superato in almeno una delle stazioni di monitoraggio di 21 aree urbane, si sono poi registrati più di 25 giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per l'ozono in 38 aree urbane su 91 per le quali erano disponibili dati e il superamento del valore limite annuale per il PM2,5 (25 µg/m³) in 7 aree urbane tra 80.

Nei primi sei mesi del 2017 in 18 aree urbane sono stati registrati oltre 35 giorni di superamento della soglia di 50 µg/m³ per il PM10 e si sono infine registrati più di 25 giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per l'ozono in 65 aree urbane su 96.

Parole chiave

Qualità dell'aria, superamento del valore limite, ambiente urbano

Abstract – Air quality

Here the status of the air quality in 119 Italian municipalities in 2016 and during the first 6 months of 2017. The air quality is described by the data from the regional monitoring stations and transmitted by the ARPA/APPA. Maps and tables allow the comparison between statistical indicators and limit and target values foreseen by the Italian legislation.

Data from 2016 show that PM10 daily limit value was exceeded in 33 urban areas among the 102 for which data was available (the agglomeration of Milan contains the municipalities of Monza and Como and is reported as a single urban area).. In 2016, the NO₂ annual limit value was exceeded in at least one of the AQ monitoring stations of 21 urban areas, more than 25 days of exceedance of the Ozone long-term objective (LTO) for the protection of human health were recorded in 38 urban areas among 91 for which data was available and the annual limit value for PM2,5 (25µg/m³) was exceeded in 7 urban areas of 80.

In the first six months of 2017, over 35 days of exceeding the threshold of 50 µg/m³ for PM10 were recorded in 18 urban areas, and more than 25 days had elapsed since the long-term objective ozone in 65 urban areas of 96.

Keywords

Air quality, exceedances of limit value, urban environment

PM10 – PARTICOLATO AERODISPERSO

Per materiale particolato aerodisperso s'intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente. Il termine **PM10** identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10µm. Si tratta di un inquinante dalla natura chimico-fisica complessa, alla cui costituzione contribuiscono più sostanze. In parte è emesso in atmosfera come tale direttamente dalle sorgenti (PM10 primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM10 secondario). Il PM10 può avere sia origine naturale sia antropica: tra le sorgenti antropiche un importante ruolo è rappresentato dal traffico veicolare.

Tra gli inquinanti atmosferici il particolato è quello con il maggior impatto sulla salute umana. Vari studi epidemiologici sugli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico da particelle, hanno evidenziato associazioni tra le concentrazioni in massa del PM10 e un incremento sia di mortalità che di ricoveri ospedalieri per malattie cardiache e respiratorie nella popolazione generale. I soggetti ritenuti maggiormente sensibili a tali effetti sono in particolare, gli anziani, i bambini, le persone con malattie cardiopolmonari croniche e affette da influenza o asma; su di essi si concentrano incrementi di mortalità e seri effetti patologici a seguito di esposizioni acute a breve termine. Ulteriori evidenze sono emerse considerando gli effetti sanitari a lungo termine conseguenti all'esposizione a basse concentrazioni di PM10. Tali effetti riguardano la mortalità ed altre patologie croniche come la bronchite e la riduzione della funzione polmonare. Anche l'incremento di tumore polmonare è stato associato recentemente all'inquinamento ambientale, ed in particolare alla frazione fine dell'aerosol: il materiale particolato aerodisperso è stato inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra i cancerogeni di gruppo 1 (agenti sicuramente cancerogeni per l'uomo).

La direttiva 2008/50/CE e il D.Lgs. 155/2010 stabiliscono per il PM10, ai fini della protezione della salute umana, un valore limite annuale di 40 µg/m³ e un valore limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno.

I dati disponibili per il 2016 sono relativi a 102 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ e come media annuale (µg/m³), sono riportati nella **Tabella 5.1.1** nel file Excel allegato, mentre nella **Tabella 5.1.2** sono elencati i dati delle singole stazioni.

La **Mappa tematica 5.1.1** illustra la situazione delle aree urbane rispetto al valore limite giornaliero del D.Lgs. 155/2010 per il 2016.

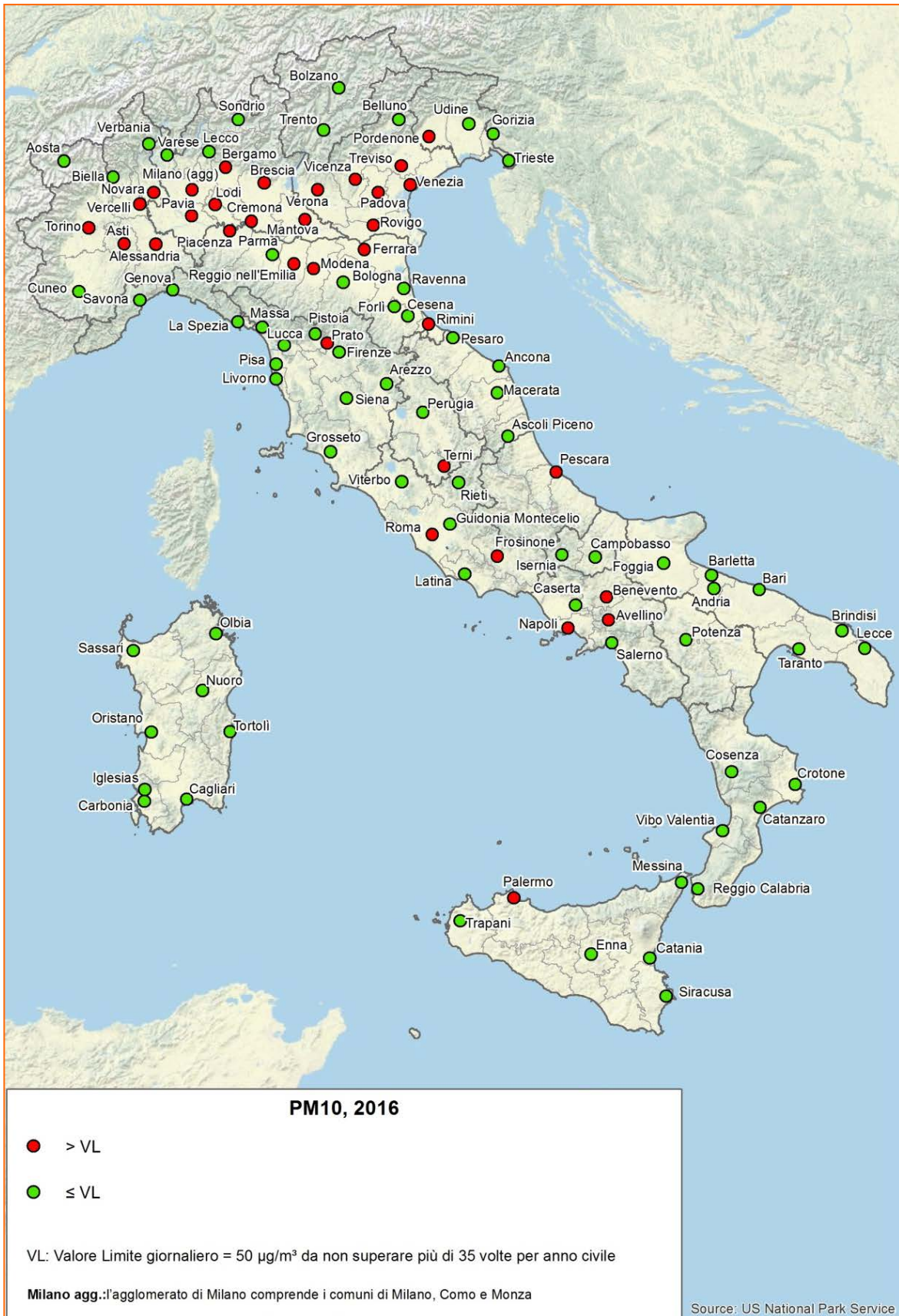
Nel 2016, il valore limite giornaliero del PM10 è stato superato in 33 aree urbane. Gran parte di queste sono localizzate al Nord, ma anche al Centro-Sud e in Sicilia si registrano superamenti. Il maggior numero di superamenti giornalieri (85) si è avuto a Frosinone.

L'analisi dei *trend*, effettuata su osservazioni di medio-lungo termine, analoga a quella riportata in una precedente edizione del presente rapporto per il periodo 2003 - 2012, potrà fornire indicazioni sulla effettiva continuità nel tempo delle tendenze generali di riduzione delle concentrazioni di PM10 osservate in Italia nell'ultimo decennio (ISPRA, Rapporti 203/2014).

Per l'anno 2017, sono riportati il numero dei giorni di superamento dei 50 µg/m³, registrati dal 1° gennaio al 30 giugno in 101 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza). I dati provvisori per singola area urbana, sono riportati in **Tabella 5.1.3** nella sezione Tabelle, mentre nella **Tabella 5.1.4** sono elencati i dati delle singole stazioni. I dati relativi al I semestre 2016 sono illustrati graficamente nella **Mappa tematica 5.1.2**.

Il valore limite giornaliero del PM10, nel primo semestre del 2017 è superato in 18 aree urbane mentre in 35 aree urbane è stato registrato un numero di giorni di superamento dei 50 µg/m³, tra 10 e 35 giorni: si tratta di città dove è alto il rischio che, a fine 2017, il limite giornaliero sarà superato.

Mappa tematica 5.1.1 - PM10, 2016: superamenti del valore limite giornaliero.



Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

Mapa tematica 5.1.2 – PM10, I semestre 2017: superamenti del valore limite giornaliero nelle aree urbane ⁽¹⁾



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

1) Dati provvisori

PM_{2,5}

Il D.Lgs. 155/2010 ha introdotto un valore limite per la protezione della salute umana anche per la frazione fine o respirabile del materiale particolato (**PM_{2,5}**), tenuto conto delle evidenze sanitarie che attribuiscono un ruolo determinante alle particelle più piccole: si tratta dell'insieme delle particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale a 2,5 μm . Date le ridotte dimensioni esse, una volta inalate, penetrano in profondità nel sistema respiratorio umano e, superando la barriera tracheo-bronchiale, raggiungono la zona alveolare.

Come il PM₁₀, anche il particolato PM_{2,5} è in parte emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM_{2,5} primario) ed è in parte formato attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM_{2,5} secondario).

La concentrazione di massa del PM_{2,5} è dominata dalle particelle del *modo di accumulazione*, ovvero quelle particelle nell'intervallo dimensionale da circa 0,1 μm a circa 1 μm . Il particolato secondario, formato in atmosfera a partire da gas precursori o per fenomeni di aggregazione di particelle più piccole, o per condensazione di gas su particelle che fungono da coagulo, può rappresentare una quota rilevante della concentrazione di massa osservata.

L'emissione diretta di particolato fine è associata a tutti i processi di combustione, in particolare quelli che prevedono l'utilizzo di combustibili solidi (carbone, legna) o distillati petroliferi con numero di atomi di carbonio medio-alto (gasolio, olio combustibile). Particelle fini sono dunque emesse dai gas di scarico dei veicoli a combustione interna, dagli impianti per la produzione di energia e dai processi di combustione nell'industria, dagli impianti per il riscaldamento domestico, dagli incendi boschivi.

La normativa attualmente in vigore stabilisce per il PM_{2,5} un valore limite di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1° gennaio 2015.

I dati disponibili per il 2016 sono relativi a 80 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sono riportati nella [Tabella 5.1.5](#) mentre nella [Tabella 5.1.6](#) sono elencati i dati delle singole stazioni.

La [Mappa tematica 5.1.3](#) illustra la situazione delle aree urbane rispetto al valore limite annuale del D.Lgs. 155/2010. Il valore limite è superato in 7 aree urbane, tutte localizzate al Nord tranne Terni. Il valore più elevato, 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato registrato a Padova.

Mapa Tematica 5.1.3 – PM2,5 (2016) – Superamenti del valore limite annuale nelle aree urbane



Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

NO₂ – BIOSSIDO DI AZOTO

Il **biossido di azoto (NO₂)** è un inquinante a prevalente componente secondaria prodotto dell'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera; solo in parte è emesso direttamente da fonti antropiche (combustioni nel settore dei trasporti, negli impianti industriali, negli impianti di produzione di energia elettrica, di riscaldamento civile e di incenerimento dei rifiuti) o naturali (suoli, vulcani e fenomeni temporaleschi). L'NO₂ ha effetti negativi sulla salute umana e insieme all'NO contribuisce ai fenomeni di smog fotochimico (è precursore per la formazione di inquinanti secondari come ozono troposferico e particolato fine secondario), di eutrofizzazione e delle piogge acide.

Per il biossido di azoto, il D. Lgs. 155/2010 stabilisce per la protezione della salute umana un valore limite orario (200 µg/m³ di concentrazione media oraria da non superare più di 18 volte in un anno) e un valore limite annuale (40 µg/m³).

I dati disponibili per il 2016 sono relativi a 102 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come numero di ore con concentrazione oraria superiore a 200 µg/m³ e come media annuale (µg/m³), sono riportati nella **Tabella 5.1.7** nel file Excel allegato, mentre nella **Tabella 5.1.8** sono elencati i dati delle singole stazioni.

La **Mappa tematica 5.1.4** illustra la situazione delle aree urbane rispetto al valore limite annuale del D.Lgs. 155/2010.

Il limite orario (non più di 18 superamenti di 200 µg/m³) è stato rispettato in tutte le aree urbane, proprio 18 superamenti sono stati registrati a Trento e Venezia. Il valore limite annuale di 40 µg/m³ è stato superato in 21 aree urbane e la concentrazione media più alta (70 µg/m³) è stata raggiunta a Torino.

Mapa Tematica 5.1.4 – NO₂, 2016: superamenti del valore limite annuale nelle aree urbane.



Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

O₃ – OZONO TROPOSFERICO

L'**ozono troposferico**¹ (O₃) è un inquinante secondario che si forma attraverso processi fotochimici in presenza di inquinanti precursori (quali gli ossidi d'azoto e i composti organici volatili). Dopo il particolato, l'ozono è l'inquinante atmosferico che, per tossicità e per i livelli di concentrazione che possono essere raggiunti, incide maggiormente sulla salute umana. Può causare seri problemi anche all'ecosistema, all'agricoltura e ai beni materiali.

Il D.Lgs. 155/2010 definisce per l'ozono ai fini della protezione della salute umana un obiettivo a lungo termine (OLT, pari a 120 µg/m³, calcolato come valore massimo giornaliero della media della concentrazione di ozono su 8 ore consecutive), una soglia di informazione (180 µg/m³) e una soglia di allarme (240 µg/m³) entrambe come media oraria.

I dati disponibili per il 2016 sono relativi a 91 aree urbane; i dati relativi al periodo estivo 2017 sono relativi a 96 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza). I dati del periodo estivo 2017 sono da considerare provvisori.

I dati delle singole aree urbane riferiti all'anno 2016 e al periodo estivo 2017 sono riportati rispettivamente nelle **Tabelle 5.1.9** e **5.1.11** nel file Excel allegato (mentre, per gli stessi periodi, nelle **Tabelle 5.1.10** e **5.1.12** sono elencati i dati delle singole stazioni).

La **Mappa tematica 5.1.5** illustra la situazione delle aree urbane rispetto all'obiettivo a lungo termine (OLT) del D.Lgs. 155/2010. L'OLT è superato in 80 aree urbane su 91. In 42 aree urbane l'OLT è stato superato per meno di 25 giorni, mentre in 38 aree urbane (per lo più nel Nord Italia) si è registrato un numero di giorni di superamento dell'OLT superiore a 25. Nel 2016 sono stati registrati superamenti della soglia di allarme in 5 aree urbane: Genova, Varese, Lecco, Bergamo e l'agglomerato di Milano. La **Mappa tematica 5.1.6** mostra i risultati provvisori relativi al periodo aprile-settembre 2017.

¹ Ozono troposferico: ozono presente nella zona compresa tra il suolo e circa 15 km di altitudine, formato in larga parte da reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti gassosi precursori di origine naturale o antropica. L'O₃ stratosferico è presente nella zona tra circa 15 km e 50 km, in conseguenza di un equilibrio dinamico tra formazione e dissociazione, governato dalle reazioni che coinvolgono l'ossigeno molecolare, l'ossigeno atomico e la radiazione UV a lunghezza d'onda inferiore a 242 nm. Nella stratosfera l'O₃ svolge un'azione protettiva in quanto rappresenta uno schermo alle radiazioni UV ad alta energia dannose per gli esseri viventi.

Mappa tematica 5.1.5 – Ozono, 2016: superamenti dell'obiettivo a lungo termine ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media massima giornaliera calcolata su otto ore nell'arco di un anno civile) nelle aree urbane.



Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

Mappa tematica 5.1.6 – Ozono, aprile – settembre 2017: superamenti dell'obiettivo a lungo termine ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media massima giornaliera calcolata su otto ore nell'arco di un anno civile) nelle aree urbane.



Fonte: elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

1) Dati provvisori

BaP, As, Cd e Ni – benzo(a)pirene, arsenico, cadmio e nichel nel PM10

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono prodotti nei processi di combustione incompleta di materiali organici e sono emessi in atmosfera quasi totalmente adsorbiti sul materiale particolato. Molti composti sono cancerogeni, anche se l'evidenza di cancerogenicità sull'uomo relativa a singoli IPA è estremamente difficile, poiché in condizioni reali si verifica sempre una esposizione simultanea a miscele complesse di molte decine di IPA. La IARC (IARC, 2012) ha classificato in particolare il benzo(a)pirene (BaP), come cancerogeno per l'uomo (categoria 1).

Il BaP è ritenuto un buon indicatore di rischio cancerogeno per la classe degli IPA valutati; è stato stimato un rischio incrementale pari a 9 casi di cancro polmonare ogni 100.000 persone esposte per tutta la vita ad una concentrazione media di 1 ng/m³ di BaP. L'OMS ha quindi raccomandato un valore guida di 1 ng/m³ per la concentrazione media annuale di BaP. Questo valore coincide con il valore obiettivo fissato dal D.Lgs 155/2010.

Oltre agli IPA, assumono particolare rilevanza igienico-sanitaria per l'accertata cancerogenicità il cadmio, il nichel e l'arsenico e i loro composti, che possono essere liberati in atmosfera veicolati dal materiale particolato. Anche per questi inquinanti la normativa vigente fissa un valore obiettivo e l'obbligo di valutazione e gestione della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale.

I dati disponibili per il 2016 sono relativi a 60 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza).

I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come media annuale (contenuto totale di BaP, As, Cd e Ni nel PM10 espresso in ng/m³) sono riportati nella [Tabella 5.1.13](#) nel file Excel allegato.

La [Mappa tematica 5.1.7](#) illustra la situazione relativa al 2016 per il BaP. La prima informazione che emerge dalla mappa è la minore rappresentazione delle aree urbane del centro e del Sud (nessun dato per le regioni, Marche, Campania e Basilicata). Il valore obiettivo per il BaP è stato superato in 11 aree urbane; la gran parte dei superamenti sono localizzati in aree urbane del Nord, cui si aggiungono Frosinone e Terni. Il valore più elevato (1,9 ng/m³) è stato registrato a Frosinone. In generale le principali sorgenti di BaP sono, oltre al trasporto su strada, le combustioni industriali (esempio tipico, le acciaierie) e il riscaldamento domestico, qualora il combustibile usato sia legna o carbone. Ad Aosta e Terni, l'elevato livello di BaP è dovuto prevalentemente alle ricadute industriali. Nelle altre città, è ragionevole ipotizzare che il traffico veicolare e il riscaldamento domestico a biomassa concorrano insieme a determinare livelli elevati di BaP.

Anche ad **As, Cd e Ni**, il Centro, il Sud e le Isole sono scarsamente rappresentati. Per arsenico e cadmio i livelli sono ovunque inferiori al valore obiettivo (rispettivamente 6,0 ng/m³, 5,0 ng/m³), mentre il valore obiettivo del nichel (20,0 ng/m³) è stato superato ad Aosta e Terni e, come per il BaP, la causa di questi superamenti è da ricercarsi nelle ricadute industriali.

Mappa Tematica 5.1.7 – BaP (2016) – Superamenti del valore obiettivo nelle aree urbane



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

C₆H₆ - BENZENE

Il **benzene** (C₆H₆) fa parte della classe dei composti organici volatili, per la relativa facilità di passare in fase vapore a temperatura e pressione ambiente. Le principali sorgenti di emissione sono i veicoli a motore (gas di scarico e vapori di automobili e ciclomotori), gli impianti di stoccaggio e distribuzione dei combustibili, i processi di combustione che utilizzano derivati dal petrolio e l'uso di solventi contenenti benzene.

Il benzene è uno di quegli inquinanti per i quali le politiche adottate nel corso dei decenni passati hanno avuto successo nell'abbattere fortemente le emissioni ed anche i livelli nell'aria ambiente: le azioni fondamentali realizzate in particolare per la riduzione del benzene sono state l'introduzione della catalizzazione del parco auto e la riduzione del contenuto di benzene nei carburanti.

La tossicità del benzene per la salute umana risiede essenzialmente nell'effetto oncogeno. In conseguenza di una esposizione prolungata nel tempo sono stati accertati effetti avversi gravi quali ematossicità, genotossicità e cancerogenicità. In conseguenza della accertata cancerogenicità (gruppo 1 della *International Agency for Research on Cancer* - IARC, carcinogeno di categoria 1 per l'UE), per il benzene non sono definiti livelli di esposizione al di sotto dei quali non c'è rischio di sviluppo degli effetti avversi citati.

La normativa italiana (D.Lgs. 155/2010) definisce per il benzene ai fini della protezione della salute umana un valore limite annuale di 5,0 µg/m³.

I dati disponibili per il 2016 sono relativi a 87 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza).

I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come media annuale, sono riportati nella **Tabella 5.1.15** nel file Excel allegato, mentre nella **Tabella 5.1.16** sono elencati i dati delle singole stazioni.

Nella **Mappa tematica 5.1.8** è illustrata la situazione relativa al 2016: il valore limite è rispettato in tutte le aree urbane. Valori particolarmente bassi, non superiori a 1,0 µg/m³ si riscontrano in 44 aree urbane.

La riduzione dei livelli di benzene a valori inferiori al valore limite, si osserva da diversi anni sia in Italia che nel resto d'Europa, è particolarmente importante in considerazione dei noti gravi effetti sulla salute associati all'esposizione inalatoria.

Mapa Tematica 5.1.8 – C₆H₆ (2016) – Superamenti del valore limite annuale nelle aree urbane



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

DISCUSSIONE

L'analisi riportata in questo paragrafo consente una visione sintetica dello stato della qualità dell'aria nel 2016 per le principali aree urbane italiane.

Resistendo alla tentazione di suggestivi, ma sterili, confronti tra i valori di un anno con quelli del precedente o dell'immediatamente successivo, rimandiamo la valutazione delle tendenze dell'inquinamento atmosferico agli studi più recenti sulle analisi del *trend* in Italia (ISPRA, 2014) e in Europa (EEA, 2016). Esse evidenziano che negli ultimi 10 anni è in atto una significativa tendenza alla riduzione dell'inquinamento atmosferico, in particolare per livelli di PM10 e NO₂. Dalle analisi di medio-lungo periodo non si evidenzia tuttavia una significativa riduzione dei livelli di ozono troposferico.

La lenta riduzione dei livelli di PM10 e NO₂ in Italia, coerente con quanto osservato in Europa nell'ultimo decennio, è il risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del particolato secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca). L'andamento generalmente decrescente delle emissioni è dovuto principalmente alla forte penetrazione del gas naturale sul territorio nazionale in sostituzione di combustibili come carbone e olio, all'introduzione dei catalizzatori nei veicoli, all'adozione di misure volte al miglioramento dei processi di combustione nella produzione energetica e di tecniche di abbattimento dei fumi. Tuttavia, continuano a verificarsi superamenti del valore limite giornaliero del PM10 in molte aree urbane e, per quanto riguarda l'NO₂, del limite annuale, nelle stazioni di monitoraggio collocate in prossimità di importanti arterie stradali traffico veicolare.

Il numero di superamenti della soglia di 50 µg/m³ del PM10 è particolarmente soggetto a fluttuazioni interannuali, legate alle condizioni meteorologiche della stagione invernale, che possono essere più o meno favorevoli all'accumulo di inquinanti in relazione alla durata e alla frequenza dei periodi di stagnazione atmosferica.

Riguardo al PM2,5 pur se le concentrazioni medie annuali sono nella larga maggioranza dei casi inferiori al valore limite di legge, sussistono casi di superamento in particolare nel bacino padano.

La concentrazione di massa del PM2,5 è dominata dalle particelle nel *modo di accumulazione* ovvero dalle particelle nell'intervallo dimensionale da circa 0,1 µm a circa 1 µm. Il particolato secondario, formato in atmosfera a partire da gas precursori o per fenomeni di aggregazione di particelle più piccole, o per condensazione di gas su particelle che fungono da coagulo, può rappresentare una quota rilevante della concentrazione di massa osservata. Di conseguenza, in presenza delle condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo delle particelle, nelle zone pianeggianti e nelle valli, i livelli di PM2,5 risultano piuttosto omogenei spazialmente, anche a distanza rilevante dalle principali sorgenti di PM primario e dei precursori della componente secondaria.

Occorre pertanto continuare a perseguire obiettivi di riduzione delle emissioni di PM primario e dei precursori del PM secondario, con un'azione concertata e sinergica su scala nazionale, regionale e locale.

Le politiche potenzialmente più efficaci sono quelle strutturali, di lungo orizzonte temporale e ricaduta sovraregionale, ma è importante che siano realizzate anche politiche locali per il miglioramento della qualità dell'aria, integrate nei piani regionali, indirizzate a specifiche sorgenti (ad esempio industrie o aree portuali) e adeguatamente supportate da strumenti per la valutazione preventiva della loro efficacia, nel contesto specifico, per indirizzare gli interventi sulle priorità.

BIBLIOGRAFIA

Direttiva 2008/50: 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.

Direttiva 2004/107: DIRECTIVE 2004/107/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 December 2004 relating to arsenic, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air.

EEA, 2016. Report 28/2016 – *Air quality in Europe – 2016 report*. <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016>. Consultazione del 7 dicembre 2017

ISPRA, 2014. Rapporto 203/2014. *Analisi dei trend dei principali inquinanti atmosferici in Italia 2003-2012*. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/analisi-delle-serie-storiche-dei-principali-inquinanti-atmosferici-in-italia-2003-2013-2012>. Consultazione del 7 dicembre 2017.

5.2 ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE URBANA AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI OUTDOOR

Jessica Tuscano
ISPRA - Centro Nazionale per il Ciclo dei Rifiutiⁱ

Riassunto

L'esposizione della popolazione agli inquinanti presenti in atmosfera in ambito urbano è stimata mediante una serie d'indicatori, sviluppati originariamente nell'ambito del progetto EU/OMS - ECOEHIS e adoperati successivamente anche dall'Agenzia Europea per l'Ambiente e da Eurostat per le statistiche di Sviluppo sostenibile - Salute Pubblica. ISPRA annualmente elabora questi indicatori con progressivo perfezionamento di metodologie e criteri per far fronte, sulla base dei dati disponibili, alle necessità informative delle *policies* ambientali. Secondo criteri adottati a livello UE, per gli indicatori relativi al particolato atmosferico (PM10 e PM2,5), al biossido di azoto (NO₂) e al Benzo(a)Pirene (BaP) sono utilizzati i valori di concentrazione media annua d'inquinante come *proxy* di esposizione per la popolazione in ambito urbano. Per l'ozono troposferico (O₃) si è fatto riferimento ai giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. I dati scelti per rappresentare l'indicatore (mappe tematiche) sono valori provenienti quando possibile da stazioni di fondo urbano. I dati ambientali utilizzati sono stati forniti direttamente dalle Agenzie Regionali o Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA/APPA), e sono generalmente riferibili al Comune di appartenenza, in pochi casi essi sono relativi all'agglomerato urbano. In Italia le percentuali di popolazione urbana esposta a valori superiori a quelli consigliati dall'OMS, ha un andamento per lo più altalenante, ma sembra delinearci una lievissima tendenza al decremento nei quattro anni considerati.

Parole chiave

Esposizione, Popolazione, Particolato atmosferico, Ozono, Benzo(a)pirene, Biossido di azoto

Abstract – Urban population exposure to outdoor air pollutants

We estimated the population's exposure to ambient air pollutants in urban areas via a set of indicators, originally developed as part of the EU/WHO project ECOEHIS and later used by the European Environmental Agency and Eurostat - Statistics for sustainable Development - Public Health. ISPRA annually processes these indicators with progressive improvement of methodologies and criteria, to meet, based on the available data, the information needed by the environmental policies. According to criteria adopted at EU level, indicators related to particulate matter (PM10 and PM2.5), nitrogen dioxide (NO₂) and benzo(a)pyrene (BaP) are processed using the pollutant's annual mean concentration as a proxy of the exposure concentration for urban populations. For ground-level ozone (O₃), the "days exceeding the long-term protection value for human health" (120 µg/m³, average maximum daily 8-hour mean within a calendar year) have been used. The data used to represent the indicators in the thematic maps come preferably from urban background stations and, only if these are not available, from other urban stations. Environmental data used are provided directly by the Regional Environmental Agencies (ARPA/APPA), and are usually related to the municipality boundaries, in a few cases they are related to the extended urban area. In Italy, the percentage of urban population exposed to values higher than WHO guidelines values is fluctuating, and a slightly decreasing trend seems to emerge over the four years considered.

Keywords

Exposure, Urban population, Particulate matter, Ozone, Nitrogen dioxide, Benzo(a)pyrene

ⁱ già ISPRA – Dipartimento per la Valutazione, i Controlli e la Sostenibilità Ambientale

QUALITÀ DELL'ARIA NELLE AREE URBANE E POPOLAZIONE ESPOSTA

L'inquinamento atmosferico è ormai da anni riconosciuto come un importante determinante di salute per la popolazione, e sempre più studi continuano a dimostrarne la pericolosità per la salute umana (e non solo) e valutarne metodi di risanamento e monitoraggio, quest'ultimo anche in tempo reale per fornire alle fasce più vulnerabili un'informazione sempre aggiornata. Il Focus su inquinamento atmosferico nelle aree urbane ed effetti sulla salute³, che accompagna il XII Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano, ha trattato estensivamente questo tema, calandolo nella realtà italiana.

In questo contributo l'esposizione della popolazione agli inquinanti presenti in atmosfera in ambito urbano è stimata mediante un set d'indicatori, sviluppati originariamente nell'ambito del progetto Comunitario ECOEHIS⁴, successivamente entrati nelle statistiche dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, e nelle Statistiche di Sviluppo sostenibile – Salute Pubblica di Eurostat. In ISPRA sono elaborati annualmente anche per l'Annuario dei Dati Ambientali⁵, ma con un focus di livello nazionale. Negli anni si è conseguito con progressivo perfezionamento di metodologie e criteri per far fronte, sulla base dei dati disponibili, alle necessità informative delle politiche ambientali.

Secondo criteri adottati a livello comunitario, e ricorrenti nella letteratura scientifica internazionale, per la stima di questi indicatori sono utilizzati valori di **concentrazione media annua d'inquinante** (eccezion fatta per l'ozono). Sono utilizzati i dati di monitoraggio **delle stazioni di fondo urbano**, generalmente considerati come *proxy* di concentrazione ai fini della stima dell'**esposizione media annuale della popolazione**. Qualora per l'intera area urbana non siano disponibili dati di fondo urbano, sono impiegati i rimanenti dati fruibili (traffico urbano, fondo suburbano, ecc.) al fine di evitare che porzioni di popolazione e territorio siano escluse dalle stime. Laddove siano presenti più valori, per la stessa area urbana, da stazioni con le stesse caratteristiche, (ad es. due valori di fondo urbano) ne è stata effettuata la media aritmetica, per associare un indice unico all'intera area. Per l'ozono troposferico (O₃) si fa riferimento invece ai giorni di superamento, nel corso dell'anno, della soglia dei 120 µg/m³. Questo valore è utilizzato nella normativa come obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana⁶. Da tener presente che i valori scelti in questa sede, per la valutazione dell'esposizione media, possono non considerare situazioni locali in cui le stazioni di zona riportano valori superiori a quelli richiesti dalla normativa. I dati ambientali sono stati forniti direttamente dalle Agenzie Regionali/Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA/APPA), e sono riferiti al Comune, è stata quindi considerata la popolazione comunale residente (dati ISTAT). Laddove è individuato formalmente un agglomerato urbano (Milano-Como-Monza, Firenze e Cagliari), i dati forniti sono relativi ad esso e si è quindi considerata la relativa popolazione afferente. Le **percentuali di popolazione esposta** ai diversi valori considerati (Tabella 5.2.1 nel file Excel allegato e relativo grafico) sono computate considerando l'intera popolazione afferente a Comuni che rientrano in quelle fasce di esposizione, sul totale della popolazione di tutti i Comuni considerati. Mentre nelle mappe a seguire viene invece visualizzata la percentuale di popolazione che ogni comune rappresenta sul totale della popolazione di tutti i Comuni considerati.

Dal Grafico 5.2.1 (Tabella 5.2.1 nel file Excel allegato) è possibile notare un generale decremento della **percentuale di popolazione esposta** ai diversi inquinanti, nel confronto con l'anno 2015, rispetto ai valori di riferimento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e a valori di riferimento presenti in limiti o soglie di legge L'unica eccezione è rappresentata dalla percentuale di popolazione esposta a valori superiori a 40µg/m³ di biossido di azoto (NO₂), che nel 2016 è superiore a quella dell'anno precedente.

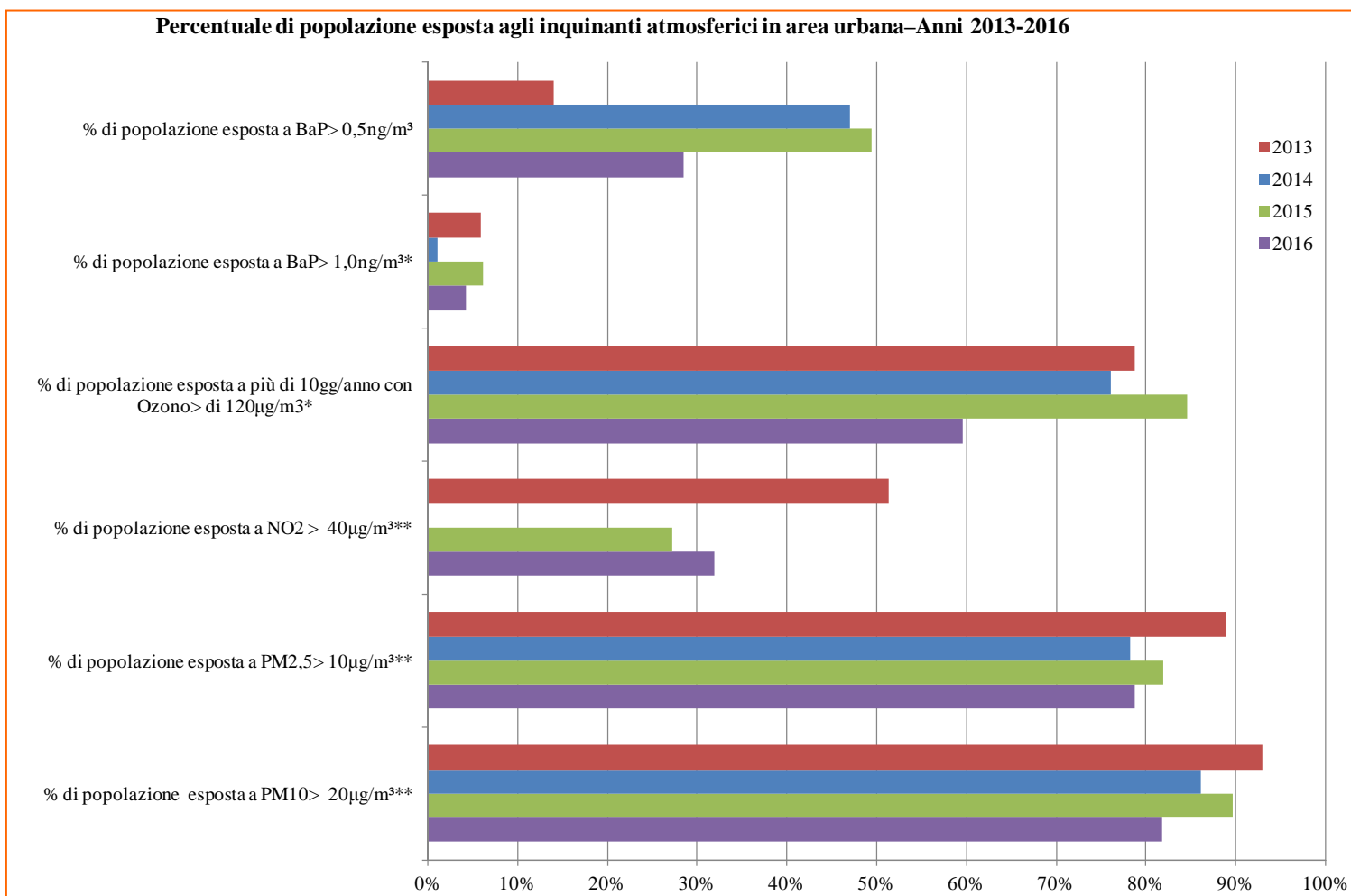
³ <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/qualita-dellambiente-urbano-xii-rapporto.-focus-su-inquinamento-atmosferico-nelle-aree-urbane-ed-effetti-sulla-salute> (visitato il 01/08/2017)

⁴ (Development of Environment and Health Indicators for European Union Countries – ECOEHIS. grant agreement spc 2002300 between the European Commission, DG Sanco and the World Health Organization, Regional Office for Europe (progetto a co-leadership UE-OMS).

⁵ <http://annuario.isprambiente.it/> (visitato il 01/08/2017)

⁶ Determinato come media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile.

Grafico 5.2.1 – Percentuale di popolazione mediamente esposta agli inquinanti atmosferici, per tutti i Comuni considerati –Confronto anni 2013-2016



* concentrazione maggiore del valore limite annuale per la protezione della salute umana (D. Lgs n.155 del 13 agosto 2010 e s.m.i.)

**concentrazione maggiore del valore consigliato dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) per la protezione della salute umana

*** giorni con superamento della concentrazione di 120 µg/m3 (media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile), obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (D. Lgs n.155 del 13 agosto 2010 e s.m.i.)

Fonte: elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

PM10-PM2,5 - ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

Il **particolato atmosferico (PM)** grossolano può essere fonte d'irritazione per occhi, naso e gola. Il particolato sotto i 10 micrometri di diametro è facilmente **inalabile**⁷ e più le particelle sono piccole maggiormente possono arrivare in profondità nei polmoni. Le particelle fini (PM2,5) possono raggiungere le profondità degli alveoli polmonari, potenziando quelli che sono i possibili effetti tossici e sistemici associabili al particolato atmosferico.

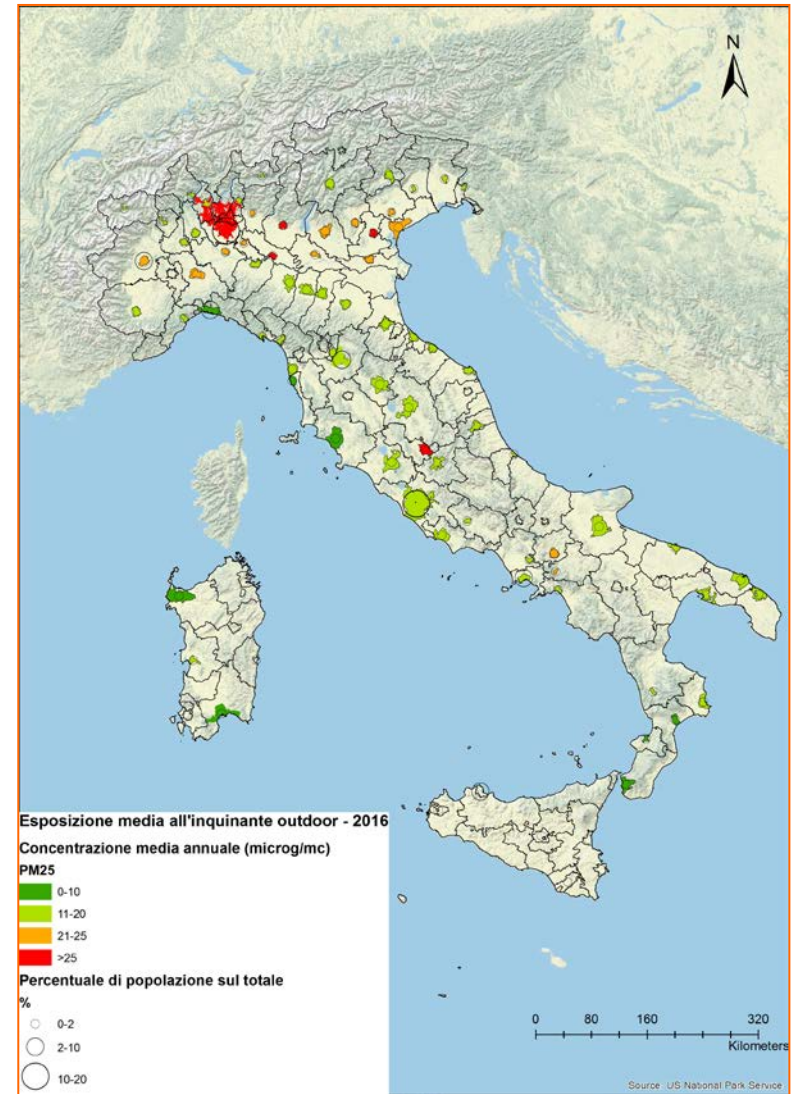
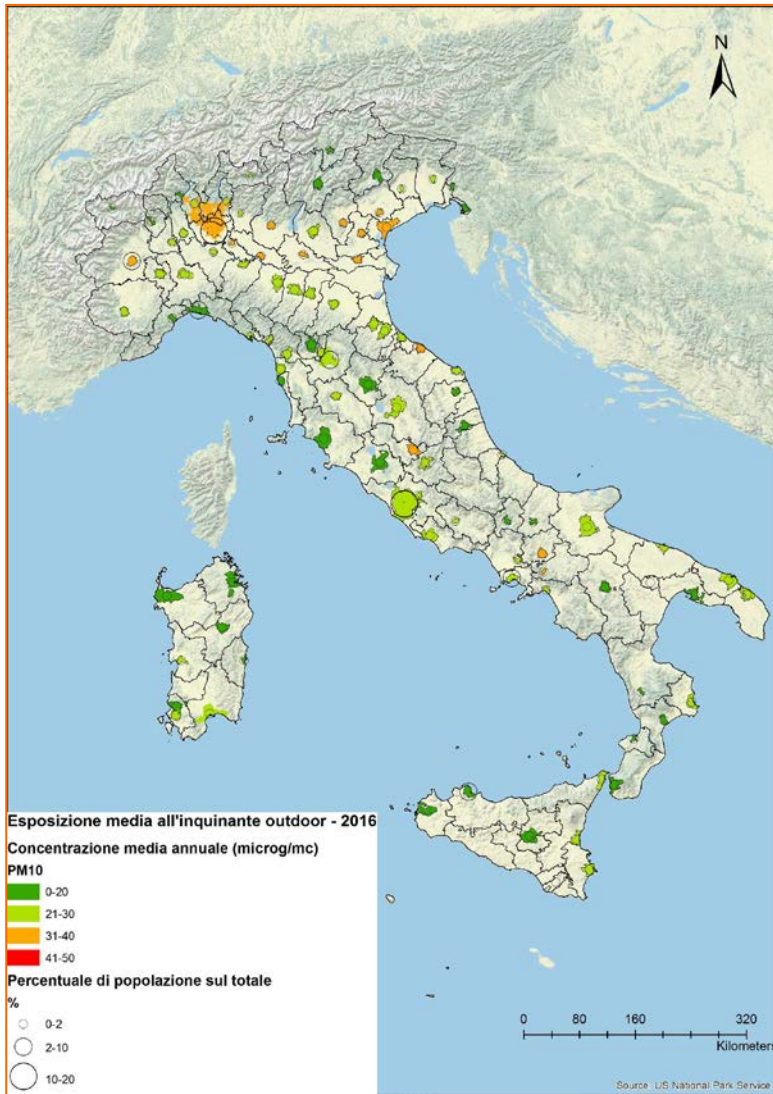
Numerosi studi scientifici hanno da tempo collegato l'**esposizione al PM**, sia a breve che a lungo termine, a una serie di problematiche legate alla salute della popolazione. I soggetti più vulnerabili ai rischi connessi all'esposizione sono quelli con malattie cardiache o polmonari, gli anziani e i bambini. Per soggetti con malattie cardiache, cardiovascolari o polmonari l'inalazione del particolato può aggravare i sintomi di queste patologie. Gli anziani, per la maggiore probabilità di avere patologie cardio-polmonari non diagnosticate ma anche portatori di numerose patologie croniche, appartengono alla categoria di **popolazione più vulnerabile**, classe cui appartengono anche i bambini. Per questi ultimi l'aumento del rischio è dovuto a diversi motivi, ad esempio un apparato respiratorio non ancora completamente sviluppato; livelli di attività più elevati e maggiore frequenza di respirazione; maggiori probabilità di avere l'asma o malattie respiratorie acute, in più hanno un sistema immunitario non ancora del tutto maturo. Studi recenti suggeriscono che l'esposizione a lungo termine al particolato può anche essere associata con il rischio di parto pre-terminale e basso peso dei neonati alla nascita. È comunque d'obbligo ricordare che il PM, così come l'inquinamento atmosferico in generale, è stato ufficialmente inserito dalla **IARC** (International Agency for Research on Cancer) nei **composti cancerogeni** (Gruppo 1) per gli esseri umani (IARC, 2015).

La **Mappa tematica 5.2.1** (relativa alla **Tabella 5.2.2** nel file Excel allegato), mostra l'indicatore per il **PM10** e il **PM2,5**, rappresentato come concentrazione annuale a cui la popolazione è stata mediamente esposta nel 2016, nei Comuni considerati. La scelta della colorazione delle fasce di concentrazione è rappresentativa del livello di rischio per la salute umana, considerati i valori consigliati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la protezione della salute umana di $20\mu\text{g}/\text{m}^3$, nel caso del PM10, e di $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel caso del PM2,5.

Per entrambi gli inquinanti, la **percentuale di popolazione urbana esposta** mediamente nelle aree urbane a valori superiori a questa soglia è ancora del 82% nel caso del PM10 e del 79% nel caso del PM2,5.

⁷ Tra 10 micrometri e 2,5 micron di diametro è infatti chiamato "particolato grossolano inalabile". Inferiore a 2,5 micrometri di diametro è denominato "particolato fine".

Mappa tematica 5.2.1 - PM10 e PM2,5 (2016): valori annui a cui la popolazione è mediamente esposta e percentuale di popolazione rappresentata dal Comune



Fonte: elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

NO₂ e OZONO - ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

Il **biossido di azoto (NO₂)** è un gas **irritante** delle vie respiratorie e degli occhi, e in combinazione con il particolato e altri inquinanti prodotti dal traffico veicolare è stato associato in molti studi epidemiologici con disturbi respiratori e cardiovascolari. Studi scientifici hanno anche connesso l'**esposizione** a breve termine all'NO₂, con **sintomi respiratori**, come l'infiammazione delle vie aeree, anche in persone sane nonché un aumento dei sintomi respiratori in persone asmatiche.

In ambito urbano le maggiori concentrazioni di NO_x e NO₂ sono generalmente rilevate vicino le strade trafficate nonché all'interno delle auto stesse, e la concentrazione va riducendosi, avvicinandosi ai livelli del fondo, a partire dai 50m dal bordo della strada. Ragion per cui una certa percentuale di popolazione, che vive o lavora nelle vicinanze delle principali arterie di traffico urbano sarà, in media, esposta a valori superiori a quelli di fondo urbano. Tuttavia in questa sede non è possibile analizzare dettagliatamente questo fenomeno e si considererà un'esposizione media di tutta la popolazione.

L'**ozono troposferico (O₃)** è un inquinante **tossico** per l'uomo, **irritante** delle mucose delle vie respiratorie anche a livelli relativamente bassi e può causare disturbi respiratori e cardiovascolari. I soggetti più vulnerabili ai rischi connessi all'esposizione sono i bambini, gli anziani e i soggetti asmatici, ma anche chi lavora all'aperto. Studi scientifici hanno dimostrato come l'inalazione di ozono può essere causa di: tosse, irritazione della gola, infiammazione delle vie respiratorie, riduzione della funzionalità respiratoria, aumento della suscettibilità alle infezioni e dolore toracico. Nei soggetti con patologie respiratorie può peggiorare le condizioni di bronchite, enfisema e asma, nonché aumentare il rischio di morte prematura nei soggetti con malattie cardio-polmonari. Per valutare la popolazione esposta a livelli di ozono che possano rappresentare un rischio sarebbe opportuno utilizzare un indicatore come il SOMO35. Esso, infatti, consiste nella somma annuale⁸ delle eccedenze di Ozono da una soglia (cosiddetto *cut-off level*) sopra la quale esiste uno statistico incremento del rischio relativo di mortalità⁹ per la popolazione vulnerabile. Questa soglia è di 70µg/m³ (media massima giornaliera su 8-h). Tuttavia in questa sede è utilizzato il **numero di giorni di superamento dei 120µg/m³**. Questo indicatore, impiegato nella normativa come obiettivo¹⁰ a lungo termine per la protezione della salute umana, anche se meno cautelativo, consente una maggiore comprensibilità per l'utente non esperto.

La **Mappa tematica 5.2.2a** (Tabella 5.2.2 nel file Excel allegato), riassume i valori di **NO₂** considerati ai fini dell'**esposizione media annua nelle aree urbane**, per l'anno **2016**. Nella grande maggioranza dei casi i valori medi di esposizione si mantengono entro i 40µg/m³ (valore consigliato da OMS), ad eccezione di 2 grandi aree urbane che lo superano di poco (Roma e l'agglomerato di Milano entrambe con 42µg/m³), con una popolazione pari al 32% della popolazione totale considerata.

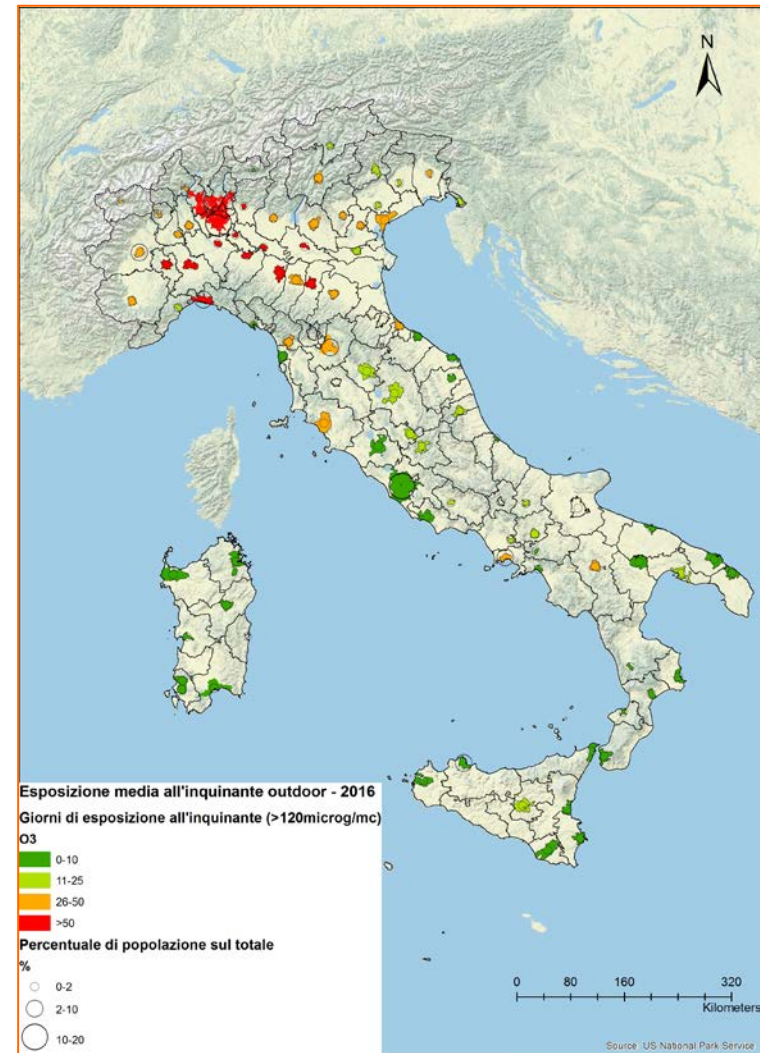
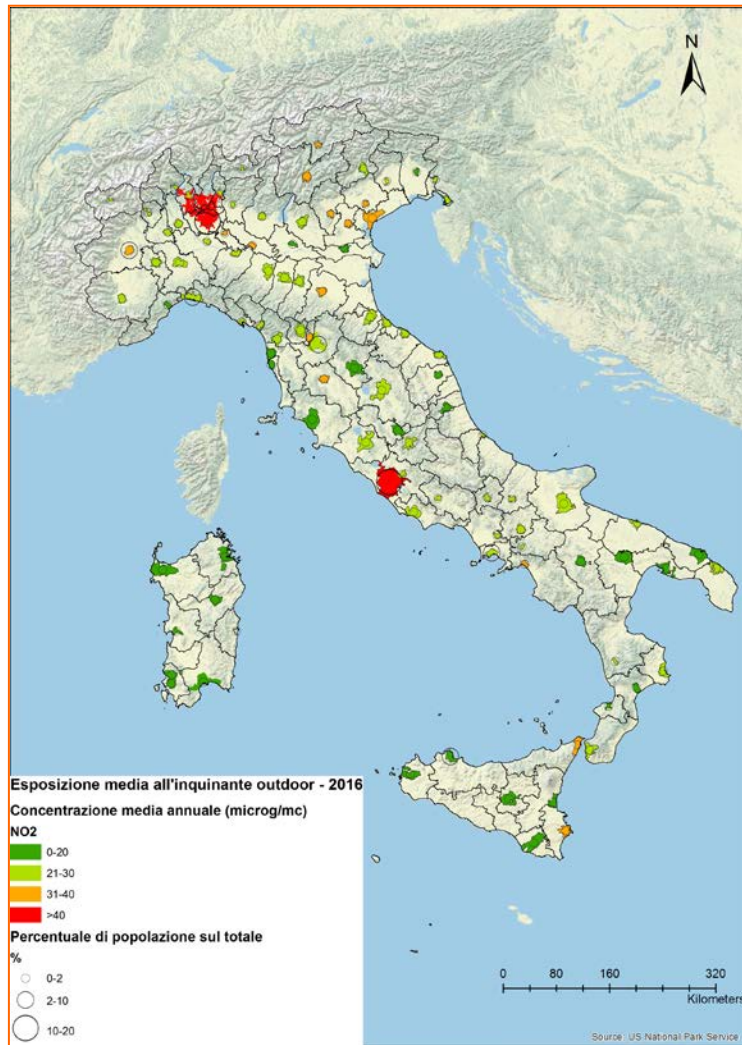
La **Mappa tematica 5.2.2b** (Tabella 5.2.2 nel file Excel allegato), mostra il numero di giorni per Comune in cui la popolazione è stata mediamente esposta a valori superiori ai 120µg/m³. Nel **2016**, in 56 Comuni su 91 (62%), corrispondenti al 60% della popolazione considerata, si è stati esposti a valori superiori alla soglia per più di 10 gg l'anno. Dalla mappa è evidente la presenza di un elevato numero di giorni di esposizione a valori non salutari soprattutto al nord.

⁸ somma delle eccedenze dalla soglia di 35 ppb (35 parti per bilione, equivalenti a 70µg/m³) della media massima giornaliera su 8-h, calcolata per tutti i giorni dell'anno.

⁹ *Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution*. WHO-Euro, 2008.

¹⁰ Calcolato come media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile.

Mappa tematica 5.2.2 –a) NO_2 (2016): valori annui a cui la popolazione è mediamente esposta nelle aree urbane; b) O_3 (2016): giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute a cui la popolazione è esposta nelle aree urbane e percentuale di popolazione rappresentata dal Comune



Fonte: elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

BENZO(A)PIRENE - ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

Il **Benzo[a]pirene** è un **idrocarburo policiclico aromatico (IPA)**. Quest'inquinante ha un notevole valore sanitario, essendo un **noto composto mutageno e cancerogeno** (IARC, 2005).

Cottura alla brace, affumicatura di alimenti e fumo di tabacco sono le vie di esposizione che, in generale, possono portare a un'assunzione di IPA quantitativamente maggiore, ma sono anche strettamente legati a comportamenti individuali. Le concentrazioni di IPA nell'aria ambiente (generalmente associato al particolato atmosferico, soprattutto al PM_{2.5}¹¹) provengono invece prevalentemente da fonti diffuse. L'estensione e la copertura territoriale della rete di rilevazione del BaP non sono ancora sufficientemente estese se correlate all'importanza sanitaria di questo microinquinante.

La **Mappa tematica 5.2.3**, (**Tabella 5.2.2** nel file Excel allegato), riassume i valori del **BaP** (in aria outdoor) considerati, in questa sede, ai fini dell'**esposizione media annua nelle aree urbane**, per l'anno **2016**. Il valore obiettivo medio annuo da osservare per legge¹² è 1,0ng/m³, ma in quanto composto cancerogeno sarebbe opportuno osservare il **valore più basso possibile**.

La colorazione delle fasce di concentrazione della mappa è arbitraria, ma è tuttavia paragonabile al livello di rischio per la salute umana, e per il benzo(a)pirene si è scelto conservativamente la metà del valore utilizzato nella normativa¹³.

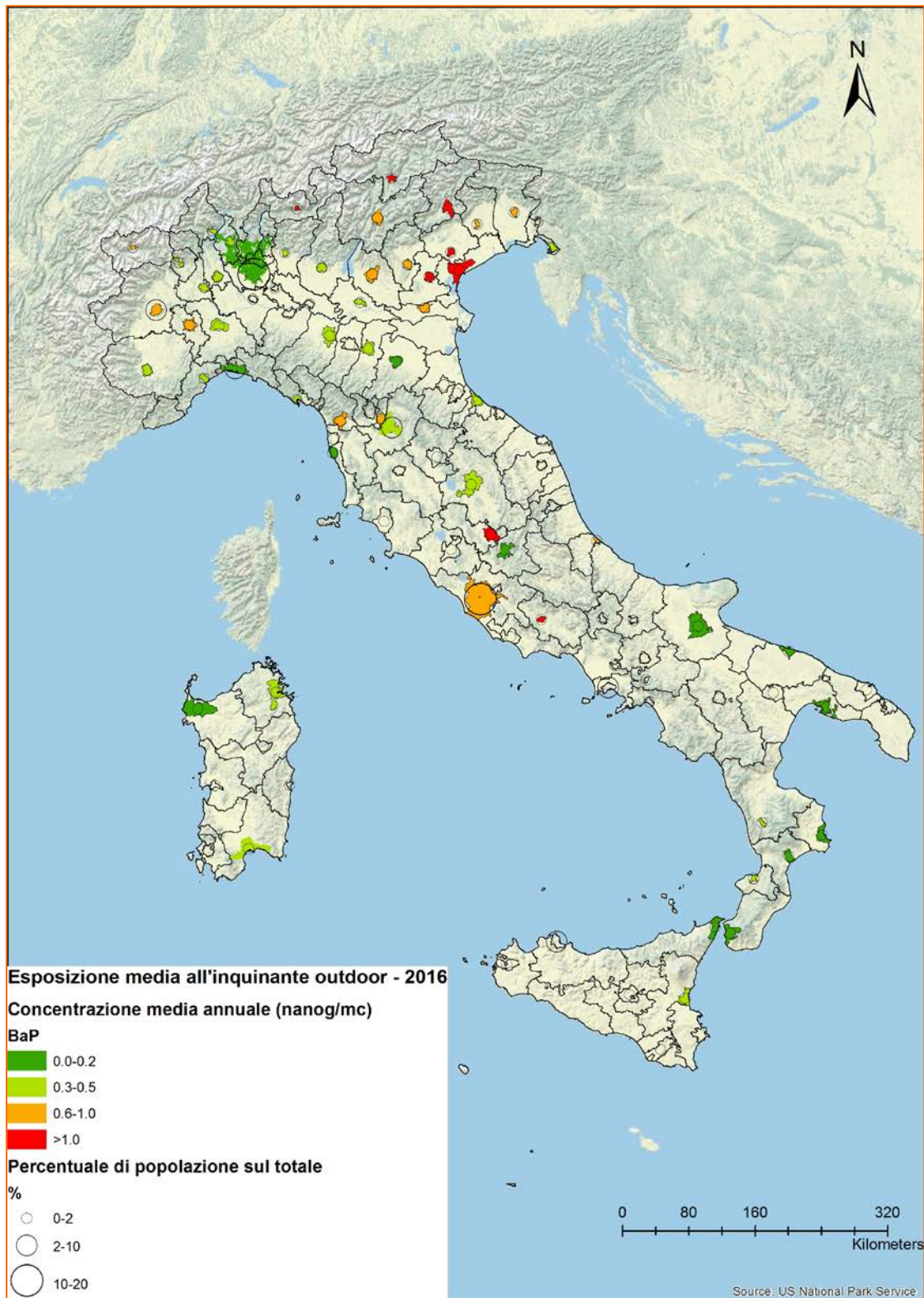
Dalla mappa sono evidenti le criticità del nord est della penisola e di alcune aree industrializzate. Per il 2016, il 4% della popolazione totale considerata è stata mediamente esposta ad un valore superiore a 1,0ng/m³, mentre il 29% della popolazione è stata mediamente esposta a valori superiori alla metà del limite. Queste percentuali aumentano (si arriverebbe rispettivamente al 6% e al 37%) se si considera come riferimento la sola popolazione dei Comuni per cui sono disponibili dati sul BaP.

¹¹ La maggior parte del BaP è presente nel PM_{2.5} e non nella frazione grossolana del PM₁₀, mentre la frazione gassosa del totale BaP è piuttosto piccola (EEA, 2016).

¹² Il valore *target* in EU è fissato a 1 ng/m³, questo implica che tutte le concentrazioni fino a 1,49 possono essere arrotondate a 1 (EEA, 2016). Come gli altri anni, in questa sede, per la valutazione è considerato il valore di 1,0ng/ m³, (come da D.Lgs 155/2010 ed smi) quindi un valore uguale o superiore a 1,1 è considerato superiore al valore *target*.

¹³ L'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA, 2016), ha considerato come valore di riferimento 0,12 ng/m³, in altre parole un valore di concentrazione corrispondente a un'unità di rischio di tumore al polmone di 1 su 100mila abitanti. Un'Unità di Rischio è intesa come il rischio addizionale di tumore che può verificarsi in una popolazione nella quale tutti gli individui sono costantemente esposti per tutta la durata di vita a una concentrazione dell'agente di rischio (in questo caso il BaP) nell'aria che respirano.

Mappa tematica 5.2.4 – BaP (2016): valori annui a cui la popolazione è mediamente esposta nelle aree urbane e percentuale di popolazione rappresentata dal Comune



Fonte: elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

DISCUSSIONE

Negli ultimi decenni gli sforzi per ridurre le concentrazioni di inquinanti nell'aria delle nostre città, luoghi in cui la maggior parte della popolazione usualmente vive e lavora, sono stati molteplici e hanno portato a un generale miglioramento. Tuttavia, la situazione attuale non sembra ancora raggiungere in molti casi, valori considerati salubri nelle indicazioni e linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

A parità di quantitativi di inquinanti emessi in atmosfera, le concentrazioni finali di questi (primari e secondari) nell'aria delle nostre città, sono poi influenzate dalle condizioni meteorologiche (stagnazione dell'aria, pioggia, irradiazione solare). Importanti possono essere anche le caratteristiche strutturali dell'ambiente urbano, la disponibilità di verde urbano, il traffico autoveicolare, il tessuto urbano stesso.

In Italia la **percentuale di popolazione esposta** nei Comuni/agglomerati considerati, rispetto ai valori considerati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità come protettivi per la salute umana¹⁴, è altalenante nei quattro anni considerati dal **Grafico 5.2.1**. È da tenere presente che spesso le condizioni meteorologiche giocano un ruolo importante. Rispetto ai dati relativi al 2013, sembra comunque delinearsi un lievissima tendenza al decremento.

Le percentuali di popolazione urbana esposta a valori di **PM10 e PM2,5** superiori ai valori soglia OMS, sono rispettivamente dell'82% e del 79%, del totale di popolazione considerato.

Per quanto riguarda i valori di **NO₂** considerati ai fini dell'esposizione media annua nelle aree urbane, per l'anno **2016**, ad eccezione delle due grandi aree urbane di Roma e Milano entrambe con 42µg/m³, (32% della popolazione totale considerata), i valori medi di esposizione si mantengono entro i 40µg/m³ (valore OMS nonché limite di legge).

Per valutare l'esposizione all'ozono è stato utilizzato il **numero di giorni di superamento dei 120µg/m³**, valore impiegato nella normativa come obiettivo a lungo termine¹⁵ per la protezione della salute umana. Nel **2016**, nel 62% dei Comuni considerati, pari al 60% della popolazione del totale dei Comuni, si è stati esposti a valori superiori alla soglia per più di 10gg l'anno. Un elevato numero di giorni di esposizione a valori non salutari si riscontra soprattutto al nord, dove la stagnazione degli inquinanti è generalmente superiore rispetto ad esempio a zone che beneficiano di una maggiore ventilazione.

Infine ma non per importanza, è valutata **l'esposizione media annua nelle aree urbane al Benzo(a)pirene (BaP)**. Il valore obiettivo annuo da osservare per legge è 1,0ng/m³, ma in quanto **composto cancerogeno** sarebbe opportuno raggiungere il valore più basso possibile. Nel 2016 il 4% della popolazione totale considerata è stato mediamente esposto ad un valore superiore al corrispondente limite di legge, mentre il 29% a valori superiori alla metà del limite. Queste percentuali aumentano (si arriverebbe rispettivamente al 6% e al 37%) se si considera come riferimento la sola popolazione dei Comuni per cui sono disponibili dati sul BaP. Questi valori sono comunque positivamente inferiori a quelli registrati per il 2015.

Il monitoraggio di questo inquinante richiede ancora uno sforzo, non coprendo tutti i capoluoghi di provincia, come auspicabile vista la rilevanza per la salute della popolazione.

¹⁴ I valore soglia medi annuali per OMS: PM10 - 20 µg/m³, PM2,5 - 10 µg/m³, NO₂ -40µg/m³, per ozono e BaP si sono utilizzati valori assimilabili ai limiti di legge.

¹⁵ Calcolato come media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti i colleghi delle ARPA/APPA che hanno collaborato, non solo alla fornitura dei dati, ma anche e soprattutto a migliorare, con osservazioni e suggerimenti, questo prodotto.

BIBLIOGRAFIA

EEA, 2016. *Air Quality in Europe 2016 report*. EEA report n. 28/2016.

IARC, 2015. *Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Outdoor Air Pollution*. Volume 109.

Eurostat, 2015. Sustainable development in the European Union - 2015 monitoring report of the EU sustainable development strategy, Publications Office of the European Union, 2015 <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/6975281/KS-GT-15-001-EN-N.pdf> (ultimo accesso 08/11/2016).

Richard W. Atkinson, Inga C. Mills, Heather A. Walton, H. Ross Anderson, 2015. *Fine particle components and health — a systematic review and meta-analysis of epidemiological time series studies of daily mortality and hospital admissions*. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology (2015) 25, 208 – 214.

Jessie A. Gleason, Leonard Bielory, Jerald A. Fagliano, 2014. *Associations between ozone, PM 2.5, and four pollen types on emergency department pediatric asthma events during the warm season in New Jersey: A case-crossover study*. Environmental Research 132 (2014) 421–429.

Pedersen, et al. 2013. *Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE)*. Lancet Resp Med 2013;1:695 – 704.

Alessandrini et al., 2013. *Inquinamento atmosferico e mortalità in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2*. Epidemiol Prev 2013; 37 (4-5): 220-229 <http://www.epiprev.it/>

REVIHAAP Project. Technical report. World Health Organization 2013 http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf

Scarinci et al. 2013. *Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in 25 città italiane: risultati del progetto EpiAir2*. Epidemiol Prev 2013; 37 (4-5): 230-241 <http://www.epiprev.it/>

IARC, 2012. *A review of human carcinogens. Part F: Chemical agents and related occupations / IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2009: Lyon, France) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans ; v. 100F*.

HEI Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution. 2010. *Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects*. HEI Special Report 17. Health Effects Institute, Boston, MA.

EEA, 2009. *Assessment of ground-level ozone in EEA member countries, with a focus on long-term trends*. Technical report n. 7/2009.

AQC, 2008. *NO₂ Concentrations and Distance from Roads* <http://laqm.defra.gov.uk/tools-monitoring-data/no2-falloff.html>

WHO-Euro, 2008. *Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution*. <http://www.environment.ucla.edu/reportcard/article1700.html>

WHO/Europe, 2006. *Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution - Joint WHO / Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution*. <http://www.euro.who.int/document/E88189.pdf>

WHO-Euro, 2006. *Health impact of PM10 and Ozone in 13 Italian cities*.

IARC, 2005. *Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Industrial Exposures*, v 92.

WHO/Europe, 2004. *Environmental Health Indicators for Europe – a pilot indicator-based report*. ECOEHIS. WHO/Europe.

J.E. Andrews et al., 2004. *An introduction to environmental chemistry* /– 2nd ed. Blackwell Science Ltd ISBN 0-632-05905-2

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/benzo_a_pyrene#section=Top (ultimo accesso 08/09/2017)

5.3 POLLINI AERODISPERSI

Vincenzo De Gironimo

ISPRA – Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

Riassunto

L'aria in Italia è ricca di pollini aerodispersi a causa della notevole biodiversità vegetale che caratterizza il suo territorio. In ciascuna stagione, infatti, riscontriamo fioriture di specie anemofile i cui pollini, spesso allergenici, vengono rilasciati in grandi quantità e si disperdono in atmosfera. Rimangono esclusi da questo fenomeno solo i periodi invernali più freddi. Le pollinosi, ovvero le allergie da polline, sono in continuo aumento e risultano in crescita maggiore nelle aree urbane in conseguenza dell'effetto sinergico, sulla salute umana, tra gli allergeni presenti nei granuli pollinici e l'inquinamento atmosferico (specialmente polveri sottili). In conseguenza di ciò è quindi indispensabile, per gran parte dell'anno, tener conto anche della componente aerobiologica nelle valutazioni della qualità dell'aria.

Per la descrizione generale del fenomeno pollini allergenici aerodispersi, sono stati identificati due indicatori: uno quantitativo (indice pollinico allergenico, IPA) e uno temporale (stagione pollinica allergenica, SPA). Anche se non è sufficientemente coperto dal monitoraggio tutto il territorio nazionale e i valori disponibili dei due indicatori riguardano solo gli ultimi anni, sono possibili alcune prime valutazioni sulla presenza e persistenza di pollini allergenici nell'aria delle nostre città.

Parole chiave

Polline, allergene, pollinosi, aerobiologico

Abstract – Airborne pollen quality

Italy is rich of airborne pollen because of the remarkable plant diversity that characterizes its territory. In fact, in each season the pollen, often allergenic, of anemophilous species in bloom disperses into the atmosphere. Only the coldest winter months are excluded from this phenomenon. Consequently, pollinosis (pollen allergies) are continuously increasing, indicating an higher growth in urban areas as a result of the synergistic effect on human health of the allergens present in pollen grains and air pollution (especially particulate matter). Therefore, it is essential to consider, for most time of the year, also the aerobiological component in the assessments of air quality.

For a general description of the airborne allergenic pollen phenomenon, two indicators have been identified, a quantitative indicator for the revealed amount of allergenic pollen (IPA) and a temporal one representing the allergenic pollen season (SPA). Despite the insufficient monitoring coverage throughout the country and the fact that the indicator values are available only for recent years, some initial assessments on the presence and persistence of allergenic pollen in the air of our cities are possible.

Keywords

Pollen, allergen, pollinosis, aerobiological

IPA – INDICE POLLINICO ALLERGENICO

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) ha una propria rete di monitoraggio aerobiologico denominata POLLnet (<http://www.pollnet.it>). Ad essa partecipano attualmente 18 delle 21 Agenzie costituenti il Sistema per 59 stazioni di monitoraggio (lo scorso anno erano rispettivamente 16 e 54). Per ciascuna stazione, per tutto l'anno solare, vengono emessi bollettini settimanali sulle concentrazioni in atmosfera di pollini (e spore fungine di *Alternaria*) e le previsioni sui loro andamenti per la settimana successiva. Anche l'Associazione Italiana di Aerobiologia (AIA) ha una propria rete di monitoraggio aerobiologico (RIMA <http://www.ilpolline.it>) che, per le stazioni ad essa afferenti, fornisce un servizio analogo. Entrambe le reti hanno messo a disposizione i propri dati per le elaborazioni degli indicatori riferibili alle aree urbane oggetto del presente Rapporto.

L'**Indice Pollinico Allergenico (IPA)** è la somma annuale delle concentrazioni giornaliere dei pollini aerodispersi delle seguenti sette famiglie botaniche che rappresentano la quasi totalità dei pollini allergenici monitorati sul territorio italiano: *Betulaceae* (*Betula*, *Alnus*), *Corylaceae* (*Corylus*, *Carpinus*, *Ostrya*), *Oleaceae* (soprattutto *Olea*, *Fraxinus spp.*), *Cupressaceae-Taxaceae*, *Graminaceae*, *Compositae* (soprattutto *Artemisia* e *Ambrosia*), *Urticaceae* (*Parietaria*, *Urtica*).

L'Indice Pollinico Allergenico (IPA) è un numero che dipende dalla quantità di pollini allergenici aerodispersi nella zona di monitoraggio. Maggiore è l'indice pollinico allergenico, maggiori sono le quantità medie di pollini aerodispersi, maggiore è l'attenzione da prestare a questo fenomeno. Si tratta comunque di un indicatore molto sintetico che dà una dimensione complessiva del fenomeno senza evidenziare il contributo che ad esso danno i pollini di ciascuna famiglia botanica (variabile secondo l'andamento stagionale e la località considerata).

L'illustrazione cartografica dei dati dell'IPA 2016 (**Mappa tematica 5.3.1** e **Tabella 5.3.1** nel file Excel allegato) conferma, in primo luogo, la distribuzione non uniforme, sul territorio italiano, delle stazioni di monitoraggio aerobiologico attive che risultano quasi tutte concentrate nel Centro-Nord.

La distribuzione dei valori dell'IPA mostrati nella Mappa ci permette di vedere quanto poco il fenomeno pollini aerodispersi sia uniforme sul territorio nazionale e quanto sia ampia la forbice tra i valori massimi e i valori minimi. Si possono individuare comunque alcune zone circoscritte, spesso accomunate dalle medesime caratteristiche geografiche (latitudine, altitudine, posizione rispetto ai rilievi e al mare, etc.), in cui troviamo, nell'anno, un analogo andamento della quantità di granuli pollinici aerodispersi (come ad esempio nella costiera ligure o nella zona prealpina che comprende Lecco, Sondrio, Trento e Bolzano).

Dall'analisi comparata dei dati degli anni 2013-2016, si riscontra poi che il valore dell'indicatore può essere soggetto a variabilità stagionali anche molto pronunciate, ma che le aree caratterizzate da una relativamente alta (o bassa) presenza di pollini aerodispersi mantengono in ogni caso questa loro caratteristica. Troviamo così, ad esempio, che città come Lecco, Perugia, Firenze, Bolzano e Trento, registrano spesso valori tra i più alti di IPA mentre quelli più bassi li troviamo, con la stessa frequenza, a Genova, Torino, Ravenna o Pescara.

I dati del 2016 registrano in molte località un aumento dell'IPA rispetto agli anni precedenti.

Su 21 delle 55 città monitorate (concentrate prevalentemente in Emilia Romagna, Lombardia, Trentino Alto Adige e Veneto), infatti, registriamo nel 2016 per questo indicatore il dato più alto dell'ultimo quadriennio mentre soltanto in 5 quello più basso (interessanti in particolare i dati di Firenze e Roma condizionati da una minore presenza di pollini di *Cupressaceae-Taxaceae*).

Mappa tematica 5.3.1 – Indice Pollinico Allergenico (IPA), Anno 2016



Fonte: elaborazione SNPA/AIA

Nota: i dati di Roma sono forniti dal Centro di Monitoraggio Aerobiologico dell'Università di Roma Tor Vergata

SPA – STAGIONE POLLINICA ALLERGENICA

Ciascuna famiglia botanica ha una sua stagione pollinica ovvero un periodo di tempo in cui disperde in atmosfera quantità significative di polline anemofilo. Se consideriamo le sette famiglie che rappresentano la quasi totalità dei pollini allergenici monitorati sul territorio italiano (*Betulaceae*, *Corylaceae*, *Oleaceae*, *Cupressaceae-Taxaceae*, *Graminaceae*, *Compositae*, *Urticaceae*) avremo sette diverse stagioni polliniche che si susseguono e sovrappongono l'una all'altra senza soluzione di continuità (esistono diversi metodi di calcolo della stagione pollinica, in questo caso si segue il metodo pubblicato da Jäger *et al.* nel 1996 richiamato in bibliografia). Per ciascuna stazione di monitoraggio, il periodo di tempo compreso tra l'inizio della stagione pollinica della famiglia più precoce e la fine di quella più tardiva, è caratterizzato, quindi, dalla presenza costante di pollini allergenici aerodispersi appartenenti ad almeno una delle famiglie in esame. Tale periodo, che serve a dare una dimensione temporale complessiva del fenomeno, lo definiamo **Stagione Pollinica Allergenica (SPA)**.

Come per quanto annotato in merito all'IPA, anche la stagione pollinica allergenica è un indicatore molto sintetico che serve a dare una dimensione generale, in questo caso temporale, del fenomeno pollini allergenici aerodispersi ma non ci indica i contributi che ad esso dà ciascuna famiglia botanica.

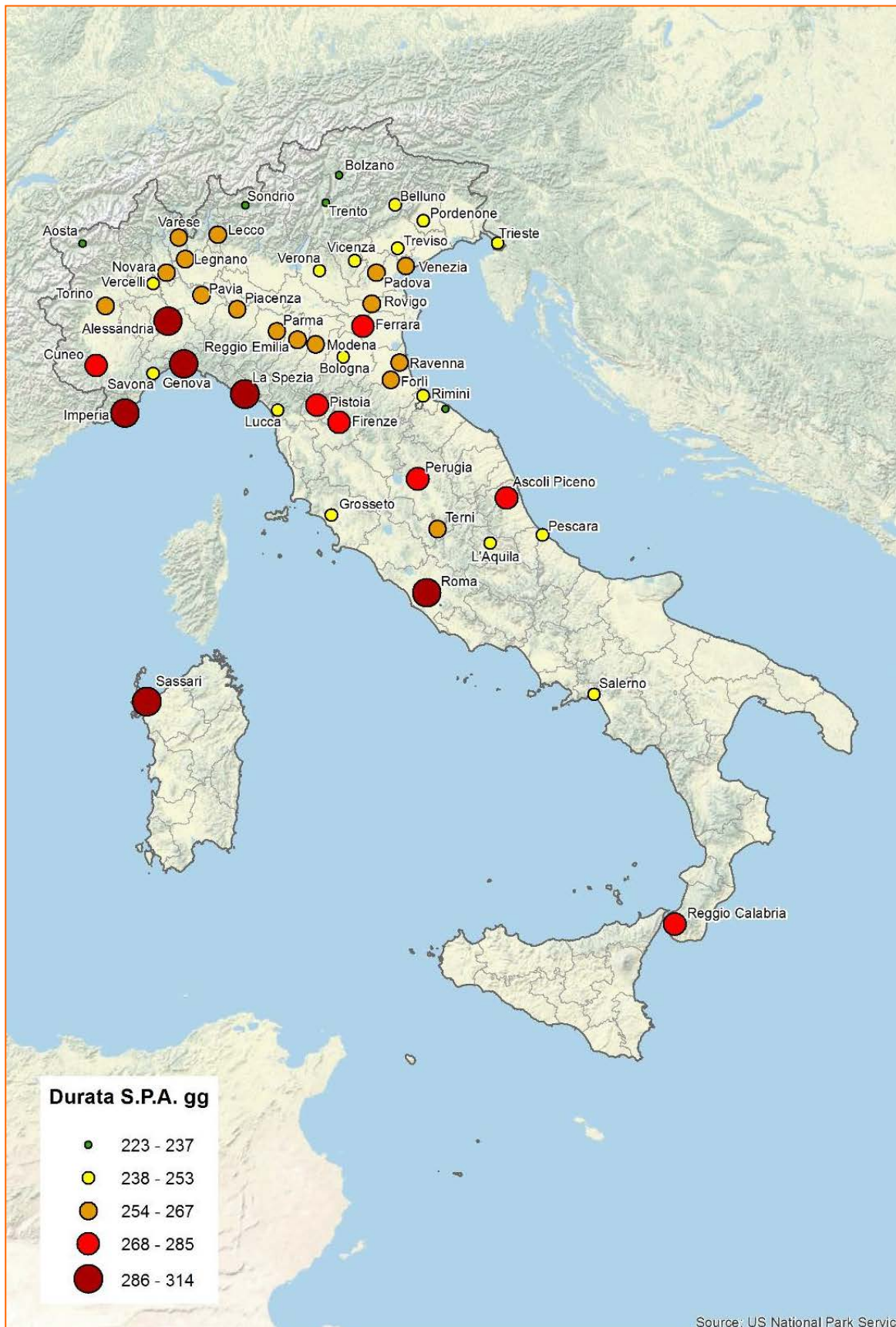
La rappresentazione cartografica dei dati dell'anno 2016 (**Mappa tematica 5.3.2** e **Tabella 5.3.2** nel file Excel allegato), mette in evidenza in particolare la durata della “stagione pollinica allergenica” ed è significativo vedere quali sono le città in cui la presenza di pollini allergenici aerodispersi dura più a lungo.

A proposito di quest'ultimo aspetto, confrontando a livello nazionale i dati del 2016 con quelli dei tre anni precedenti, si riscontra un valore analogo a quello del 2015 confermando l'incremento medio nazionale della durata delle SPA di circa 4 o 5 giorni rispetto ai valori del 2013 e 2014.

Parallelamente è interessante notare che i valori medi nazionali dell'Indice Pollinico Allergenico relativi al triennio 2013-2015 sono rimasti costanti, mentre si è registrato un sensibile incremento (dell'ordine del 15%) nel 2016.

Le città con SPA più lunga nel 2016 risultano Imperia (314 giorni), Alessandria e La Spezia (entrambe 308 giorni) quelle con SPA più breve sono Pesaro (223 giorni), Trento (233 giorni) e Bolzano (235 giorni).

Mappa tematica 5.3.2 –Durata Stagione Pollinica Allergenica (SPA), Anno 2016



Fonte: elaborazione SNPA/AIA

Nota: i dati di Roma sono forniti dal Centro di Monitoraggio Aerobiologico dell'Università di Roma Tor Vergata

DISCUSSIONE

L'IPA e la SPA dipendono dalle specie/famiglie botaniche presenti sul territorio, dal periodo della loro fioritura (SPA), dalla quantità di polline prodotto ed emesso (IPA). Variano entrambi con il variare delle condizioni meteo (essenzialmente temperatura e precipitazioni) ma la loro risposta è diversa perché sensibile a differenti modalità e temporalità di queste variazioni: per la SPA sono importanti principalmente le temperature e le precipitazioni nel periodo autunnale e invernale, per l'IPA quelle primaverili e estive. La SPA, inoltre, a differenza dell'IPA, è indipendente dal numero di piante allergizzanti presenti sul territorio.

Si tratta perciò di due indicatori indipendenti necessari entrambi per descrivere macroscopicamente il fenomeno pollini aerodispersi, utili a individuare i luoghi sul territorio nazionale dove esso è più intenso o più duraturo nel tempo.

Per il 2016 sono particolarmente interessanti i dati delle città di Trento e Bolzano. In entrambi i casi abbiamo dei valori molto alti di IPA (anche rispetto agli anni precedenti) insieme a durate di SPA tra le più brevi. Il significato complessivo di questi dati è che i valori medi di concentrazione giornaliera di pollini aerodispersi nelle due località nel 2016 sono stati particolarmente alti.

Se si volesse entrare più nel dettaglio (e questo è necessario, per esempio, per studiare analiticamente gli effetti dei pollini sulla salute), questi due indicatori non sarebbero più utilizzabili, ma si dovrebbero analizzare i pollini famiglia per famiglia ricavando per ciascuna di esse stagione pollinica e indice pollinico (dati ed elaborazioni disponibili nell'Annuario dei dati ambientali: <http://annuario.isprambiente.it/> di ISPRA, in cui si è preferito effettuare un'analisi città per città).

Dalla distribuzione geografica delle stazioni di monitoraggio attive, risulta ancora evidente la carenza di dati disponibili al Sud e sulle Isole per cui restano escluse dal rilevamento dei pollini aerodispersi aree urbane anche molto importanti. La situazione è comunque in evoluzione positiva con la recente attivazione di stazioni di monitoraggio a Napoli, Caserta e Bari.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti i colleghi del SNPA aderenti a POLLnet, l'Associazione Italiana di Aerobiologia e il Centro di Monitoraggio Aerobiologico dell'Università di Roma Tor Vergata.

BIBLIOGRAFIA

García-Mozo H., Galán C., Jato V., Belmonte J., Díaz de la Guardia C., Fernández D., Gutiérrez M., Aira M.J., Roure J.M., Ruiz L., Mar Trigo M. e Domínguez-Vilches E., 2006. *Quercus pollen season dynamics in the Iberian peninsula: response to meteorological parameters and possible consequences of climate change*. Annals of agricultural and environmental medicine, 13 (2): 209-224.

Jäger S., Nilsson S., Berggren B., Pessi A.M., Helander M. e Ramfjord H., 1996. *Trends of some airborne tree pollen in the Nordic countries and Austria, 1980-1993. A comparison between Stockholm, Trondheim, Turku and Vienna*. Grana, 35: 171-178.

Legge 28 giugno 2016, n. 132 “Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale”. Pubblicata in GU Serie Generale n.166 del 18/07/2016.

Pérez-Badía R., Rapp A., Morales C., Sardinero S., Galán C. e García-Mozo H., 2006. *Pollen spectrum and risk of pollen allergy in central Spain*. Annals of agricultural and environmental medicine, 17 (1): 139-151.

Tormo-Molina R., Gonzalo-Carijo M.A., Silva-Palacios I. e Muñoz-Rodríguez A.F., 2010. *General Trends in Airborne Pollen Production and Pollination Periods at a Mediterranean Site (Badajoz, Southwest Spain)*. Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology, 20 (7): 567-574.

BOX:LE VERNICI DA INTERNO - UNA FONTE DI INQUINAMENTO *INDOOR*

Arianna Lepore, Giuliana Giardi, Silvia Brini

ISPRA – Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale

La qualità dell'aria in ambiente confinato è oggetto di sempre maggiore interesse, poiché le persone – soprattutto in occidente – trascorrono la maggior parte del tempo in ambienti chiusi e di recente sono stati messi in commercio semplici strumenti per la rilevazione dei principali inquinanti *indoor*. Le fonti di inquinamento *indoor* sono esterne o interne e derivano anche dalle abitudini e attività svolte dagli occupanti. Esempi di sorgenti interne sono: materiale da costruzione e arredamento, fumo di tabacco (diffusa fonte di inquinamento *indoor* legata alle abitudini). Altra importante fonte di inquinamento *indoor* sono le vernici da interni: una parete dove vengono applicate vernici costituisce una sorgente emissiva continua-irregolare che genera flussi emissivi che diminuiscono nel tempo anche in relazione alle variazioni microclimatiche, ossia velocità dell'aria, umidità e temperatura (ISS, 2013). I principali inquinanti emessi sono i Composti Organici Volatili (COV) come formaldeide, benzene, toluene e naftalene (Gilbert, 2006; WHO, 2010; Kolarik, 2012), presenti nei prodotti vernicianti perché utili per aumentare la spalmabilità o aggiunti come biocidi e fungicidi (Greene, 2000). Alcuni di questi composti sono cancerogeni per l'uomo, come la formaldeide (IARC, 2006) e il benzene (IARC, 2012). In generale si tratta di composti che possono provocare effetti acuti sulla salute a breve termine, come irritazione a occhi, gola o polmoni, mal di testa, vertigini e problemi alla vista (U.S. EPA, CPSC, Montgomery County-Maryland, 2000; Mendell, 2007).

Le vernici di vecchia produzione possono essere fonti anche di piombo (Lucas, 2012), soprattutto se le pareti su cui sono state stese sono ormai deteriorate.

Nella normativa italiana un primo segnale di attenzione alla vernice come fonte di inquinamento è costituito dalla Circolare n. 57 del 22/06/1983 del Ministero della Sanità su “Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego”, che fissa come limite massimo di esposizione all'inquinante il valore di 0,1 ppm negli ambienti nei quali siano stati utilizzati schiume di urea-formaldeide, compensati, truciolati, conglomerati di sughero, ma anche manufatti da settori diversi dall'edilizia, quali il settore tessile, quello della carta, delle vernici, degli abrasivi, della moquette, ecc. Il testo di riferimento nella normativa italiana in merito all'inquinamento negli ambienti chiusi, ossia l'Accordo tra il Ministro della Salute, le Regioni e le Province autonome sul documento concernente: “Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati” (Conferenza Stato-Regioni, 2001), cita tra gli inquinanti *indoor* di tipo chimico i COV e il benzene come derivanti da fonti di inquinamento costituite, tra le altre, da solventi e vernici. Successivamente il D.Lgs. 161/2006 impone l'immissione sul mercato dei prodotti di verniciatura soltanto se provvisti di un'etichetta che indichi il tipo di prodotto, il relativo valore limite di contenuto di COV, espresso in g/l, e il contenuto massimo di composti organici volatili, espresso in g/l, nel prodotto pronto all'uso.

L'Accordo tra Governo, Regioni, Province Autonome di Trento e Bolzano, Province, Comuni e Comunità montane, concernente “Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio *indoor* per allergie ed asma” (18 novembre 2010), inserendo i COV tra i principali inquinanti *indoor* nelle scuole, raccomanda di “effettuare qualsiasi intervento di manutenzione e di ristrutturazione dell'edificio solo nei periodi di lunga vacanza scolastica, principalmente durante il periodo estivo. L'inquinamento da materiali costruttivi si verifica soprattutto durante gli interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria degli edifici, con elevate emissioni di VOC da vernici e adesivi e rilascio di particolato nelle fasi di demolizione e rimozione.”

In tempi recenti è di rilievo l'adozione, nell'ambito del Piano d'Azione Nazionale sul *Green Public Procurement*, dei “Criteri Ambientali Minimi” per l’“affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione” (DM del 24 dicembre 2015). Il documento prevede una sezione riguardante l'inquinamento *indoor* e l'emissione dei materiali con l'indicazione di specifici limiti di emissione a 28 giorni per diversi composti, facendo riferimento ad alcune categorie di materiali considerate “critiche” (come pitture e vernici, adesivi e sigillanti, ecc.).

Sul mercato è presente una gran varietà di vernici e solventi. Gli effetti sulla salute dovuti al loro uso dipendono da numerosi fattori: quantità di sostanze inquinanti rilasciate, tempo di esposizione, età e condizioni di salute, e suscettibilità individuale. Per minimizzare i rischi possono essere adottati alcuni accorgimenti: scegliere, innanzitutto, vernici per interno; leggere sempre le etichette per selezionare prodotti a bassa emissione e seguire le istruzioni e le precauzioni di sicurezza; garantire un'adeguata

ventilazione durante la verniciatura; ventilare dopo le operazioni di verniciatura (alcune componenti possono essere rilasciati per giorni); pulire adeguatamente pennelli e attrezzature; comprare la quantità di prodotto necessaria; nel caso in cui rimanga del prodotto, chiudere bene i barattoli di vernice residua; pianificare la verniciatura in periodi in cui le finestre sono facilmente apribili, ossia in primavera o autunno (U.S. EPA, CPSC, Montgomery County-Maryland, 2000). Vale la pena soffermarsi sul primo accorgimento: per scegliere un prodotto a bassa emissione di inquinanti, uno strumento di cui si può avvalere un consumatore è il marchio ecologico conseguito dalle aziende che si propongono sul mercato in maniera “sostenibile”, promuovendo prodotti a ridotto impatto ambientale per l'intero ciclo di vita (*LCA, Life Cycle Assessment*). Il marchio di qualità ecologica sulle confezioni dei prodotti immessi sul mercato offre ai consumatori un'informazione immediata, basata su evidenze scientifiche. Le certificazioni ambientali volontarie di prodotto associate a specifici marchi o etichette possono essere classificabili per differenti criteri e categorie. Le certificazioni riconducibili allo standard ISO sono di TIPO I-II-III. Nel caso dei marchi di TIPO I (ISO 14024), l'attribuzione del marchio avviene in base al rispetto di criteri specifici elaborati da parte terza (pubblica o privata), che prevedono il rispetto di valori soglia e sono definite etichette prestazionali. Per i marchi di TIPO II (ISO 14021), l'attribuzione del marchio si basa su autodichiarazioni del produttore, che ne è esclusivo responsabile; non richiedono di per sé una verifica da parte di enti terzi, ma la norma ISO ne disciplina le modalità di diffusione e i requisiti sul contenuto dell'informazione. Per le etichette di TIPO III (ISO 14025), l'attribuzione del marchio avviene sulla base di una dichiarazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto, quantificati tramite analisi del ciclo di vita (*LCA*), fatta sulla base di specifiche di prodotto di riferimento che ne consentono la comparabilità. Le etichette di TIPO I e II sono rivolte al consumatore o utente finale, mentre le etichette ambientali di TIPO III sono indirizzate prevalentemente per i clienti industriali. Di seguito si riportano alcuni esempi di marchio ecologico più diffusi a livello europeo.



L'etichetta ecologica di TIPO I riconosciuta a livello europeo è l'Ecolabel UE; creata dalla Commissione dell'Unione Europea nel 1992, si fonda su criteri scientifici in relazione all'intero ciclo di vita dei prodotti (dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento del prodotto finale, seguendo un approccio di tipo *LCA*). I criteri riguardano i principali impatti ambientali di ogni categoria di prodotto, e mirano a limitare il consumo energetico (favoriscono l'uso di energie rinnovabili), idrico e la produzione di rifiuti (incentivano riutilizzabilità e riciclabilità), e favoriscono l'utilizzo di sostanze chimiche meno pericolose per l'ambiente e per l'uomo (sistema *multicriteria*). Al contempo però non dimenticano di fissare severi requisiti anche sulla qualità del prodotto e sulle sue prestazioni e tengono in conto, ove possibile, anche degli aspetti etici e sociali. Tale etichetta è sottoposta a certificazione esterna, indipendente, e viene attribuita da un organismo competente sulla base di specifici criteri di riconoscimento dell'eccellenza ambientale, diversi per ogni categoria di prodotti. Per i prodotti vernicianti i criteri sono definiti dalla Dec. 2014/312/UE del 28.05.2014 e smi (Dec. 2015/886/UE dell'8.06.2015; Dec. 2016/397/UE del 16.03.2016) e prevedono limiti stringenti sul contenuto di sostanze pericolose (ad. es. metalli pesanti, formaldeide, COV e SCOVID, ossia Composti Organici Semivolatili), al contempo richiedendo elevate prestazioni al prodotto finito (resa, resistenza al lavaggio, agli agenti atmosferici ecc.).

Negli ultimi anni, alcuni Stati europei hanno portato avanti una politica puntuale di regolamento sulle emissioni *indoor*. Per esempio la Francia dal 1° gennaio 2012 ha obbligato i produttori di prodotti per



la costruzione e la decorazione destinati all'uso *indoor*, comprese le vernici, ad identificare il livello di emissioni di COV sulle etichette dei prodotti commercializzati (ANSES, 2016). Il livello di emissione del prodotto è indicato da una classe che va da A+ (emissioni molto basse) a C (emissioni elevate), secondo il principio già

utilizzato per gli elettrodomestici o veicoli. In Germania un marchio ecologico diffuso è *Der Blaue*



Engel (anche in questo caso marchio di TIPO I, creato nel 1978) che per le vernici da interno garantisce un livello particolarmente basso di solventi e formaldeide, un contenuto plastificante inferiore allo 0,1%, conservanti limitati al minimo e la possibilità di una consulenza personale per persone allergiche (Der Blaue Engel, 2017). Il *Nordic*

Ecolabelling (o *Nordic Swan Ecolabel*) è il marchio di qualità ecologica di prodotto dei Paesi scandinavi (Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia e Svezia). Istituito nel 1989, è un marchio di TIPO I (ISO 14024). Le vernici per interni dotate di marchio *Nordic Swan Ecolabel* contengono un basso numero di sostanze nocive per l'ambiente e un basso numero di sostanze con effetti sanitari. Per ottenere il marchio, le vernici da interno devono rispondere a diversi requisiti tra cui rigorosi vincoli per i solventi (COV e SCOVID), per le sostanze pericolose per l'ambiente e per i conservanti (Nordic Ecolabelling, 2015).



RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i colleghi Francesca De Maio e Gianluca Cesarei (ISPRA).

BIBLIOGRAFIA

ANSES (French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety), *Labelling of building and decoration products with respect to VOC emissions*, 24/08/2016. Consultazione del 13 luglio 2017 del sito: <https://www.anses.fr/en/content/labelling-building-and-decoration-products-respect-voc-emissions>

Conferenza Stato-Regioni, Accordo tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome sul documento concernente: “*Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*” (G.U. 27 novembre 2001, n. 276, suppl. ord.).

Conferenza Unificata, Accordo tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano ai sensi degli articoli 2, comma 1, lett. b) e 4, comma 1, del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, sul documento recante “*Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi*”. Rep. Atti n. 79/Conferenza Stato-Regioni del 7 maggio 2015.

Decisione (UE) della Commissione 2014/312/UE che stabilisce i criteri ecologici per l’assegnazione di un marchio comunitario di qualità ecologica ai prodotti vernicianti per esterni e per interni.

Decisione (UE) della Commissione 2015/886/UE dell’8 giugno 2015 recante modifica della decisione 2014/312/UE che stabilisce i criteri ecologici per l’assegnazione di un marchio comunitario di qualità ecologica ai prodotti vernicianti per esterni e per interni.

Der Blaue Engel, Consultazione del 13 luglio 2017 del sito: <https://www.blauer-engel.de/en/products/construction/wandfarben/innenwandfarbe>

Di Cesare L., *Marchi ed etichette di qualità nell’edilizia*, Io Roma - Rivista dell’ordine degli ingegneri della Provincia di Roma, n. 3/2016, disponibile al link: http://rivista.ording.roma.it/wp-content/uploads/2017/01/Rivista_IOrma_11_LowRes_OK.pdf.

D.Lgs. del 27/3/2006 n. 161, Attuazione della direttiva 2004/42/CE, per la limitazione delle emissioni di composti organici volatili conseguenti all’uso di solventi in talune pitture e vernici, nonché in prodotti per la carrozzeria. (G. U. 2 maggio 2006, n. 100).

DM del 24 dicembre 2015. Adozione dei criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l’incontinenza. (G. U. 21 gennaio 2016, n. 16).

Greene LA, *Healthy Indoor Painting Practices*. Environ Health Perspect, 2000 Dec;108(12):A552.

IARC, *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans - VOLUME 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol*, 2006.

IARC, *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 100, F. Review of Human Carcinogens*, 2012.

ISS, *Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor*. 2013. ISTISAN 13/4.

U.S. EPA, CPSC, Montgomery County-Maryland, *Healthy Indoor Painting Practices*. 2000.

Mendell MJ, *Indoor residential chemical emissions as risk factors for respiratory and allergic effects in children: a review*. Indoor Air. 2007 Aug;17(4):259-77.

Kolarik B., Gunnarsen, A. Logadottir, L.W. Funch, *Concentrations of Formaldehyde in new Danish Residential Buildings in Relation to WHO Recommendations and CEN Requirements*. Indoor and Built Environment Vol 21, Issue 4, 2012.

Gilbert NL et al. *Housing characteristics and indoor concentrations of nitrogen dioxide and formaldehyde in Quebec City, Canada*. Environmental Research, 2006, 102:1–8.

Jean-Paul Lucas, Barbara Le Bot, Philippe Glorennec, Anne Etchevers, Philippe Bretin, Francis Douay, Véronique Sébille, Lise Bellanger, Corinne Mandina, *Lead contamination in French children's homes and environment*. Environmental Research 116 (2012) 58-65.

Lepore A., Ubaldi V., Brini S., 2010. *Inquinamento Indoor: aspetti generali e casi studio in Italia*. Rapporti 117/2010. Roma: ISPRA.

Nordic Ecolabelling, *Nordic Ecolabelling of Indoor paints and varnishes*, Version 3.3 05 November 2015 - 31 December 2019.

Tacca F., *Progettare l’arredo eco sostenibile*, U&C n°10 novembre/dicembre 2014, disponibile al link <http://www.pr.camcom.it/promozione/innovazione-tecnologica/materiale-innovazione-tecnologica-2014/dossier-u-c-n-10-2014-arredo-ecosostenibile>.

World Health Organization, *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. 2010.

SITOGRAFIA

Istituto Nazionale per la protezione dell'ambiente <http://www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/ecolabel-ue>

Associazione italiana produttori di vernici <http://assovernici.it/>

Agenzia europea per le sostanze chimiche <https://echa.europa.eu/it/home>

Istituto Superiore di Sanità <http://www.iss.it>

International Organization for Standardization <https://www.iso.org/home.html>

5.4 ESPOSIZIONE AL GAS RADON INDOOR

Francesco Salvi, Giancarlo Torri

ISPRA – Centro Nazionale per la Rete Nazionale dei Laboratori

Gennaro Venoso, Francesco Bochicchio

ISS – Centro Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale

Riassunto

Il radon è un gas radioattivo prodotto dal decadimento dell'uranio presente in natura, in particolare nel suolo, nelle rocce e in alcuni materiali da costruzione. Può accumularsi negli ambienti chiusi (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) raggiungendo in taluni casi concentrazioni molto elevate. L'esposizione al radon è considerata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità il secondo fattore di rischio per il tumore polmonare dopo il fumo di tabacco. Per questo motivo, molti Stati hanno avviato da tempo programmi per diminuirne l'impatto sanitario e l'Italia, in particolare, è impegnata nel recepimento della Direttiva europea 2013/59/Euratom in materia di radioprotezione che include anche disposizioni relative al radon.

Nel presente Rapporto sono riportate, per diversi Comuni italiani, le stime dei valori medi annuali di concentrazione di radon ottenute tramite campagne di misura condotte in abitazioni. Tali valori medi comunali sono utili per scopi di pianificazione territoriale ma non possono essere usati in alcun modo per prevedere il valore di concentrazione di radon in una specifica abitazione a causa della sua notevole variabilità, che si riscontra tra un'abitazione e l'altra, anche nello stesso Comune. Per conoscere il valore di concentrazione di radon presente in una specifica abitazione è necessario effettuarne una misurazione diretta al suo interno usando semplici ed economici dispositivi di misura.

Parole chiave

Radioattività, esposizione al radon, normative, qualità dell'aria indoor, peso sanitario

Abstract – Exposure to indoor radon

Radon is a radioactive gas produced by the decay of naturally occurring uranium, mainly in soil and building materials. It can accumulate in enclosed spaces (dwellings, schools, workplaces) reaching, in some cases, very high concentrations. According to WHO, radon is the second leading cause of lung cancer after smoking. Worldwide, many Countries have initiated programs to reduce the health impact from exposure to radon. Italy is committed to implementing the Council directive 2013/59/Euratom on radiation protection including radon. Arithmetic means of annual radon concentrations in dwellings of several municipalities are shown in this Report. These values are useful for purposes of planning but not indicative of the concentration of radon in a specific dwelling, due to the high spatial variability of radon concentration among buildings, also within the same municipality. In order to know the indoor radon concentration of any specific dwelling, it is necessary to perform a direct measurement using simple and inexpensive devices.

Keywords

Radioactivity, radon exposure, regulations, indoor air quality, health burden

ESPOSIZIONE AL GAS RADON INDOOR

Il **radon** è un gas radioattivo di origine naturale proveniente principalmente dal suolo e, in misura minore, dai materiali da costruzione e dall'acqua, il quale si accumula negli ambienti chiusi (abitazioni, scuole, ambienti di lavoro). Il radon è considerato essere la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di tabacco. Fin dal 1988 l'Organizzazione Mondiale della Sanità, attraverso l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, lo ha dichiarato agente in grado di indurre il tumore polmonare (IARC 1988, IARC 2011). In Italia, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ha stimato che circa 3.400 casi annui di tumore polmonare (su un totale di oltre 30.000) siano attribuibili al radon (Bochicchio *et al.*, 2013); in Europa, l'esposizione al radon è stimata essere responsabile di circa il 9% dei decessi per tumore polmonare (Darby *et al.*, 2005). Per tali motivi molti Paesi hanno attivato programmi finalizzati a diminuirne l'impatto sanitario.

In questo quadro si inserisce la Direttiva 2013/59/Euratom in materia di radioprotezione, che l'Italia dovrà recepire entro l'inizio del 2018 aggiornando l'attuale D.lgs. 230/95, e che contiene per la prima volta disposizioni finalizzate a ridurre la presenza del radon nelle abitazioni. La direttiva prevede che ciascuno Stato Membro dell'Unione Europea stabilisca dei livelli di riferimento per la concentrazione media annua di radon non superiori a 300 Bq m^{-3} , sia per le abitazioni che per i luoghi di lavoro. La direttiva stabilisce, inoltre, che gli Stati Membri definiscano un piano di azione nazionale – l'Italia dovrà pertanto aggiornare il Piano Nazionale Radon (Ministero della Salute, 2002) elaborato nel 2002 – che affronti tutti gli aspetti connessi ai rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al radon nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro.

I dati riportati per ciascun Comune inserito in **Tabella 5.4.1** (nella sezione Tabelle) sono: i) il numero di indagini di misura della concentrazione di radon (media annuale) effettuato all'interno del Comune; ii) il numero complessivo di abitazioni in cui sono state effettuate le misure nell'ambito di tali indagini; iii) la media aritmetica delle concentrazioni di radon misurate.

I dati mostrati sono stati ottenuti nell'ambito dell'indagine nazionale (1989-1998) promossa da ISPRA, ISS e dal Sistema delle Agenzie Ambientali Regionali e Provinciali (Bochicchio *et al.*, 2005) e delle successive indagini regionali sull'esposizione al radon nelle abitazioni. I valori medi annui a livello comunale (o per altre aggregazioni) sono ritenuti essere approssimativamente stabili nel tempo rendendo generalmente affidabili le stime ottenute anche in tempi non recenti.

La metodologia di elaborazione dei dati è la stessa utilizzata nel *Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano 2014* (Salvi *et al.*, 2014) con l'eventuale aggiornamento dei dati comunali già presenti in edizioni passate e l'inserimento di nuovi Comuni.

DISCUSSIONE

L'indicatore riportato per ciascuno dei Comuni presenti in Tabella 5.4.1 rappresenta una stima della media aritmetica delle concentrazioni di radon presenti nelle abitazioni del Comune. Nel caso di indagini rappresentative dell'esposizione della popolazione, la media aritmetica è un indicatore importante in quanto consente di stimare l'impatto sanitario complessivo attribuibile al radon presente nel territorio in esame (Bochicchio *et al.*, 2013). Le differenze tra i valori medi tra un Comune e l'altro sono solitamente attribuibili alla diversa tipologia dei suoli, alle differenti caratteristiche costruttive e al differente clima.

Indagini effettuate campionando una maggiore frazione di abitazioni ai piani più bassi degli edifici (ad esempio al piano rialzato ed al piano terra) rispetto alla reale distribuzione tendono a sovrastimare la concentrazione media a cui è esposta la popolazione del Comune, in quanto i valori di concentrazione di radon ai piani più bassi sono generalmente più elevati di quelli ai piani superiori. Si è comunque deciso di riportare i risultati di queste indagini, con una nota esplicativa, in quanto danno comunque un contributo informativo di tipo cautelativo.

Occorre inoltre ricordare che l'elevata variabilità della concentrazione di radon tra le diverse abitazioni, anche di uno stesso Comune, non consente di utilizzare il valore della media comunale come indicatore affidabile del valore della concentrazione di radon in una specifica abitazione situata nello stesso Comune. L'unico modo per avere una stima affidabile della concentrazione di radon in una specifica abitazione (ad esempio la propria) è quello di effettuare una misura diretta, che costa indicativamente, esclusi eventuali sopralluoghi, alcune decine di euro.

Va segnalato, infine, che, per avere un quadro completo sulla distribuzione della concentrazione di radon in un Comune, oltre alla media è necessario conoscere altri parametri, che possono essere utili, ad esempio, a stimare la probabilità di trovare abitazioni che presentano valori di concentrazione superiori al livello di riferimento. Ciò può essere utile anche per la definizione di zone in cui indirizzare prioritariamente risorse per l'individuazione delle abitazioni con valori di concentrazione elevati.

BIBLIOGRAFIA

Bochicchio F, Campos Venuti G, Piermattei S, Nuccetelli C, Risica S, Tommasino L, Torri G, Magnoni M, Agnesod G, Sgorbati G, Bonomi M, Minach L, Trotti F, Malisan MR, Maggiolo S, Gaidolfi L, Giannardi C, Rongoni A, Lombardi M, Cherubini G, D'Ostilio S, Cristofaro C, Pugliese MG, Martucci V, Crispino A, Cuzzocrea P, Sansone Santamaria A, Cappai M, 2005. *Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian regions*. Radiation measurements, 40(2-6): 686–694.

Bochicchio F, Antignani S, Venoso G, Forastiere F, 2013. *Quantitative evaluation of the lung cancer deaths attributable to residential radon: a simple method and results for all the 21 Italian Regions*. Radiation measurements, 50: 121–126.

Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios J M, Baysson H, Bochicchio F, Deo H, Falk R, Forastiere F, Hakama M, Heid I, Kreienbrock L, Kreuzer M, Lagarde F, Mäkeläinen I, Muirhead C, Oberaigner W, Pershagen G, Ruano-Ravina A, Ruosteenoja E, Schaffrath Rosario A, Tirmarche M, Tomáček L, Whitley E, Wichmann H E, Doll R, 2005. *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*, BMJ 330:223.

DLgs 230/95. Decreto Legislativo del Governo 17 marzo 1995 n° 230. Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti.

Euratom, 2013. Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Gazzetta Ufficiale europea, L 13 del 17 gennaio 2014.

IARC, International Agency for Research on Cancer, 1988. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Man-made mineral fibres and radon*, Volume 43.

IARC, International Agency for Research on Cancer, 2011. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, A review of human carcinogens*, Volume 100D.

Ministero della Salute, 2002. *Il Piano Nazionale Radon*. 127 pp. (scaricabile alla pagina: <http://www.iss.it/radon/index.php?lang=1&anno=2016&tipo=3>)

Salvi F., Torri G., Venoso G, Bochicchio, F, 2015. *Esposizione della popolazione urbana agli inquinanti atmosferici outdoor*, *Qualità dell'ambiente urbano – XI Rapporto (2015)*. ISPRA Stato dell'Ambiente 63, pp. 578–583.

TABELLE

Tabella 5.4.1 - Concentrazioni medie annuali di radon nelle 69 aree urbane

| Comuni | N. Indagini | N. Abitazioni | Media (Bq m ⁻³) | Comuni | N. Indagini | N. Abitazioni | Media (Bq m ⁻³) |
|---------------|-------------|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------|---------------|-----------------------------|
| Torino | 1 | 100 | 42 | Grosseto | 2 | 168 | 46 |
| Novara | 1 | 10 | 52 | Perugia | 1 | 14 | 29 |
| Cuneo | 1 | 8 | 67 | Terni | 1 | 10 | 59 |
| Verbania | 1 | 26 | 84 (2) | Ancona | 1 | 19 | 23 |
| Aosta | 1 | 80 | 40 (1) | Viterbo | 1 | 89 | 145 |
| Genova | 1 | 76 | 27 | Rieti | 1 | 50 | 81 |
| La Spezia | 1 | 12 | 33 | Guidonia Montecelio | 1 | 18 | 86 |
| Milano | 1 | 156 | 75 | Roma | 2 | 325 | 87 |
| Monza | 1 | 11 | 59 | Latina | 1 | 57 | 105 |
| Bergamo | 1 | 11 | 92 | Frosinone | 1 | 23 | 128 |
| Brescia | 1 | 20 | 94 | Pescara | 1 | 11 | 25 |
| Bolzano | 1 | 10 | 49 | Napoli | 1 | 36 | 124 |
| Trento | 1 | 17 | 50 | Salerno | 1 | 30 | 54 |
| Verona | 2 | 74 | 50 | Foggia | 1 | 11 | 58 |
| Vicenza | 2 | 20 | 87 | Bari | 1 | 26 | 29 |
| Belluno | 2 | 51 | 96 | Taranto | 1 | 19 | 41 |
| Treviso | 1 | 10 | 63 | Lecce | 1 | 9 | 127 |
| Venezia | 1 | 33 | 46 | Cosenza | 1 | 9 | 10 |
| Padova | 1 | 23 | 56 | Catanzaro | 1 | 8 | 18 |
| Rovigo | 1 | 10 | 38 | Reggio Calabria | 1 | 14 | 15 |
| Pordenone | 1 | 23 | 107 (2) | Palermo | 1 | 51 | 27 |
| Udine | 1 | 21 | 136 | Messina | 1 | 21 | 30 |
| Gorizia | 1 | 29 | 51 (2) | Catania | 1 | 27 | 30 |
| Trieste | 1 | 57 | 67 | Ragusa | 1 | 112 | 45 |
| Piacenza | 1 | 11 | 31 | Siracusa | 1 | 10 | 25 |
| Parma | 1 | 16 | 34 | Sassari | 1 | 8 | 45 |
| Reggio Emilia | 1 | 13 | 25 | Cagliari | 1 | 17 | 57 |
| Modena | 1 | 17 | 24 | | | | |
| Bologna | 1 | 47 | 42 | | | | |
| Ferrara | 1 | 14 | 37 | | | | |
| Ravenna | 1 | 13 | 39 | | | | |
| Forlì | 1 | 11 | 45 | | | | |
| Rimini | 1 | 11 | 50 | | | | |
| Massa | 1 | 11 | 36 | | | | |
| Lucca | 1 | 12 | 31 | | | | |
| Pistoia | 1 | 9 | 33 | | | | |
| Firenze | 2 | 48 | 24 | | | | |
| Prato | 2 | 28 | 27 | | | | |
| Livorno | 2 | 25 | 23 | | | | |
| Pisa | 1 | 18 | 22 | | | | |
| Arezzo | 1 | 14 | 39 | | | | |
| Siena | 1 | 13 | 21 | | | | |

Fonte: Elaborazione ISPRA-ISS su dati ISPRA-ISS/ARPA/APPA (1) Abitazioni campionate in gran parte tra quelle al piano terra ed al primo piano, quindi la media è probabilmente sovrastimata. (2) Abitazioni campionate esclusivamente tra quelle al piano terra o piano rialzato, quindi la media è probabilmente sovrastimata.