

6. QUALITÀ DELL'ARIA



SINTESI

a cura di Giorgio Cattani

Circa vent'anni fa, l'Ue inaugurava con la direttiva quadro sulla qualità dell'aria una nuova strategia europea nella valutazione e gestione della qualità dell'aria, finalizzata ad "evitare, prevenire e ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso" (Direttiva 96/62/CE). Già allora sembrava evidente che per contenere l'inquinamento atmosferico entro i limiti imposti, e per rispettare gli obiettivi entro i tempi previsti, occorreva ridurre in modo significativo (in molti casi di oltre il 50%) le emissioni degli inquinanti primari (monossido di carbonio, benzene, biossido di zolfo) e dei precursori degli inquinanti che si formano in parte (materiale particolato, biossido di azoto) o in toto (ozono troposferico) in atmosfera. Questa sfida era considerata allora particolarmente impegnativa, e le previsioni, in particolare in Italia, non erano particolarmente ottimistiche (Cocheo, 2000). In questi undici anni, il rapporto sull'ambiente urbano ha puntualmente descritto l'evoluzione della qualità dell'aria nelle nostre città, seguendo i progressi nella riduzione delle emissioni determinati da azioni implementate a livello nazionale, regionale e locale e monitorando l'effetto sui livelli di concentrazione registrati dalle centraline di monitoraggio dei vari network regionali.

Il paragrafo **6.1** descrive in modo sintetico lo stato della qualità dell'aria nel 2014, riportando anche alcuni indicatori relativi ai primi mesi del 2015.

Nel 2014 per il PM_{10} si registrano superamenti del valore limite giornaliero in 30 aree urbane, e 18 di queste hanno già superato il valore limite giornaliero nel 2015; inoltre il valore limite annuale per l' NO_2 è superato in almeno una delle stazioni di monitoraggio in 20 città. Può parzialmente confortare il fatto che i dati del 2014 sembrano confermare il sia pur moderato *trend* di riduzione dei livelli di PM_{10} e NO_2 osservato nelle precedenti edizioni, oltre al sostanziale rispetto del valore limite annuale per il $PM_{2,5}$.

I livelli di ozono continuano invece ad oscillare di anno in anno soprattutto in dipendenza di fattori legati alle peculiarità meteorologiche della stagione estiva (come si può dedurre osservando i valori del 2014 e del 2015), restando ben al di sopra degli obiettivi dettati dalle direttive europee.

Nel paragrafo **6.2** è riportata 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 (PM_{10} e $PM_{2,5}$), al biossido di azoto (NO_2) 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.

Per l'ozono troposferico (O_3) si fa invece riferimento ai giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.¹

Per il PM_{10} e $PM_{2,5}$ quasi tutti i valori considerati ai fini dell'esposizione media annua sono al di sotto dei limiti normativi, ma è da ricordare che i valori di riferimento

¹ Nessun superamento del valore di $120 \mu g/m^3$ come media massima giornaliera calcolata su 8 ore

proposti dall' Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come valore di riferimento per la protezione della salute umana (rispettivamente $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono inferiori a quelli previsti dalla normativa e larga parte della popolazione urbana è tuttora esposta a livelli superiori a tali valori guida (l'88% degli abitanti residenti nelle aree urbane considerate nel caso del PM_{10} e l'80% nel caso del $\text{PM}_{2,5}$).

Il *trend* di riduzione dei livelli si traduce in una generale diminuzione della percentuale di popolazione esposta a livelli superiori ai valori limite di legge, così come ai valori di riferimento dell' OMS, in particolare se si confronta il 2014 con l'anno precedente.

Nel caso del biossido di azoto, a differenza del PM_{10} e del $\text{PM}_{2,5}$, il valore limite di legge per l'esposizione a lungo termine coincide con il valore limite di riferimento OMS ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale): nel 2014 gli indicatori sviluppati per valutare l'esposizione media annua ad NO_2 nelle aree urbane, sono in larga parte inferiori a tale soglia. I livelli di NO_2 sono fortemente variabili spazialmente in dipendenza della prossimità del punto di misura alla sorgente traffico veicolare; i superamenti del valore limite si registrano tipicamente in stazioni ubicate in prossimità di importanti arterie stradali, che non sono utilizzate nel calcolo degli indicatori di esposizione media della popolazione.

Un altro aspetto rilevante è quello relativo all'esposizione della popolazione ad alti livelli di ozono nel periodo estivo: nel 2014 oltre il 78% della popolazione è stata esposta per più di 10 giorni a valori superiori a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

Per il Benzo(a)pirene solo poco più dell'1% della popolazione considerata è risultata esposta ad un valore superiore al valore obiettivo ($1 \text{ng}/\text{m}^3$ come media annuale). Circa il 62% della popolazione tuttavia risulta esposta a livelli compresi tra 0,5 e 1,0 ng/m^3 ed è da considerare che, come per tutti i composti cancerogeni, non è possibile individuare una soglia di concentrazione al di sotto della quale l'esposizione possa essere considerata priva di rischi; pertanto è auspicabile che in futuro le misure intraprese per ridurre le emissioni di idrocarburi policiclici aromatici possano portare a ridurre ulteriormente i livelli osservati.

Nel paragrafo **6.3** viene affrontato l'importante tema della diffusione di pollini nell'ambiente urbano, attraverso l'analisi dei dati, disponibili grazie alla consolidata collaborazione tra POLLnet e AIA (Associazione Italiana di Aerobiologia) che ha consentito peraltro quest'anno di incrementare ulteriormente il numero delle aree urbane monitorate, e l'elaborazione di specifici indicatori.

Gli allergeni presenti in pollini e spore fungine aerodispersi sono un importante fattore di rischio sanitario nell'aria che respiriamo. Le allergie da essi provocate sono molto diffuse e possono incidere anche in maniera seria sulla qualità della vita di chi ne è affetto. Specialmente in ambiente urbano dove c'è grande densità di popolazione, è perciò necessario monitorare con continuità queste particelle così da consentire le opportune azioni per il loro contenimento e mitigarne gli effetti.

Trattandosi di granuli di origine naturale legati al ciclo vitale delle piante (anche molto lontane dai centri abitati) non è possibile (né auspicabile) eliminarli totalmente.

Le azioni da mettere in campo sono di tipo preventivo rivolte alla riduzione del fenomeno come alcune buone pratiche nella progettazione, realizzazione, gestione del verde urbano (si dimensionano opportunamente le aree verdi perché siano più facilmente gestibili, si mettono a dimora preferibilmente piante non allergizzanti, si

procede a sfalci e potature nei tempi giusti per limitare la fioritura delle piante allergizzanti) e, ancora più importanti, di mitigazione degli effetti come, principalmente, una corretta e tempestiva informazione all'utenza (medici, farmacisti, persone allergiche) sulla presenza e concentrazione in atmosfera di pollini e spore allergenici.

Sono molto numerose le varietà di pollini allergenici presenti nel nostro Paese così ricco in biodiversità ed è anche molto variabile la risposta di sensibilizzazione ad essi da parte di ciascun individuo. Per questi motivi non esistono (ancora) soglie di attenzione collegate agli effetti sulla salute umana per la concentrazione giornaliera di un determinato polline in atmosfera. Ancora più complesso è il caso delle spore.

In assenza di dati sanitari utilizzabili ci si limita, per il momento, ad una descrizione generale del fenomeno esclusivamente dal punto di vista ambientale. I due indicatori messi a punto: Indice Pollinico Allergenico e Stagione Pollinica Allergenica, hanno proprio questo scopo. Indicatori analoghi sono stati realizzati per l'*Alternaria* che è la principale tra le spore riconoscibili con la strumentazione attualmente in uso nelle reti di monitoraggio.

Il capitolo è completato dal paragrafo 6.4 che tratta di un altro tema di particolare rilevanza in tema di inquinamento atmosferico 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. Attualmente l'Italia è impegnata nel recepimento, che dovrà essere ultimato entro l'inizio del 2018, della direttiva europea 2013/59/Euratom in materia di radioprotezione che include le disposizioni relative al radon.

I dati utilizzati in questo Rapporto sono valori medi comunali calcolati come la media aritmetica delle concentrazioni medie annuali di radon negli edifici del singolo Comune, e provengono sia dall'indagine nazionale svoltasi in Italia negli anni '90 sia dalle successive indagini regionali rappresentative dell'esposizione della popolazione. Nonostante la forte variabilità locale delle concentrazioni di radon *indoor*, i valori medi a livello amministrativo (Comune, Provincia, Regione) sono ritenuti essere approssimativamente stabili nel tempo rendendo generalmente affidabili le stime ottenute in anni precedenti. Tuttavia, è importante evidenziare che le concentrazioni medie comunali non sono indicative della concentrazione di radon nel singolo edificio. Per valutare il rischio associato all'esposizione al radon in una particolare abitazione è necessario effettuare una misura diretta.

6.1 QUALITÀ DELL'ARIA

A.M. Caricchia, G. Cattani, A. Gaeta

ISPRA - Dipartimento di Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

Riassunto

L'inquinamento atmosferico è un tema di rilevanza prioritaria in quanto rappresenta un importante fattore di rischio per la salute umana e l'ecosistema. In questo capitolo sono presentati gli indicatori relativi alla qualità dell'aria nelle aree urbane, con riferimento ai livelli osservati nel 2014 e al rispetto degli obiettivi previsti dalla normativa vigente.

Viene anche riportato un quadro preliminare per il 2015, relativo ai valori giornalieri di PM10 superiori a 50 µg/m³ e all'ozono estivo.

I dati di base sono stati forniti dalle ARPA/APPA e le elaborazioni degli indici sintetici sono state a cura di ISPRA.

I limiti di legge di benzene, arsenico, cadmio e nichel (riferiti alla media annuale) sono rispettati in tutti i casi come accade ormai da alcuni anni. Per il PM2,5 fa eccezione solo l'agglomerato di Milano, mentre per il benzo(a)pirene si registrano superamenti del valore obiettivo anche a Torino, Bolzano e Terni.

Per il PM10 si registrano superamenti del valore limite giornaliero in 30 aree urbane, e 18 di queste hanno già superato il valore limite giornaliero nel 2015; inoltre il valore limite annuale per l'NO₂ è superato in almeno una delle stazioni di monitoraggio in 20 città. Per quanto riguarda l'ozono l'obiettivo a lungo termine non è rispettato nella quasi totalità delle aree urbane.

Complessivamente si registra quindi ancora una significativa distanza dagli obiettivi di risanamento della qualità dell'aria, previsti dalla normativa vigente. In generale si osserva comunque un miglioramento della qualità dell'aria, rispetto agli anni precedenti. Sebbene questo possa essere inquadrato nella tendenza di riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico osservata in modo oggettivo negli ultimi 10 anni in Italia (ISPRA 2014), non bisogna dimenticare che i livelli di inquinamento atmosferico possono essere soggetti ad oscillazioni interannuali dovute in larga parte al naturale alternarsi di condizioni più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Parole chiave

Qualità dell'aria urbana, Monitoraggio, Inquinamento atmosferico

Abstract

Air pollution is a key topics, due to the relevance of related health and environmental risks.

This chapter shows the urban air quality related indices, based on observed levels in 2014, compared with the limit and objective values imposed by the legislation in force.

A preliminary 2015 air quality assessment was also shown, related only to the first six month PM10 daily exceedances, and to the summer ozone.

The analysis was based on the statistics provided by the ARPA/APPA; the synthetic indices reported here were elaborated by ISPRA.

Results shown that the benzene, arsenicum, cadmium and nickel limit (annual mean) were never exceeded, confirming the previous year observations.

Besides there were only a few exception to a complete attainment for PM2.5 (annual mean exceeded in Milano) and for benzo(a)pirene (exceedances recorded in Torino, Bolzano and Terni, other than Milano).

Regarding the PM10 daily limit a larger number of exceedances were found (30 non attainment urban areas): among these, 18 already exceed the limit value as the 2015 first six month assessment. Moreover NO₂ annual limit exceedance was recorded in 20 cities, at least from one monitoring station and the ozone long term objective was largely unattained in 2014 as well as in 2015.

As a whole the distance to the EU limit and target values continued to be large.

In this context it is worthwhile to note a general air quality improvement in 2014 compared to the previous years. This qualitative observation seems in agreement with the quantitative trend analysis carried out recently on long term air pollution time series in Italy (ISPRA 2014), though it should be noted that the natural inter-annual variability in the meteorological condition, favoring more or less the pollutants dispersion, could be the main reason for the relatively low level observed in 2014.

Keywords

Urban air quality, Monitoring, Air pollution

PM10 – PARTICOLATO AERODISPERSO

Il **particolato atmosferico PM10** (l'insieme delle particelle aerodisperse di diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 μm) è un inquinante con una natura chimico-fisica particolarmente complessa. Il PM10, 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. I principali effetti, sia per esposizione a breve che lungo termine, sono a carico del sistema respiratorio e cardio-vascolare. Anche l'incremento di tumore polmonare è stato associato recentemente all'inquinamento ambientale, ed in particolare alla frazione fine dell'aerosol: il PM outdoor è stato inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra i cancerogeni di gruppo 1 (agenti sicuramente cancerogeni per l'uomo) (Loomis et al, 2013). Il D.lgs. 155/2010 stabilisce per il PM10 ai fini della protezione della salute umana un valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno.

I dati disponibili per il 2014 sono relativi a 77 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e come media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sono riportati nella **Tabella 6.1.1**. Per ciascuna area urbana, sono riportati il valore minimo e massimo dei dati registrati distintamente in stazioni di fondo urbano e suburbano e in stazioni di traffico e industriali.

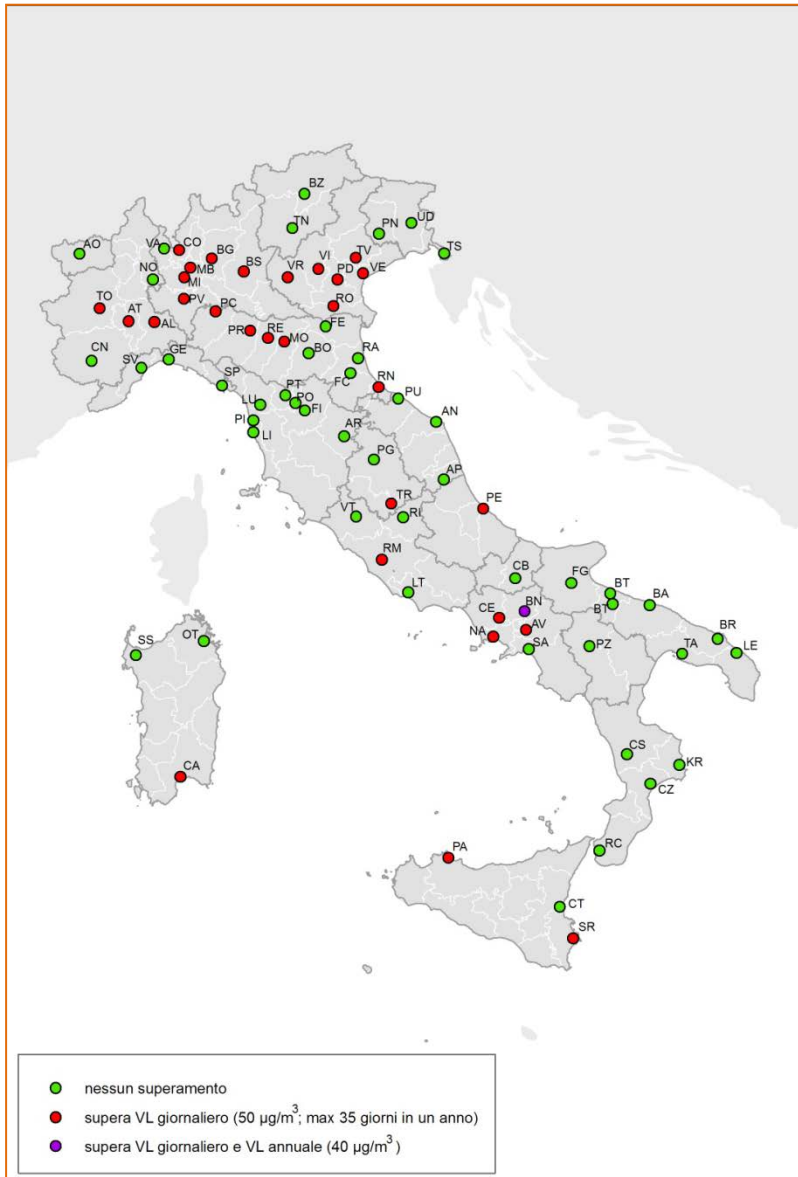
La **Mappa tematica 6.1.1** illustra la situazione relativa al 2014. Il contemporaneo superamento del valore limite annuale e giornaliero in almeno una delle stazioni di monitoraggio della città, che sta ad indicare una situazione di pessima qualità dell'aria relativamente al particolato PM10, è stato registrato solo a Benevento. La particolare collocazione geografica di questa città (l'abitato sorge in una area in quota modesta, circondata dalle colline appenniniche) determina frequenti ed intensi periodi di stagnazione atmosferica, con scarso rimescolamento verticale, cui si accompagnano fenomeni di inquinamento atmosferico piuttosto intensi e prolungati.

Il superamento del solo valore limite giornaliero riguarda 29 aree urbane: fanno parte di questo gruppo la quasi totalità delle città del bacino padano e alcune città di grandi e medie dimensione del Centro, Sud e Isole (Terni, Roma, Pescara, Napoli, Caserta, Avellino, Palermo, Siracusa e Cagliari).

Nella gran parte delle città (47) entrambi i limiti sono rispettati: sono in questa situazione, oltre alla gran parte delle città del Centro, Sud e Isole, anche un discreto numero di città del Nord (Novara, Cuneo, Aosta, Savona, Genova, La Spezia, Varese, Bolzano, Trento, Pordenone, Udine, Trieste, Bologna, Ferrara, Ravenna, Forlì).

Situazioni particolarmente favorevoli, dove i livelli di PM10 oltre che rispettare i limiti normativi del D.lgs. 115/2010, sono quasi in linea anche con i valori proposti.

Mapa tematica 6.1.1 – PM10: superamenti del valore limite giornaliero e del valore limite annuale nelle aree urbane (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

dall'OMS (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale, meno di tre superamenti del valore giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sono presenti a Bolzano, Viterbo, Campobasso, Andria e Sassari (la media annuale è inferiore o uguale a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e superamenti del valore limite giornaliero inferiori o uguali a 10).

Rispetto al 2013 (Caricchia *et al.*, 2014), nel 2014 si osserva generalmente un numero di superamenti inferiore, in particolare al Nord e Centro Italia. Le particolari condizioni meteo climatiche che hanno caratterizzato il 2014 (ISPRA, Stato dell'Ambiente 57/2015)² potrebbero aver giocato un ruolo importante in questa generalizzata riduzione dei livelli osservati, sia direttamente (riduzione dell'intensità e della frequenza dei fenomeni di inversione termica e di stagnazione atmosferica) che indirettamente (minore consumo di combustibili per il riscaldamento dovuto alla stagione invernale particolarmente mite e conseguente diminuzione delle emissioni dal settore del riscaldamento civile che rappresenta una delle principali sorgenti di particolato primario e di precursori). Tali ipotesi tuttavia dovrebbero essere supportate da un'analisi del particolare scenario che ha caratterizzato le singole aree urbane nel 2014, che esula dagli scopi del presente capitolo.

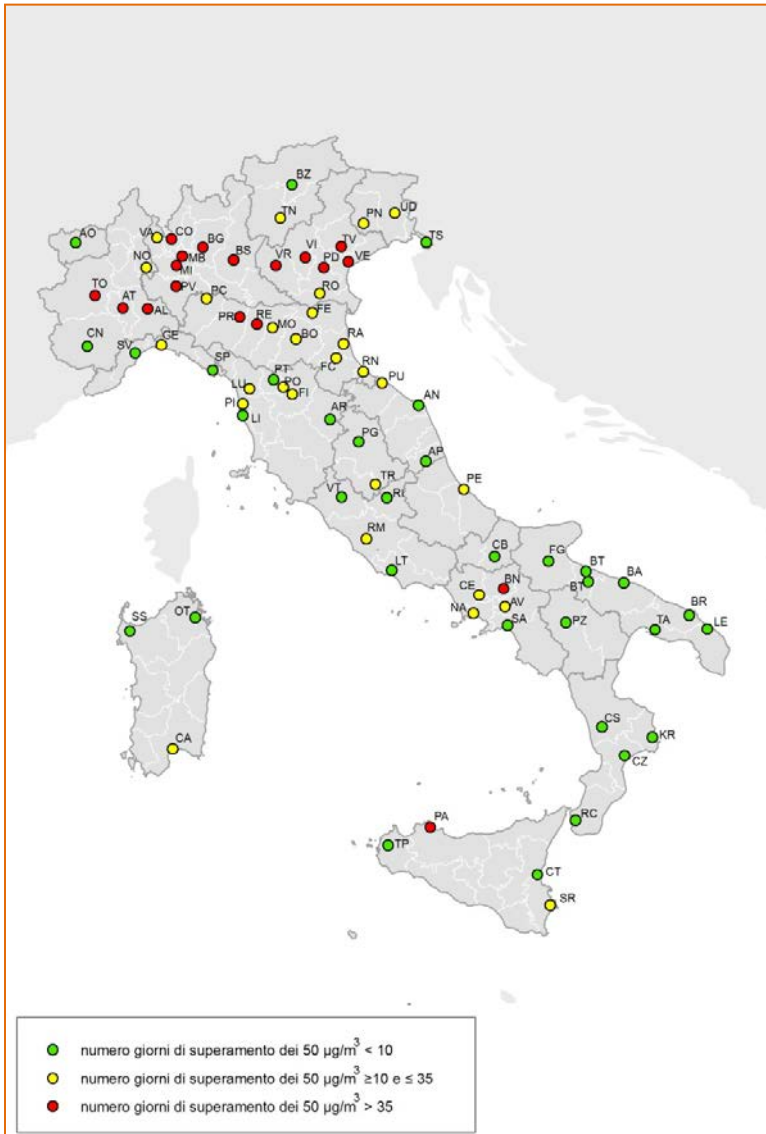
Una dettagliata analisi dei *trend*, effettuata su osservazioni di medio-lungo termine, analoga a quella riportata nella precedente edizione, potrà fornire indicazioni sull'effettiva continuità nel tempo delle tendenze generali di riduzione dei livelli di PM10 osservate in Italia nell'ultimo decennio (ISPRA, Rapporti 203/2014).

Per l'anno 2015, sono riportati il numero dei giorni di superamento dei 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrati dal 1° gennaio al 30 giugno (I semestre) in 78 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). I dati provvisori per singola città, distinti per tipo di stazione (stazioni di fondo urbano e suburbano e stazioni di traffico e industriali) e espressi dal valore minimo e massimo sono riportati in [Tabella 6.1.2](#). I dati relativi al I semestre 2015 sono illustrati graficamente nella [Mappa tematica 6.1.2](#).

I 35 giorni di superamento dei 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ giornalieri previsti nel valore limite giornaliero del PM10, nel I semestre del 2015 risultano già superati in 18 città; sono superati nella gran parte delle città del bacino padano (valore massimo di 55 giorni registrato a Brescia) e a Benevento e Palermo (in tutte queste città nel 2014 erano stati registrati livelli di inquinamento da PM10 abbastanza severi). In 27 aree urbane, nel I semestre è stato registrato un numero di giorni di superamento dei 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tra 10 e 35 giorni: in questi casi il rischio di superare il limite giornaliero alla fine del 2015 è elevato soprattutto per quelle città come Rovigo, Piacenza, Modena, Terni, Caserta, Avellino molto vicine alla soglia di 35 superamenti. Nelle restanti 33 città, dove i superamenti nei primi sei mesi del 2015 non superano i 10 giorni, è ragionevole prevedere (non considerando la componente meteorologica, la cui variabilità nell'ultima parte del 2015 potrebbe contribuire in maniera determinante ai livelli giornalieri di PM10) che il valore limite giornaliero non sarà superato.

² Il 2014, in Italia dal punto di vista meteo-climatico, è stato un anno particolare per gli elevati valori di temperatura media e di precipitazioni. È stato l'anno più caldo dal 1961: temperature nettamente superiori alla norma sono state registrate in tutti i mesi dell'anno tranne che in estate e soprattutto al Nord rispetto al Centro e al Sud e Isole. Le precipitazioni cumulate annuali sono state complessivamente superiori alla media climatologica del 13% circa. Al Nord, il 2014 si colloca al secondo posto tra gli anni più piovosi dell'intera serie dopo il 1960; al Centro è stato moderatamente più piovoso della norma e al Sud e sulle Isole moderatamente meno piovoso della norma.

Mappa tematica 6.1.2 – PM10: I semestre 2015: superamenti del valore limite giornaliero nelle aree urbane (dati provvisori)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

PM_{2,5}

Il D.lgs. 155/2010 ha introdotto l'obbligo di valutare la qualità dell'aria anche con riferimento alla frazione fine o respirabile del **materiale particolato (PM_{2,5})**, tenuto conto delle evidenze sanitarie che attribuiscono un ruolo determinante per gli effetti sulla salute alle particelle più piccole date le ridotte dimensioni (insieme delle particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale a 2,5 µm). Esse, una volta inalate, penetrano in profondità nel sistema respiratorio umano e, superando la barriera tracheo-bronchiale, raggiungono la zona alveolare.

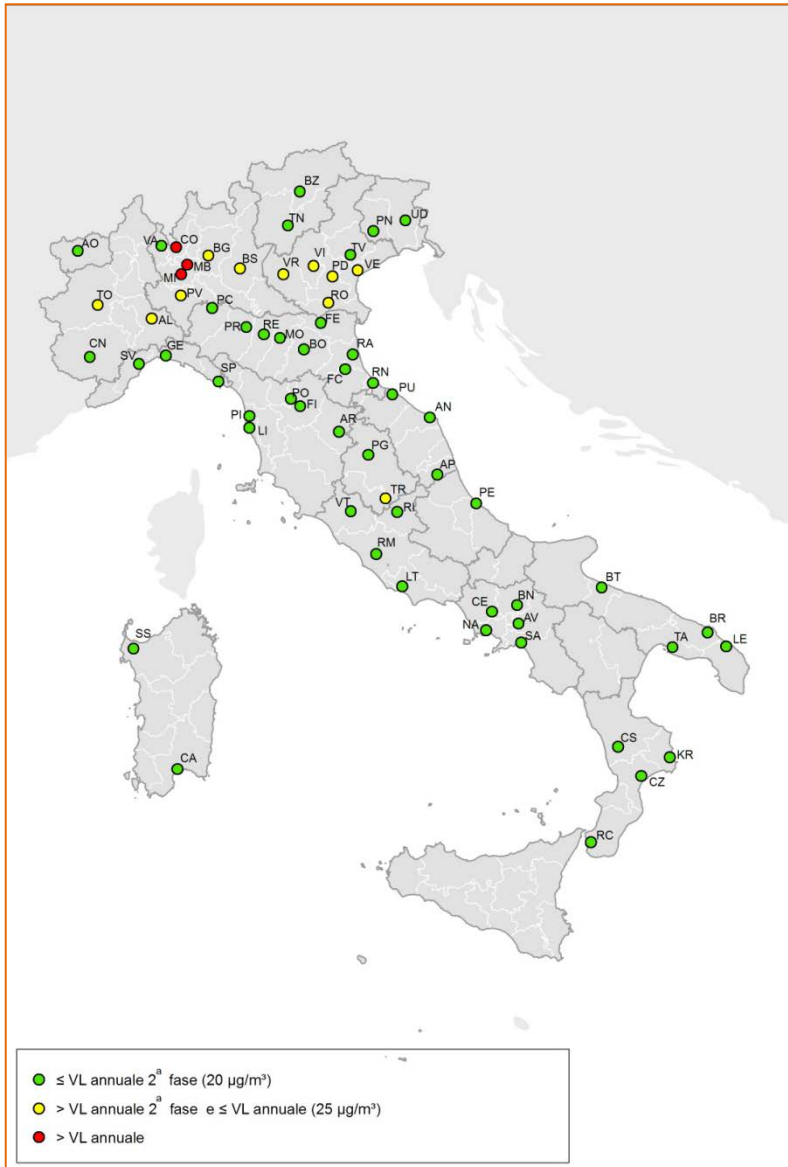
La normativa attualmente in vigore stabilisce per il PM_{2,5} un valore limite, che è stato fissato a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1° gennaio 2015. In una seconda fase, da raggiungere entro il 1° gennaio 2020 è previsto il rispetto di un valore limite di 20 µg/m³. La verifica, svolta da parte della Commissione Europea nel 2013, dell'opportunità di mantenere o rivedere tali limiti, non ha determinato una modifica di questa previsione.

I dati disponibili per il 2014 sono relativi a 63 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come media annuale (µg/m³), sono riportati nella **Tabella 6.1.3**. Per ciascuna area urbana, sono riportati il valore minimo e massimo dei dati registrati distintamente in stazioni di fondo urbano e suburbano e in stazioni di traffico e industriali.

La **Mappa tematica 6.1.3** illustra la situazione relativa al 2014 attraverso un indicatore sintetico. Non sono disponibili dati per la Sicilia, la Basilicata e il Molise. Dai dati disponibili risulta che in nessuna area urbana il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza (26 µg/m³) è stato superato. Solo nell'agglomerato di Milano, comprendente Milano, Como e Monza, è stata registrata una media annuale di 26 µg/m³ superiore cioè al valore limite annuale; in nessuna altra città è stato superato il valore limite annuale. Nella gran parte delle aree urbane, già oggi, gli obiettivi della seconda fase previsti dalla Direttiva 2008/50/CE, da raggiungere nel 2020, sono rispettati (20 µg/m³ come media annual). Valori superiori ai 20 µg/m³ sono stati registrati a Torino, Alessandria, agglomerato di Milano, Bergamo, Brescia, Pavia, Verona, Vicenza, Venezia, Padova, Rovigo e Terni; a parte Terni, tutte le aree urbane con media annua superiore ai 20 µg/m³ sono localizzate nel bacino padano. Se nella maggioranza dei casi dunque si profila una situazione di sostanziale rispetto della normativa nazionale ed europea, diverso è lo scenario se si considerano i valori guida dell'OMS (10 µg/m³ come media annuale): in tutti i casi sono stati rilevati valori medi annuali superiori, con le sole eccezioni di Sassari e Catanzaro (7 µg/m³, valore registrato in entrambi i casi in stazioni di fondo urbano).

Analogamente al PM₁₀, nel 2014 le medie annuali di PM_{2,5} sono generalmente inferiori a quelle registrate nel 2013. La spiegazione, come già indicato, può essere ricercata nelle particolari condizioni meteo-climatiche nel 2014 soprattutto del Nord e Centro Italia.

Mappa Tematica 6.1.3 - PM_{2,5}: superamenti del valore limite annuale nelle aree urbane (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

NO₂ – BISSIDO DI AZOTO

Il **biossido di azoto (NO₂)** è un inquinante a prevalente componente secondaria, in quanto è il prodotto dell'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera; solo in piccola parte è emesso direttamente da fonti antropiche (combustioni nel settore dei trasporti, negli impianti industriali e di produzione di energia elettrica, di riscaldamento civile e di incenerimento) 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 ozono troposferico e particolato fine), di eutrofizzazione e delle piogge acide.

Per l'NO₂ il D.lgs. 155/2010 stabilisce per la protezione della salute umana un valore limite orario (200 µg/m³ da non superare più di 18 volte in un anno) e un valore limite annuale (40 µg/m³).

I dati disponibili per il 2014 sono relativi a 77 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). 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 6.1.4**. Per ciascuna area urbana, sono riportati il valore minimo e massimo dei dati registrati distintamente in stazioni di fondo urbano e suburbano e in stazioni di traffico e industriali.

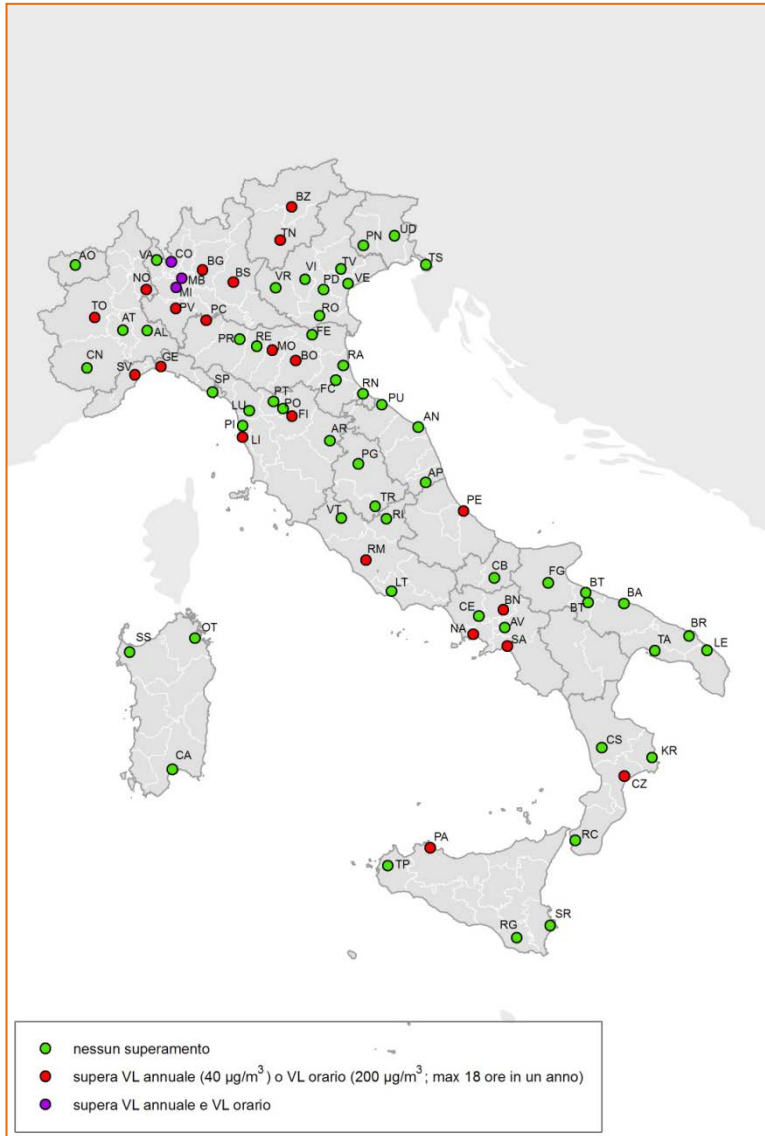
La **Mappa tematica 6.1.4** illustra la situazione relativa al 2014. Nel 2014 il contemporaneo superamento del valore limite annuale e del valore limite orario in almeno una delle stazioni di monitoraggio della città, è stato registrato nell'agglomerato di Milano. Il valore limite annuale, ma non quello orario, è stato superato in almeno una delle stazioni di monitoraggio in 20 aree urbane distribuite al Nord, Centro, Sud e Isole. La città di Savona presenta la particolarità di superare il valore limite orario, ma non quello annuale. Nella gran parte delle aree urbane (53) prese in esame, entrambi i limiti normativi sono stati rispettati. In questo gruppo di città, a parte Viterbo, Campobasso, Ragusa e Siracusa dove sono stati registrati fino a 4 superamenti del valore limite orario, oltre agli obiettivi di qualità stabiliti dal D.lgs. 155/2010 per l'NO₂, sono rispettati anche i valori di riferimento proposti dall'OMS (40 µg/m³ come media annuale e nessun superamento del valore medio orario di 200 µg/m³).

I dati riportati confermano la grande variabilità spaziale dell'NO₂; le concentrazioni registrate in stazioni di traffico sono sempre superiori a quelle registrate nelle stazioni di fondo nella stessa città (a parte Terni, Reggio Calabria, Siracusa e Olbia) con una differenza che va da pochi microgrammi (Venezia, 3 µg/m³) fino a qualche decina (Firenze, 37 µg/m³).

A tal proposito è importante sottolineare che in 14 delle 50 città in cui non si registra alcun superamento, i dati riportati sono registrati solo in stazioni di fondo.

I valori di NO₂ registrati nel 2014 sono generalmente inferiori rispetto a quelli del 2013. La spiegazione, come già indicato per altri inquinanti, può essere ricercata nelle particolari condizioni meteo-climatiche nel 2014.

Mappa tematica 6.1.4 - NO_2 : superamenti del valore limite orario e del valore limite annuale nelle aree urbane ⁽¹⁾ (anno 2014)



- 1) In tutte le città identificate con pallino rosso è superato il valore limite annuale, ma non quello orario, tranne che a Savona dove è superato solo il valore limite orario

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

O₃ – OZONO TROPOSFERICO

L'ozono troposferico³ (O₃) è un inquinante secondario che si forma attraverso processi fotochimici in presenza di precursori (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), una soglia di informazione (180 µg/m³) e una soglia di allarme (240 µg/m³).

I dati disponibili per il 2014 sono relativi a 70 aree urbane; i dati relativi al periodo estivo 2015 (dati provvisori) sono relativi a 60 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). I dati di dettaglio delle singole aree urbane riferiti all'anno 2014 e al periodo estivo 2015 sono riportati rispettivamente nelle [Tabelle 6.1.5](#) e [6.1.6](#).

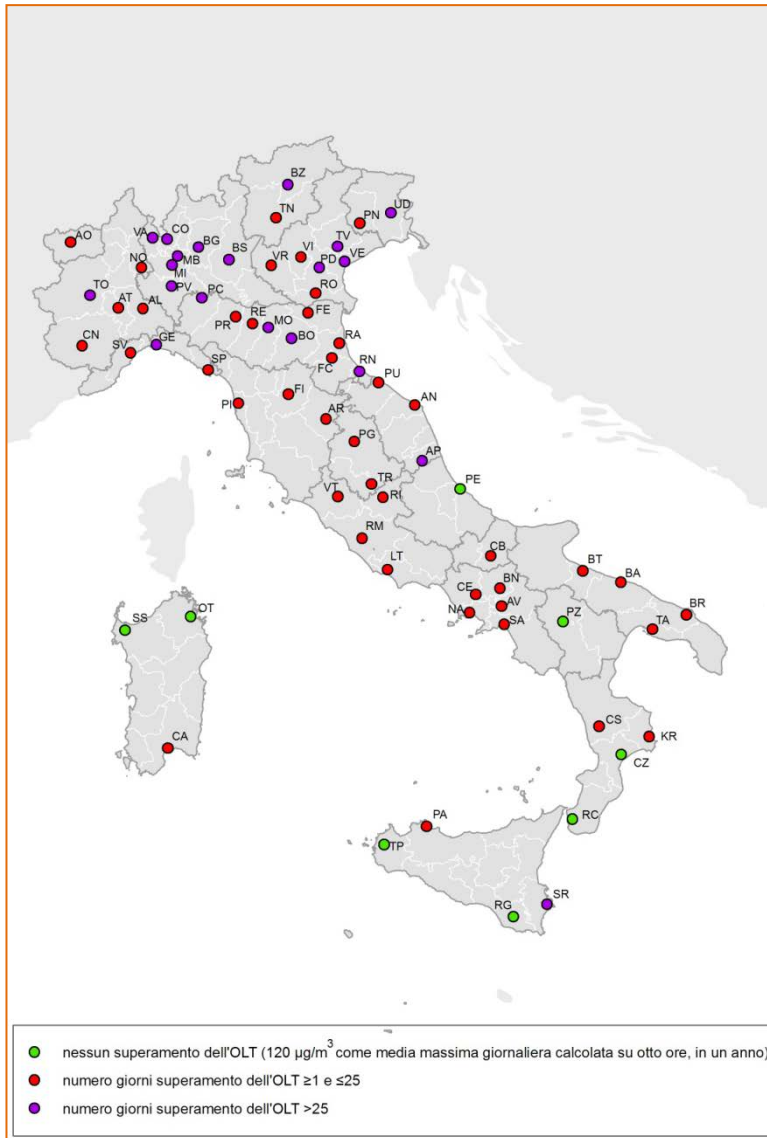
La situazione relativa al 2014 è illustrata nella [Mappa tematica 6.1.5](#). L'OLT è superato nella quasi totalità delle aree urbane; solo a Pescara, Potenza, Catanzaro, Reggio Calabria, Trapani, Ragusa, Sassari e Olbia non sono stati registrati superamenti. Nella maggior parte delle aree urbane (42) si registra un numero di giorni di superamento dell'OLT fino a 25. Nelle restanti aree urbane (20) si registra un numero di giorni di superamento dell'OLT superiore a 25: a parte Ascoli Piceno e Siracusa, tutte le aree urbane con OLT superiore a 25 sono localizzate al Nord Italia. Numerosi giorni di superamento dell'OLT (oltre 40) sono stati registrati a Torino, Genova, nell'agglomerato di Milano, Como, Monza, Bergamo, Brescia, Bologna, Rimini e Siracusa. I superamenti della soglia di informazione sono più frequenti e intensi al Nord. Superamenti della soglia di allarme sono stati registrati solo nell'agglomerato di Milano e Bergamo. I superamenti nel 2014 risultano generalmente inferiori rispetto al 2013 (Caricchia *et al.*, 2014). È ragionevole supporre che le differenze interannuali nelle condizioni meteo-climatiche (ISPRA, Stato dell'Ambiente 50/2014 ISPRA; Stato dell'Ambiente 57/2015) siano il principale motivo.

I dati del periodo estivo (aprile-settembre) 2015 risultano particolarmente elevati. Le condizioni meteo-climatiche dell'estate 2015 hanno verosimilmente giocato un ruolo importante; sulla base dei dati finora disponibili (SCIA, Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) il 2015 si pone tra gli anni più caldi dal 1961: la temperatura media è stata particolarmente elevata nei mesi di giugno, luglio, agosto, raggiungendo livelli analoghi

³ 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 prevalentemente 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.

a quelli registrati nel 2003, anno spesso portato ad esempio per le temperature elevate e per i conseguenti eccezionalmente elevati livelli di ozono troposferico.

Mappa tematica 6.1.5 – Ozono: 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 (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

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 co-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). Oltre agli IPA, alcuni elementi che possono essere liberati in atmosfera veicolati dal materiale particolato, assumono particolare rilevanza igienico sanitaria per l'accertata cancerogenicità: cadmio (Cd), nichel (Ni) e arsenico (As).

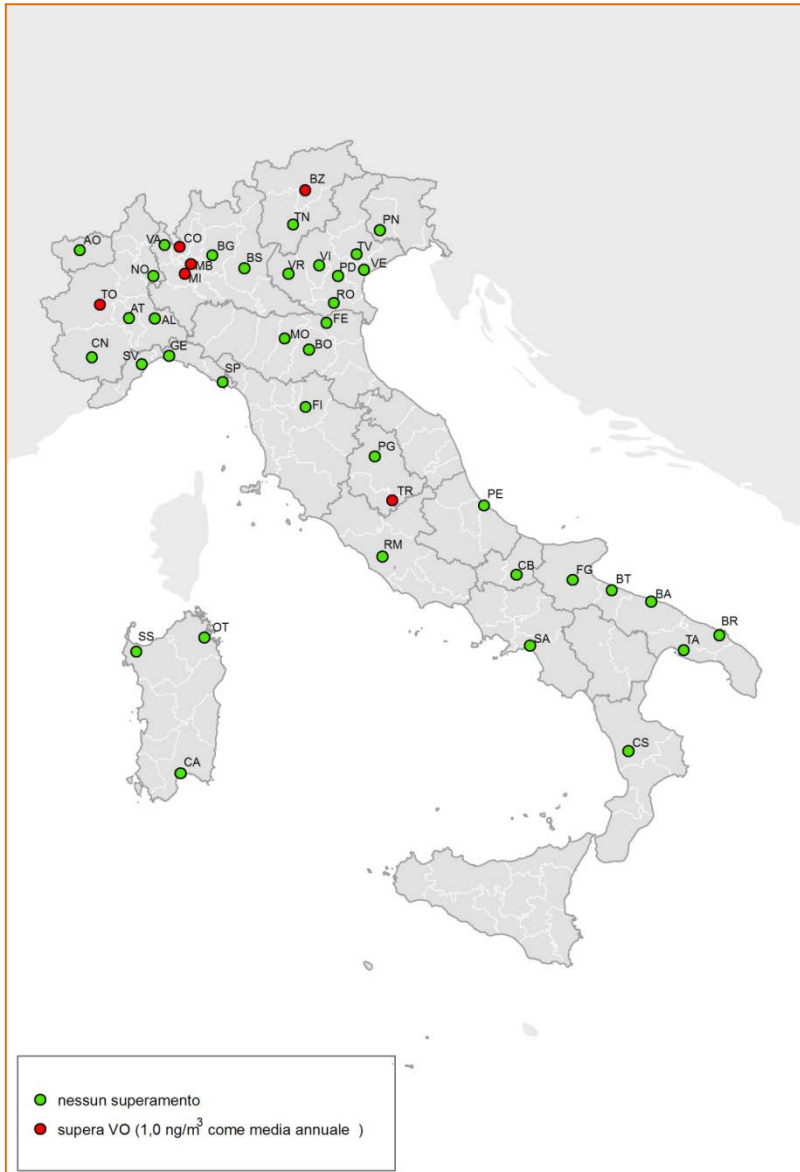
I dati disponibili per il 2014 sono relativi a 43 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come media annuale (ng/m^3) di BaP, As, Cd e Ni sono riportati nella **Tabella 6.1.7**.

La **Mappa tematica 6.1.6** illustra la situazione relativa al 2014 per il BaP. Al di là della scarsità di dati di monitoraggio in alcune regioni del sud, la mappa evidenzia una generalizzata situazione di rispetto del valore obiettivo. In 4 aree urbane (Torino, agglomerato di Milano, Bolzano e Terni) rispetto alle 12 nel 2013, sono stati registrati valori superiori ad $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$. 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. È indubbio che la recente aumentata diffusione dei sistemi di riscaldamento domestico che utilizzano biomassa come combustibile, contribuisce in maniera importante a determinare i livelli osservati, soprattutto laddove la particolare orografia della zona favorisce situazioni di stagnazione atmosferica. A Padova, Treviso e Venezia le medie annuali nel 2014 sono state pari a $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$; in Veneto i livelli di questo inquinante sono generalmente critici (il 2014 è stato un caso particolare e fortunato per le condizioni meteorologiche). Nelle restanti 35 aree urbane i valori medi annuali sono inferiori al valore obiettivo di $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Anche per i metalli As, Cd e Ni, si osserva una scarsità di dati di monitoraggio in alcune regioni del Sud. Per questi inquinanti, i livelli sono in tutti i casi inferiori al valore obiettivo (rispettivamente $6,0 \text{ ng}/\text{m}^3$, $5,0 \text{ ng}/\text{m}^3$ e $20,0 \text{ ng}/\text{m}^3$).

I livelli di arsenico, nella grande maggioranza dei casi non superano $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$; valori superiori solo a Trento ($1,5 \text{ ng}/\text{m}^3$), Venezia ($4,6 \text{ ng}/\text{m}^3$) e Foggia ($3,7 \text{ ng}/\text{m}^3$). Anche i livelli di cadmio sono generalmente molto bassi rispetto al valore obiettivo e solo in pochissimi casi (La Spezia, Trento, Treviso, Venezia, Foggia) superano $0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$: a Venezia si registra il valore più elevato ($4,7 \text{ ng}/\text{m}^3$). I livelli di nichel più elevati, superiori a $6,0 \text{ ng}/\text{m}^3$, si registrano a Savona, Varese, Bergamo, Brescia, Terni e Taranto.

**Mappa tematica 6.1.6 - BaP: Superamenti del valore obiettivo nelle aree urbane
(anno 2014)**



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

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 alimentati a benzina (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.

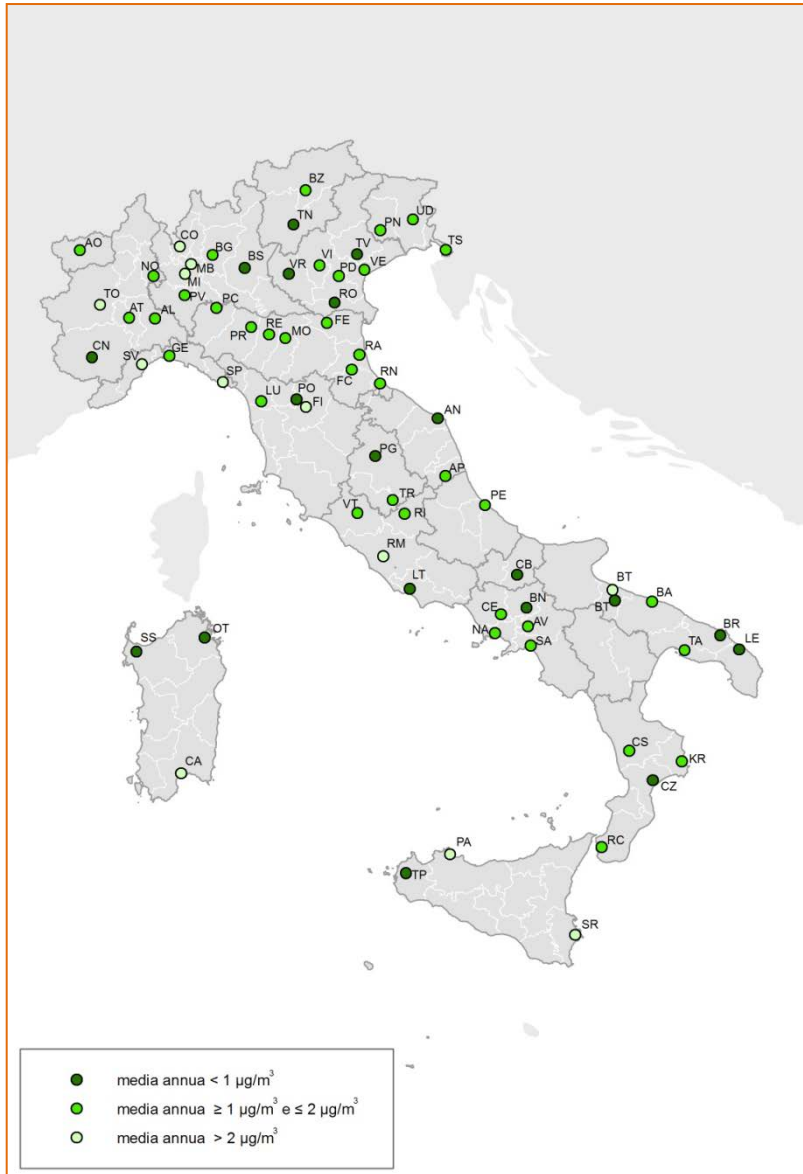
La tossicità del benzene per la salute umana risiede essenzialmente nell'effetto oncogeno. In conseguenza di una esposizione prolungata nel tempo sono stati accertati effetti avversi gravi quali ematossicità, genotossicità e cancerogenicità. In conseguenza della accertata cancerogenicità (gruppo 1 della *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; l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), definisce un rischio incrementale di contrarre leucemia in seguito all'esposizione per tutta la vita alla concentrazione media di 1 µg/m³ pari a 6x10⁻⁶ (World Health Organization-WHO-2000).

La normativa (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 2014 sono relativi a 68 aree urbane (i dati riferiti all'agglomerato di Milano sono rappresentativi anche di Como e Monza, oltre che di Milano). I dati relativi alle singole aree urbane, espressi come media annuale, sono riportati nella **Tabella 6.1.8**. Per ciascuna area urbana, sono riportati il valore minimo e massimo dei dati registrati distintamente in stazioni di fondo urbano e suburbano e in stazioni di traffico e industriali.

Nella **Mappa tematica 6.1.7** è illustrata la situazione relativa al 2014: il valore limite è rispettato in tutte le aree urbane. Valori particolarmente bassi, inferiori a 1,0 µg/m³ si riscontrano in 19 aree urbane (Cuneo, Brescia, Trento, Verona, Treviso, Rovigo, Prato, Perugia, Ancona, Latina, Campobasso, Benevento, Andria, Brindisi, Lecce, Catanzaro, Trapani, Sassari e Olbia). I valori più elevati, superiori a 2,0 µg/m³, ma comunque inferiori al valore limite si registrano a Torino, Genova, Milano, Como, Monza, Firenze, Roma, Barletta, Palermo, Siracusa e Cagliari. A Palermo il valore più elevato: 3,2 µg/m³. Le restanti aree urbane presentano valori compresi tra 1 e 2 µg/m³ come media annuale.

La riduzione dei livelli di benzene a valori inferiori al valore limite, già osservata 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 6.1.7 — GH_6 : superamenti del valore limite annuale (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati APPA/ARPA

BIBLIOGRAFIA

Caricchia A.M., Cattani G., Gaeta A. (2014) *Qualità dell'aria, in Qualità dell'ambiente urbano*. X Rapporto. Consultazione del 24 novembre 2015 da: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/qualita-dellambiente-urbano-x-rapporto-edizione-2014>

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, nichel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air.

D.Lgs 155/2010: Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (G.U., n. 216 del 15/09/2010 – suppl. ord. N. 217 – in vigore dal 30/09/2010).

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans - Chemical Agents and Related Occupations. Volume 100F. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2012.

ISPRA, Stato dell'Ambiente 50/2014 - *Gli indicatori del clima in Italia nel 2013*. Consultazione del 24 novembre 2015. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2013-anno-ix>

ISPRA, Stato dell'Ambiente 57/2015 - *Gli indicatori del clima in Italia nel 2014*. Consultazione del 24 novembre 2015 da: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2014.-anno-x>

ISPRA, Rapporto 223/2015. Italian Emission Inventory 1990 – 2013. Consultazione del 24 novembre 2015 da: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/inventario-nazionale-delle-emissioni-in-atmosfera-1990-2013.-informative-inventory-report-2015-1>

ISPRA, Rapporti 203/2014 – *Analisi dei trend dei principali inquinanti atmosferici in Italia 2003-2012*. Consultazione del 24 novembre 2015 da: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/analisi-delle-serie-storiche-dei-principali-inquinanti-atmosferici-in-italia-2003-2013-2012>

Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Baan R, Mattock H, Straif K, 2013; on behalf of the International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group IARC, Lyon, France. *The carcinogenicity of outdoor air pollution*. The Lancet Oncology. 2013;14(13):1262-1263.

SCIA, Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale. Consultazione del 24 novembre 2015 da: www.scia.isprambiente.it/home_new.asp

WHO-World Health Organization- 2000. *Air Quality guidelines for Europe*. Second Edition. WHO Regional Office for Europe Regional Publications, European Series, n. 91; Copenhagen.

TABELLE

Tabella 6.1.1 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.1): PM10 (2014) – Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipo di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Torino	2 TU	75-94	35-40
	2 FU	58-59	31-32
Novara	1 TU	17	23
	1 FU	26	24
Cuneo	1 FU	12	20
Asti	1 TU	66	35
Alessandria	1 TU	86	38
	1 FU	55	32
Aosta	2 FU	14	19-20
Savona	1 TU	9	23
	1 FU	1	16
Genova	1 TU	1	22
	2 FU	0-22	14-25
La Spezia	2 TU; 1 IU	1-3	19-24
	1 FU	0	19
Varese	1 TU	27	25
Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	6 TU	24-88	25-37
	4 FU; 2 FS	37-69	27-36
Bergamo agglomerato	3 TU	39-56	30-32
	1 FU; 1 FS	34-39	26-29
Brescia agglomerato	1 TU; 1 IS	44-90	30-37
	2 FU	45-50	30-33
Pavia	1 TU	64	36
	1 FU	53	33
Bolzano	2 TU	0-1	14
	2 FU	0-3	13-15
Trento	2 TU	8	22
	2 FU	3	19
Verona	1 TU	43	27
	1 FS	40	29
Vicenza	1 TU	53	31
	1 FU	77	36
Treviso	1 FU	58	30

continua

segue **Tabella 6.1.1 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.1): PM10 (2014) – Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipo di stazione**

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Venezia	1 TU; 1 IS	44-66	28-37
	2 FU	42-46	28
Padova	1 TU; 1 IU	57-59	32
	1 FU	57	32
Rovigo	1 TU	47	31
	1 FU	32	27
Pordenone	1 TU	26	24
	1 FS	33	24
Udine	1 FU, 1 FS	16-22	17-22
Trieste	1 FU, 1 FS	16-18	20-22
Piacenza	1 TU	38	29
	1 FU	23	26
Parma	1 TU	61	35
	1 FU	44	30
Reggio Emilia	1 TU	50	33
	1 FU	22	24
Modena	1 TU	36	28
	1 FU	29	26
Bologna	1 TU	23	25
Ferrara	1 TU	33	28
	1 FU	25	32
Ravenna	1 TU	26	25
	1 FU	27	25
Forlì	1 TU	19	23
	1 FU	12	20
Rimini	1 TU	52	31
	1 FU	30	27
Lucca	1 TU	34	28
Pistoia	1 FU	12	21
Firenze agglomerato	2 TU	11-19	23-29
	4 FU	3-26	18-25
Prato	1 TU	28	25
	1 FU	30	25
Livorno	1 TU	0	23
	1 FU	0	17
Pisa	1 TU	18	25

continua

segue **Tabella 6.1.1 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.1):** PM10 (2014) – Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipo di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Pisa	1 FU	10	21
Arezzo	1 TU	31	27
	1 FU	9	21
Perugia	2 TU	14-21	20-23
	1 FU	12	21
Terni	2 TU	32-57	27-32
	1 FU	39	27
Pesaro	1 FU	21	27
Ancona	1 FU	10	25
Ascoli Piceno	1 FU	28	22
Viterbo	1 TU	7	20
Rieti	1 TU	12	20
Roma	4 TU	32-43	29-31
	6 FU	14-40	24-31
Latina	3 TU	11-26	23-27
Pescara	1 TU, 1 TS	38-42	27
	1 FS	21	26
Campobasso	1 TU	5	18
	1 FU	2	17
Caserta	1 TU, 2 TS	12-45	26-38
Benevento	2 TU	75-77	40-43
Napoli	6 TU, 1 TS	8-40	21-36
	1 FU	18	26
Avellino	1 TU; 1 TS	39-69	29-39
Salerno	2 TU	15-23	23-29
Foggia	1 FU	9	22
Andria	1 TU	6	15
Barletta	1 FU	13	23
Bari	2 TU, 1 TS	3-13	19-25
	1 FU, 1 FS	9-28	22-32
Taranto	1 TU, 2 IS, 1 IR	1-13	16-27
	2 FS	3-5	20-22
Brindisi	2 TU, 2 IS	3-9	18-23
	1 FU, 1 FS	8-19	19-21
Lecce	2 TU	9-11	22-23
Potenza	2 TU	11-12	19-20
Cosenza	1 FU	10	21

segue **Tabella 6.1.1 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.1): PM10 (2014) – Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipo di stazione**

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Crotone	1 FU	35	35
Catanzaro	1 TU	4	32
	1 FU	6	19
Reggio Calabria	1 TU	0	20
	1 FU	0	23
Palermo	3 TU ^(d)	26-50	30-35
Catania	1 TU ^(e)	17	27
Siracusa	3 TU, 1 IS ^(f)	14-53	24-38
	1 FU, 1 FS	17-23	21-24
Sassari	1 TU	6	20
	1 FU	7	19
Cagliari agglomerato	1 TU	40	34
	2 FU	33-40	29-30
Olbia	1 TU	20	24
	1 FU	17	22

- a) le stazioni hanno serie di dati con raccolta minima dei dati del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria, secondo quanto stabilito nel D.Lgs. 155/2010, all. I); TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana;
- b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di giorni con concentrazione > 50 µg/m³. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore;
- c) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore;
- d) le stazioni "Di Blasi" e "Indipendenza" hanno avuto un rendimento inferiore al 90% (76% e 87%);
- e) la stazione "P. Moro" ha avuto un rendimento inferiore al 90% (78%);
- f) Le stazioni "Ciapi", "Bixio" e "Specchi" hanno avuto un rendimento inferiore al 90% (87%, 89% e 82%).

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

Tabella 6.1.2 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.2): PM10, I semestre 2015 (dati provvisori) - Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)
Torino	1 TU	44
	1 FU	35
Novara	1 TU	12
Asti	1 TU	42
	1FU	13
Cuneo	1FU	7
	1 TU	34
Alessandria	1 FU	38
	Aosta	2 FU
Genova	3 TU	0 - 20
	2 FU	0 - 10
La Spezia	3TU, 1 IU	0
	1 FU	0
Savona	1 TU	7
	1 FU	2
Varese	1 TU	23
	Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	6 TU
Bergamo agglomerato	4 FU, 2 FS	27 - 49
	3 TU	30 - 40
Brescia agglomerato	1 FU, 1 FS	20 - 29
	1 TU, 1 IS	31 - 55
Pavia	2 FU	26 - 42
	1 TU	53
Bolzano	1 FU	34
	2 TU	0 - 1
Trento	3 FU	0 - 3
	1 TU	12
Verona	1 FU	5
	1 TU	29
Vicenza	1 FS	39
	1 TU	47
Treviso	1 FU	55
	1 FU	40
Venezia	1 TU, 1 IS	34 - 43
	2 FU	25 - 34

continua

segue **Tabella 6.1.2 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.2):** PM10, I semestre 2015 (dati provvisori) - Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)
Padova	1 TU, 1 IU	41
	1 FU	40
Rovigo	1 TU	32
	1 FU	35
Pordenone	1TU	11
	1 FS	17
Udine	1 FU, 1 FS	8 - 10
Trieste	1 FU, 1 FS	7
Piacenza	1 TU	32
	1 FU	19
Parma	1 TU	40
	1 FU	31
Reggio Emilia	1 TU	39
	1 FU	17
Modena	1 TU	29
	1 FU	22
Bologna	1 TU	21
	1 FU	10
Ferrara	1 TU	22
	1 FU	20
Ravenna	1 TU	20
	1 FU	19
Forlì	1 TU	18
	1 FU	10
Rimini	1 TU	26
	1 FU	21
Lucca	1 TU	23
Pistoia	1 FU	3
Firenze agglomerato	2 TU	4 - 10
	4 FU	2 - 8
Pisa	1 TU	11
	1 FU	8
Prato	1 TU	10
	1 FU	11
Livorno	1 TU	1
	1 FU	0

continua

segue **Tabella 6.1.2 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.2):** PM10, I semestre 2015 (dati provvisori) - Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)
Arezzo	1 TU	9
	1 FU	4
Perugia	2 TU	2 - 8
	1 FU	5
Terni	1 TU, 1 IU	14 - 30
	1 FU	18
Pesaro	1 FU	17
Ascoli	1 FU	2
Ancona	1 FU	6
Viterbo	1 TU	0
Rieti	1 TU	3
Roma	4 TU	10 - 16
	6 FU	2 - 20
Latina	3 TU	2 - 3
Pescara	1TU	9
	2 FS	9 - 20
Campobasso	1 TU	0
	1 FU	0
Caserta	1 TU, 2 TS	1 - 29
Benevento	1 TU	37
Avellino	1TU, 1TS	16 - 31
Napoli	4 TU, 1 TS	0 - 18
	1 FU	12
Salerno	1 TU	7
Foggia	1 FU	3
Andria	1 TU	1
Barletta	1 FU	2
Bari	2 TU, 1 TS	2 - 3
	1 FS, 1 FU	2
Taranto	1 TU, 2 IS,	2 - 6
	1 FS	3
Brindisi	2 TU, 2 IS	1 - 5
	1 FU, 1 FS	1 - 8
Lecce	2 TU	4 - 5
Potenza	2 TU, 1 IS	0 - 4
Cosenza	1 FU	1

continua

segue **Tabella 6.1.2 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.2):** PM10, I semestre 2015 (dati provvisori) - Numero di giorni con concentrazione media giornaliera superiore ai 50 µg/m³ (valore limite giornaliero: 50 µg/m³; max 35 superamenti in un anno) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	N. giorni con concentrazione media giornaliera > 50µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)
Crotone	1 TU	9
	1 FU	8
Catanzaro	1 TU	3
	1FU	4
Reggio Calabria	1 TU	8
	1 FU	4
Palermo	6TU	28 - 39
	1 FS	16
Catania	3 TU	3- 4
	1 FS	8
Siracusa	3 TU, 1 IS	5 - 21
	1 FU, 2 FS	5 - 7
Trapani	1 FU	1
Sassari	1 TU	0
	1 FU	1
Cagliari agglomerato	1 TU	11
	2 FU	10 - 11
Olbia	1 TU	2
	1 FU	0

(a) TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana;

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di giorni con concentrazione > 50µg/m³. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA.

Tabella 6.1.3 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.3): PM_{2,5} (2014) – Valore medio annuo (valore limite: 25 µg/m³) per città e tipo di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(b)
Torino	1 FU	24
Cuneo	1 FU	15
Alessandria	1 FU	22
Aosta	1 FU	13
Savona	1 TU	15
	1 FU	12
Genova	1 FU	9
La Spezia	1 IU	13
	1 FU	10
Varese	1 TU	19
Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	3 TU	18 - 25
	3 FU	22 - 26
Bergamo agglomerato	1 TU	24
	1 FU	20
Brescia agglomerato	1 FU	25
Pavia	1 FU	23
Bolzano	1 FU, 1 FS	13
Trento	2 FU	14
Verona	1 FS	21
Vicenza	1 FU	22
Treviso	1 FU	18
Venezia	1 IS	23
	1 FU	21
Padova	1 FU	24
Rovigo	1 TU	21
Pordenone	1 TU	16
Udine	1 FU	15
Piacenza	1 FU	19
Parma	1 FU	17
Reggio Emilia	1 FU	17
Modena	1 FU	15
Bologna	1 TU	18
	1 FU	15

continua

segue **Tabella 6.1.3 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.3): PM2,5 (2014) – Valore medio annuo (valore limite: 25 µg/m³) per città e tipo di stazione**

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(b)
Ferrara	1 FU	17
Ravenna	1 FU	16
Forlì	1 FU	14
Rimini	1 FU	19
Firenze agglomerato	1 TU	16
	1 FU	12
Prato	1 FU	17
Livorno	1 TU	13
	1 FU	9
Pisa	1 FU	14
Arezzo	1 FU	14
Perugia	2 TU	14 - 15
	1 FU	14
Terni	2 TU	18 - 21
	1 FU	20
Pesaro	1 FU	14
Ancona	1 FU	12
Ascoli Piceno	1 FU	12
Viterbo	1 TU	11
Rieti	1 TU	14
Roma	1 TU	19
	4 FU	14 - 17
Latina	1 TU	15
Pescara	1 TU	18
	1 FU	17
Caserta	1 TU	19
Benevento	1 TU	19
Napoli	1 TU	16
	1 FU	13
Avellino	1 TS	20
Salerno	1 TU	15
Barletta	1 FU	19
Taranto	1 TU, 1 IS	12 - 14

continua

segue **Tabella 6.1.3 - (relativa alla Mappa tematica 6.1.3): PM2,5 (2014) – Valore medio annuo (valore limite: 25 µg/m³) per città e tipo di stazione**

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(b)
Cosenza	1 FU	13
Crotone	1 FU	15
Catanzaro	1 FU	7
Reggio Calabria	1 FU	12
Brindisi	1 IS	11
Lecce	1 TU	11
Sassari	1 FU	7
Cagliari agglomerato	1 TU	16
	1 FU	14

- a) le stazioni hanno serie di dati con raccolta minima dei dati del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria, secondo quanto stabilito nel D.Lgs. 155/2010, all. I); TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana.
- b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

Tabella 6.1.4 - (relativa a Mappa tematica 6.1.4): NO₂ (2014) - Numero di ore con concentrazione superiore a 200 µg/m³ (valore limite orario: 200 µg/m³; max 18 sup in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Numero di ore con concentrazione > 200 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Torino	1 TU	1	59
	2 FU	0	39 - 41
Novara	1 TU	0	50
	1 FU	0	33
Cuneo	1 FU	0	25
Asti	1 TU	0	37
	1 FU	0	24
Alessandria	1 TU	0	36
	1 FU	0	21
Aosta	2 FU, 1 FS	0	24 - 28
Savona	1 TU	20	31
	1 FU	0	23
Genova	3 TU	0 - 2	46 - 60
	2 FU	0	17 - 38
La Spezia	1 IU, 1 IS, 3 TU	0	14 - 37
	1 FU, 1 FS	0	12 - 26
Varese	1 TU	0	38
	1 FU	0	30
Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	9 TU	0 - 31	24 - 64
	5 FU, 2 FS	0	31 - 43
Bergamo agglomerato	3 TU	0	32 - 43
	1 FU, 1 FS	0	25 - 36
Brescia agglomerato	1 IS, 2 TU	0 - 2	23 - 67
	2 FU	0	26 - 35
Pavia	1 TU	0	41
	1 FU	0	28
Bolzano	3 TU, 1 TS	0 - 6	31 - 58
	3 FU	0	19 - 30
Trento	1 TU	0	44
	1 FU	0	34
Verona	1 TU	0	29
	1 FS	0	25
Vicenza	1 TU	0	39
	1 FU	0	29
Treviso	1 FU	0	32
Venezia	1 IS, 1 TU	0	30 - 32

continua

segue **Tabella 6.1.4 - (relativa a Mappa tematica 6.1.4):** NO₂ (2014) - Numero di ore con concentrazione superiore a 200 µg/m³ (valore limite orario: 200 µg/m³; max 18 sup in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Numero di ore con concentrazione > 200 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Venezia	2 FU	0	27 - 29
Padova	1 TU	0	39
	1 FU	0	34
Rovigo	1 TU	0	35
	1 FU	0	24
Pordenone	1 TU	0	32
Udine	1 TU	0	23
	1 FU, 1 FS	0	17 - 19
Trieste	1 FS	0	23
Piacenza	1 TU	0	43
	1 FU	0	24
Parma	1 TU	0	33
	1 FU	0	23
Reggio Emilia	1 TU	0	34
	1 FU	0	21
Modena	1 TU	0	42
	1 FU	0	24
Bologna	1 TU	0	54
	1 FU	0	38
Ferrara	1 TU	0	40
	1 FU	0	24
Ravenna	1 TU	0	33
	1 FU	0	19
Forlì	1 TU	0	22
	1 FU	0	16
Rimini	1 TU	0	39
	1 FU	0	21
Lucca	1 TU	0	30
Pistoia	1 FU	0	23
Firenze agglomerato	2 TU	0	45 - 65
	4 FU	0	21 - 28
Prato	1 TU	0	34
	1 FU	0	27
Livorno	1 TU	0	41
	1 FU	0	19
Pisa	1 TU	0	33
	1 FU	0	16

continua

segue **Tabella 6.1.4 - (relativa a Mappa tematica 6.1.4):** NO₂ (2014) - Numero di ore con concentrazione superiore a 200 µg/m³ (valore limite orario: 200 µg/m³; max 18 sup in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Numero di ore con concentrazione > 200 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Pisa	1 TU	0	33
	1 FU	0	16
Arezzo	1 TU	0	39
	1 FU	0	17
Perugia	2 TU	0	31 - 32
	1 FU	0	12
Terni	2 TU	0	20 - 24
	1 FU	0	24
Pesaro	1 FU	0	20
Ancona	1 FU	0	20
Ascoli Piceno	1 FU	0	13
Viterbo	1 TU	1	29
Rieti	1 TU	0	21
Roma	4 TU	0 - 4	50 - 65
	6 FU	0	30 - 45
Latina	3 TU	0	29 - 30
Pescara	1 TU, 1 TS	0	25 - 41
	1 FS	0	19
Campobasso	1 TU	4	39
	2 FU	0 - 1	20 - 24
Caserta	1 TS	0	25
Benevento	2 TU	0	30 - 48
Napoli	6 TU, 1 TS	0 - 1	38 - 54
	1 FU	0	27
Avellino	1 TU, 1 TS	0	28 - 37
Salerno	3 TU	0	28 - 42
Foggia	1 FU	0	13
Andria	1 TU	0	22
Barletta	1 FU	0	20
Bari	1 TU, 1 TS	0	23 - 31
	1 FU, 1 FS	0	17 - 22
Taranto	2 IS, 1 TU	0	23 - 29
	2 FS	0	9
Brindisi	2 IS, 2 TU	0	14 - 22
	1 FU, 1 FS	0	11 - 13
Lecce	2 TU	0	20 - 30
Cosenza	1FU	0	24

continua

segue **Tabella 6.1.4 - (relativa a Mappa tematica 6.1.4):** NO₂ (2014) - Numero di ore con concentrazione superiore a 200 µg/m³ (valore limite orario: 200 µg/m³; max 18 sup in un anno) e valore medio annuo (valore limite: 40 µg/m³) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Numero di ore con concentrazione > 200 µg/m ³ (minimo e massimo) ^(b)	Valore medio annuo (µg/m ³) (minimo e massimo) ^(c)
Crotone	1FU	0	16
Catanzaro	1TU	0	42
	1FU	0	10
Reggio Calabria	1TU	0	20
	1FU	0	23
Trapani ^(d)	1 FU	0	11
Palermo ^(e)	6 TU	0	20 - 60
	1 FS	0	15
Ragusa	1 FU, 2 FS	0 - 1	8 - 13
Siracusa ^(f)	1 IS, 2 TU	0	17 - 30
	1 FU, 3 FS	0 - 4	10 - 36
Sassari	1 TU	0	24
	1 FU	0	11
Cagliari agglomerato	1 TU	0	32
	2 FU	0	16 - 17
Olbia	1 TU	0	15
	1 FU	0	17

(a) È riportato il numero di stazioni con raccolta minima dei dati del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria, secondo quanto stabilito nel D.lgs. 155/2010, all. I); TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana;

(b) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) del numero di ore con concentrazione superiore a 200 µg/m³. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore;

(c) sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo alla media annuale di una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

(d) La stazione di Trapani, Trapani, ha un rendimento inferiore al 90% (78%).

(e) La stazione di Palermo, Unità d'Italia, ha un rendimento inferiore al 90% (77%).

(f) Le stazioni di Siracusa, Belvedere e Acquedotto, hanno un rendimento inferiore al 90% (79%, 84%).

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

Tabella 6.1.5 - (relativa a Mappa tematica 6.1.5): Ozono (2014) - 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), della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria), per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione		Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)
Torino	2 U	18 - 43	2 - 6	6 - 18	0	0
Novara	1 U	11	3	9	0	0
Cuneo	1 U	10	0	0	0	0
Asti	1 U	17	2	8	0	0
Alessandria	1 U	18	4	16	0	0
Aosta	1 U, 1 S	7 - 10	0	0	0	0
Savona	1 U	8	0	0	0	0
Genova	3 U	44 - 76	2 - 5	5 - 9	0	0
La Spezia	1 U, 1 S	1 - 11	0	0	0	0
Varese	1 U	30	5	21	0	0
Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	5 U, 2 S	16 - 41	4 - 10	16 - 61	0 - 3	0 - 6
Bergamo agglomerato	1 U, 1 S	29 - 42	6 - 11	38 - 61	1	3 - 5
Brescia agglomerato	2 U	22 - 41	4 - 6	22 - 37	0	0
Pavia	1 U	32	4	14	0	0
Bolzano	2 U, 2 S	4 - 26	0	0	0	0
Trento	1 U	19	1	2	0	0
Verona	1 S	21	2	4	0	0
Vicenza	1 U	25	3	12	0	0
Treviso	1 U	36	8	24	0	0
Venezia	2 U	23 - 31	2 - 3	4 - 7	0	0
Padova	1 U	31	4	17	0	0
Rovigo	1 U	23	1	3	0	0
Pordenone	1 S	15	0	0	0	0
Udine	1 S, 1 U	32 - 33	1 - 4	2 - 9	0	0
Piacenza	1 U	39	7	25	0	0
Parma	1 U	19	1	5	0	0
Reggio Emilia	1 U	23	1	2	0	0
Modena	1 U	27	1	3	0	0
Bologna	1 U	44	4	15	0	0
Ferrara	1 U	19	1	1	0	0
Ravenna	1 U	13	0	0	0	0
Forlì	1 U	18	1	1	0	0

continua

segue **Tabella 6.1.5** – Ozono (2014): 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), della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria), per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione		Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)
Rimini	1 U	62	2	13	0	0
Firenze agglomerato	1 U	17	1	3	0	0
Pisa	1 S	2	0	0	0	0
Arezzo	1 S	16	0	0	0	0
Perugia	1 U	2	0	0	0	0
Terni	1 U	10	0	0	0	0
Pesaro	1 U	9	0	0	0	0
Ancona	1 U	6	0	0	0	0
Ascoli Piceno	1 U	29	0	0	0	0
Viterbo	1 U	1	0	0	0	0
Rieti	1 U	18	0	0	0	0
Roma	6 U	3 - 22	0 - 2	0 - 3	0	0
Latina	1 U	6	0	0	0	0
Pescara	1 S, 1 S	0	0	0	0	0
Campobasso	2 S	0 - 7	0	0	0	0
Caserta	1 U, 2 S	0 - 8	0 - 1	0 - 1	0	0
Benevento	1 U	3	0	0	0	0
Napoli	7 U, 1 S	0 - 12	0 - 1	0 - 1	0	0
Avellino	1 S	1	0	0	0	0
Salerno	2 U	2	0	0	0	0
Barletta	1 U	4	0	0	0	0
Bari	1 U, 1 S	0 - 9	0	0	0	0
Taranto	1 S	16	0	0	0	0
Brindisi	1 S	4	0	0	0	0
Potenza	1 S	0	0	0	0	0
Cosenza	1U	1	0	0	0	0
Crotone	1U	6	0	0	0	0
Catanzaro	2U	0	0	0	0	0
Reggio Calabria	1U	0	0	0	0	0
Trapani	1 U	0	0	0	0	0
Palermo	1 U, 1 S	0 - 1	0	0	0	0
Ragusa	1 U, 1 S	0	0	0	0	0
Siracusa	2 U, 1 S	16 - 44	0 - 1	0 - 1	0	0

continua

segue **Tabella 6.1.5** – Ozono (2014): 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), della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria), per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^{a)} (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione			Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)	
Sassari	2 U	0	0	0	0	0	
Cagliari agglomerato	3 U	0 - 19	0	0	0	0	
Olbia	1 U	0	0	0	0	0	

^{a)} è riportato il numero di stazioni che hanno fornito informazioni per almeno 5 mesi estivi su 6;
 U = Urbana, S = Suburbana

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

Tabella 6.1.6: *Ozono, aprile - settembre 2015 (dati provvisori) - Superamenti dell'obiettivo a lungo termine (120 µg/m³ come media massima giornaliera calcolata su otto ore nell'arco di un anno civile), della soglia di informazione (180 µg/m³ come media oraria) e della soglia di allarme (240 µg/m³ come media oraria), per città e tipologia di stazione*

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione		Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)
Torino	1 U	58	14	57	0	0
Cuneo	1 U	53	0	0	0	0
Asti	1 U	58	6	15	0	0
Alessandria	1 U	55	10	21	0	0
Aosta	1 U, 1 S	25 - 32	0	0	0	0
Savona	1 U	27	1	2	0	0
Genova	2 U	78 - 121	14 - 19	55 - 57	0	0
La Spezia	1 U, 1 S	3 - 27	0	0	0	0
Varese	1 U	70	35	159	1	1
Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	5 U, 2 S	42 - 93	0 - 46	0 - 269	0 - 16	0 - 36
Bergamo agglomerato	1 U, 1 S	83 - 95	35 - 40	147 - 218	1 - 3	2 - 6
Brescia agglomerato	2 U	64 - 91	20 - 31	52 - 157	0	0
Pavia	1 U	64	18	79	0	0
Bolzano	2 U, 2 S	18 - 73	0 - 11	0 - 29	0	0
Trento	1 U	59	3	7	0	0
Verona	1 S	82	9	21	0	0
Vicenza	1 U	73	18	40	0	0
Treviso	1 U	58	12	29	0	0
Venezia	2 U	70 - 77	6 - 10	16 - 43	0 - 1	0 - 1
Padova	1 U	53	7	26	0	0
Rovigo	1 U	54	0	0	0	0
Piacenza	1 U	60	23	99	0	0
Parma	1 U	72	22	88	0	0
Reggio Emilia	1 U	60	8	24	0	0
Modena	1 U	59	4	11	0	0
Bologna	1 U	40	4	7	0	0
Ferrara	1 U	41	1	2	0	0
Ravenna	1 U	20	1	4	0	0
Forlì	1 U	48	5	7	0	0
Rimini	1 U	37	3	8	0	0
Perugia	1 U	35	1	1	0	0
Terni	1 U	22	0	0	0	0

Continua

segue **Tabella 6.1.6:** Ozono, aprile - settembre 2015 (dati provvisori) - 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), della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria), per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^{a)} (numero e tipo)	Superamenti obiettivo a lungo termine	Superamenti soglia di informazione		Superamenti soglia di allarme	
		Giorni (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)	Giorni (min - max)	Ore (min - max)
Pesaro	1 U	24	0	0	0	0
Ancona	1 U	17	0	0	0	0
Ascoli Piceno	1 U	71	5	8	0	0
Viterbo	1 U	0	0	0	0	0
Rieti	1 U	41	0	0	0	0
Roma	6 U	2 - 38	0 - 6	0 - 12	0	0
Latina	1 U	0	0	0	0	0
Pescara	1 U, 1 S	0	0	0	0	0
Barletta	1 U	24	0	0	0	0
Bari	1 U, 1 S	11 - 19	0	0	0	0
Taranto	1 S	26	0	0	0	0
Brindisi	1 S	9	0	0	0	0
Potenza	2 S	49 - 59	0 - 1	0 - 1	0	0
Matera	1S	31	0	0	0	0
Cosenza	1U	42	1	1	0	0
Crotone	1U	27	0	0	0	0
Catanzaro	2U	0 - 15	0	0	0	0
Reggio Calabria	1U	0	0	0	0	0
Trapani	1 U	2	0	0	0	0
Palermo	1 U, 1 S	0 - 3	0	0	0	0
Catania	1 U, 1 S	2 - 11	0	0	0	0
Ragusa	1 U, 1 S	0	0	0	0	0
Siracusa	4 U, 1 S	3 - 80	0 - 4	0 - 8	0 - 1	0 - 4
Sassari	2 U	0 - 7	0	0	0	0
Cagliari agglomerato	3 U	0	0	0	0	0
Olbia	1 U	0	0	0	0	0

^{a)} è riportato il numero di stazioni che hanno fornito informazioni per almeno 5 mesi estivi su 6;
 U = Urbana, S = Suburbana

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

Tabella 6.1.7 - (relativa a Mappa tematica 6.1.6): Benzo(a)pirene (BaP, valore obiettivo 1,0 ng/m³), arsenico (As, valore obiettivo 6,0 ng/m³), cadmio (Cd valore obiettivo 5,0 ng/m³) e nichel (Ni valore obiettivo 20,0 ng/m³), contenuto totale nel PM10 (2014) - Valori medi annui per città e singola stazione di monitoraggio

Comuni	Stazioni: nome e tipo ^(a)		BaP (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)
Torino	TORINO - CONSOLATA	TU	0,7	0,7	0,2	4,8
	TORINO - LINGOTTO	FU	0,8	0,7	0,2	3,2
	TORINO - REBAUDENGO	TU	1,1	0,7	0,3	4,5
	TORINO - RUBINO	FU	0,7	0,7	0,2	3,2
Novara	NOVARA - ROMA	TU	0,4	0,7	0,1	2,8
	NOVARA - VERDI	FU	0,3	0,7	0,2	3,3
Cuneo	CUNEO - ALPINI	FU	0,2	0,7	0,1	1,2
Asti	ASTI - BAUSSANO	TU	0,8	n.d. ^(b)	n.d.	n.d.
Alessandria	ALESSANDRIA - D'ANNUNZIO	TU	0,5	0,7	0,1	4,4
	ALESSANDRIA - VOLTA	FU	0,5	0,7	0,1	3
Aosta	AOSTA (PIAZZA PLOUVES)	FU	0,9	0,7	0,5	15
Savona	VIA SAN LORENZO	TU	0,2	0,8	0,2	6,9
Genova	QUARTO	FU	0,1	0,6	0,5	3,0
	CORSO FIRENZE	FU	n.d.	0,6	0,5	5,1
	CORSO EUROPA - VIA S. MARTINO	TU	n.d.	0,5	0,5	3,5
	PIAZZA MASNATA	TU	0,2	n.d.	n.d.	n.d.
La Spezia	MAGGIOLINA	FU	0,2	0,6	0,6	4,1
	CHIODO/AMENDOLA	TU	0,2	0,7	0,6	4,8
	FOSSAMAISTRA	IU	0,2	0,8	0,6	4,1
Varese	VARESE COPELLI	TU	0,3	<2	<0,2	8,4
Milano, Como, Monza (Agglomerato Milano)	MILANO SENATO	TU	0,3	<2	0,2	5,7
	MILANO PASCAL	FU	0,3	<2	0,3	<4,2
	MEDA	TU	1,5	<2	0,2	<4,2
Bergamo agglomerato	BERGAMO MEUCCI	FU	0,4	<2	0,2	7,1
Brescia agglomerato	BRESCIA VILLAGGIO SERENO	FU	0,5	<2	0,3	7,4
Bolzano	BZ5 PIAZZA ADRIANO	TU	0,9	0,5	0,1	4,8
	LA1 LACES	FU	2,0	n.d.	n.d.	n.d.
Trento	TRENTO PSC	FU	0,7	1,5	1,5	1,5
	TRENTO PSC	FU	0,7	1,5	1,5	1,5
Verona	VR-CASON	FS	0,8	0,6	0,2	2,7
Vicenza	VI-QUARTIERE ITALIA	FU	0,7	0,6	0,3	5,7
Treviso	TV-VIA LANCIERI	FU	1,0	0,7	0,6	2,3

continua

segue **Tabella 6.1.7 - (relativa a Mappa tematica 6.1.6):** Benzo(a)pirene (BaP, valore obiettivo 1,0 ng/m³), arsenico (As, valore obiettivo 6,0 ng/m³), cadmio (Cd valore obiettivo 5,0 ng/m³) e nichel (Ni valore obiettivo 20,0 ng/m³), contenuto totale nel PM10 (2014) - Valori medi annuali per città e singola stazione di monitoraggio

Comuni	Stazioni: nome e tipo ^(a)		BaP (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)
Venezia	VE-PARCO BISSUOLA	FU	0,9	2,1	1,8	2,9
	VE-MALCONTENTA	IS	1,0	1,4	1,2	4,4
	VE-SACCA FISOLA	FU	n.d.	4,6	4,7	4,6
Padova	PD-MANDRIA	FU	1,0	0,8	0,4	3,1
	PD-ARCELLA	TU	1,0	0,8	0,4	3,4
	PD-GRANZE	IU	1,0	1	0,5	3,4
Rovigo	RO-BORSEA	FU	0,5	0,7	0,3	1,8
Pordenone	PORDENONE CENTRO	TU	0,5	0,6	0,3	1,6
Modena	PARCO FERRARI	FU	0,3	0,9	0,2	1,2
Bologna	GIARDINI MARGHERITA	FU	0,1	0,4	0,1	1,0
Ferrara	ISONZO	TU	0,2	0,7	0,2	1,6
Firenze agglomerato	FI-BASSI	FU	0,3	n.d.	n.d.	n.d.
	FI-GRAMSCI	TU	0,6	0,6	0,4	2,7
Perugia	CORTONESE	FU	n.d.	0,3	0,1	1,3
	FONTIVEGGE1	TU	0,5	n.d.	n.d.	n.d.
Terni	LE GRAZIE	TU	1,3	0,6	0,2	10
	BORGO RIVO	FU	1,3	0,4	0,2	5,4
Roma	FRANCIA	TU	0,8	0,3	0,1	3,1
	ADA	FU	0,4	0,3	0,2	2,1
	CINECITTÀ	FU	0,6	0,3	0,2	2,2
Pescara	TEATRO D'ANNUNZIO	FS	0,8	n.d.	n.d.	n.d.
	VIA FIRENZE	TU	0,7	n.d.	n.d.	n.d.
Campobasso	CAMPOBASSO3	FU	0,2	n.d.	n.d.	n.d.
Salerno	SA21 SCUOLA PASTENA MONTE	TU	0,2	0,6	0,1	2,9
	SA22 U.S.L. 53	TU	0,1	0,6	0,2	2,3
	SA23 SCUOLA OSVALDO CONTI	TU	0,2	0,8	0,2	3,0
Foggia	FOGGIA- ROSATI	FU	0,1	3,7	1,5	3,7
Barletta	BARLETTA	FU	0,3	0,6	0,1	2,8
Bari	BARI - CALDAROLA	TU	0,3	0,7	0,1	3,5
	BARI - KENNEDY	FU	0,2	0,5	0,1	3,2

continua

segue **Tabella 6.1.7 - (relativa a Mappa tematica 6.1.6):** Benzo(a)pirene (BaP, valore obiettivo 1,0 ng/m³), arsenico (As, valore obiettivo 6,0 ng/m³), cadmio (Cd valore obiettivo 5,0 ng/m³) e nichel (Ni valore obiettivo 20,0 ng/m³), contenuto totale nel PM10 (2014) - Valori medi annuali per città e singola stazione di monitoraggio

Comuni	Stazioni: nome e tipo ^{a)}		BaP (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)
Taranto	TARANTO - MACHIAVELLI	IS	0,1	0,3	0,1	5,8
	TARANTO - ALTO ADIGE	TU	0,1	0,2	0,2	5,1
	TARANTO - TALSANO	FS	0,2	0,2	0,2	17,6
Brindisi	BRINDISI - VIA TARANTO	TU	0,2	0,2	0,1	2
	BRINDISI CASALE	FU	0,1	0,7	0,1	2,4
Cosenza	CITTÀ DEI RAGAZZI	FU	0,5	0,3	0,1	0,4
Sassari	CENS12	TU	< 0,1	0,7	0,2	1,0
	CENS16	FU	0,1	< 0,1	< 0,1	1,0
Cagliari agglomerato	CENCA1	TU	0,2	0,2	< 0,1	2,2
	CENMO1	FU	0,5	0,1	0,1	2,0
	CENQU1	FU	0,4	< 0,1	< 0,1	2,0
Olbia	CENS10	TU	0,3	< 0,1	< 0,1	1,5
	CEOLB1	FU	0,3	< 0,1	< 0,1	2,1

- a) TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana.
 b) n.d.=non disponibile

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

Tabella 6.1.8 - (relativa a Mappa tematica 6.1.7): Benzene (2014) - Valore medio annuo (valore limite: 5,0 µg/m³) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo ^(b) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Torino	1 TU	2,0
	2 FU	1 – 2,2
Novara	1 TU	1,5
Cuneo	1 FU	0,9
Asti	1 TU	1,3
Alessandria	1 TU	1,4
Aosta	1 FU	1,0
Savona	1 TU	1,4
	1 FU	0,5
Genova	1 TU	2,7
	1 FU	0,9
La Spezia	1 TU	1,6
Milano, Como, Monza (Milano agglomerato)	4 TU	1,4 – 2,4
	1 FU	1,5
Bergamo agglomerato	2 TU	0,9 – 1,0
Brescia agglomerato	1 FS	0,7
Pavia	1 FU	1,4
Bolzano	1 TU	1,0
	1 FU	1,0
Trento	1 TU	0,7
Verona	1 TU	0,6
Vicenza	1 TU	1,2
Treviso	1 FU	0,6
Venezia	1 FU	1,2
Padova	1 FU	1,3
Rovigo	1 TU	0,8
Pordenone	1 TU	1,1
Udine	1 FU	1,2
Trieste	1 FS	1,6
Piacenza	1 TU	1,3
Parma	1 TU	1,3
Reggio Emilia	1 TU	1,3
Modena	1 TU	1,1
Ferrara	1 TU	1,2
Ravenna	1 TU	1,1
Forlì	1 TU	1,1
Rimini	1 TU	1,8
Lucca	1 TU	1,4
Firenze agglomerato	1 TU	2,2

continua

segue **Tabella 6.1.8 - (relativa a Mappa tematica 6.1.7):** Benzene (2014) - Valore medio annuo (valore limite: 5,0 µg/m³) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo ^(b) (µg/m ³) (minimo e massimo)
Firenze agglomerato	1 FU	0,9
Prato	1 FU	0,6
Perugia	1 TU	0,7
	1 FU	0,6
Terni	2 TU	1,1 – 1,3
Ancona	1 FU	0,5
Ascoli Piceno	1 FU	1,1
Viterbo	1 TU	1,3
Rieti	1 TU	1,1
Roma	2 TU	2,3 – 2,4
	1 FU	0,8
Latina	1 TU	0,9
Pescara	1 TU	1,3
	1 FS	0,9
Campobasso	1 TU	0,5
	1 FU	0,9
Caserta	1 TU	1,0
Benevento	1 TU	0,9
Napoli	1 TU, 1 TS	1,0 – 1,5
Avellino	1 TS	1,8
Salerno	1 TU	1,9
Andria	1 TU	0,8
Barletta	1 FU	2,2
Bari	2 TU	1,5 – 1,9
	1 FU, 1 FS	0,4 – 1,5
Taranto	1 IS, 1 TU	0,8 – 1,3
Brindisi	1 IS, 1 TU	0,5 – 0,9
Lecce	1 TU	0,9
Cosenza	1FU	1,0
Crotone	1FU	1,0
Catanzaro	1FU	0,5
Reggio Calabria	1FU	1,0
Trapani	1 FU	0,2
Palermo	2 TU	2,4 – 3,2
Siracusa	2 TU	2,2 – 3,0
	1 FS	0,8
Sassari	1 FU	0,9

continua

segue **Tabella 6.1.8 - (relativa a Mappa tematica 6.1.7):** Benzene (2014) - Valore medio annuo (valore limite: 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) per città e tipologia di stazione

Comuni	Stazioni ^(a) (numero e tipo)	Valore medio annuo ^(b) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (minimo e massimo)
Cagliari agglomerato	1 TU	2,2
	2 FU	1,1 – 1,2
Olbia	1 FU	0,4

- (a) Le stazioni hanno serie di dati con raccolta minima dei dati del 90% (al netto delle perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria, secondo quanto stabilito nel D,Lgs, 155/2010, all. I); TU = Traffico Urbana; TS= Traffico Suburbana; IU = Industriale Urbana; IS = Industriale Suburbana; FU = Fondo Urbana; FS = Fondo Suburbana.
- (b) Sono riportati il valore più basso (minimo) e il valore più alto (massimo) delle medie annuali. Quando è disponibile il dato relativo a una sola stazione o il valore minimo e massimo coincidono è riportato un solo valore.

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA

6.2 ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE URBANA AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI OUTDOOR

J. Tuscano

ISPRA - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

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/DMS - ECOEHIS e adoperati successivamente anche dall'Agenzia Europea per l'Ambiente e da Eurostat per le statistiche di Sviluppo sostenibile - *Public Health*.

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 (ARPA-APPA), e sono generalmente riferibili al Comune di appartenenza, in pochi casi essi sono relativi all'agglomerato urbano.

Per il 2014, rispetto all'anno precedente, si può notare una generale riduzione della percentuale di popolazione esposta, sia rispetto ai valori dei limite di legge, ma anche, per il PM, ai valori di riferimento dell'OMS. È da considerare che la riduzione può dipendere, verosimilmente, anche da condizioni meteorologiche favorevoli.

Parole chiave

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

Abstract

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 PM_{2,5}), 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 g/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-APPAs), and are usually related to the municipality boundaries, in a few cases they are related to the extended urban area.

For the year 2014, compared to the previous year, there has been an overall reduction in the proportion of the population exposed, both to the legal limit, but also, to the PM's reference values for WHO. We shall consider that this decrease may likely depend on favorable weather conditions.

Keywords

Exposure, Population, Air pollution, Particulate matter, Ozone, Nitrogen dioxide, Benzo(a)pyrene

QUALITÀ DELL'ARIA NEI CENTRI URBANI E POPOLAZIONE ESPOSTA

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 di Eurostat per le Statistiche di Sviluppo sostenibile - *Public Health*. In ISPRA tali indicatori vengono elaborati annualmente anche per l'Annuario dei Dati Ambientali, per tutti quei capoluoghi di provincia per cui sono presenti dati di monitoraggio della qualità dell'aria. Negli anni si è conseguito un progressivo perfezionamento di metodologie e criteri per far fronte, sulla base dei dati disponibili, alle necessità informative delle politiche ambientali.

In base a 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 (ad eccezione dell'ozono). I dati utilizzati provengono preferibilmente da stazioni di fondo urbano, generalmente impiegato come *proxy* di concentrazione ai fini della stima dell'esposizione della popolazione. Qualora per l'intera area urbana non siano disponibili dati di fondo urbano, sono utilizzati 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 esempio 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 di 120 µg/m³. Questo valore è utilizzato nella normativa come valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana⁵.

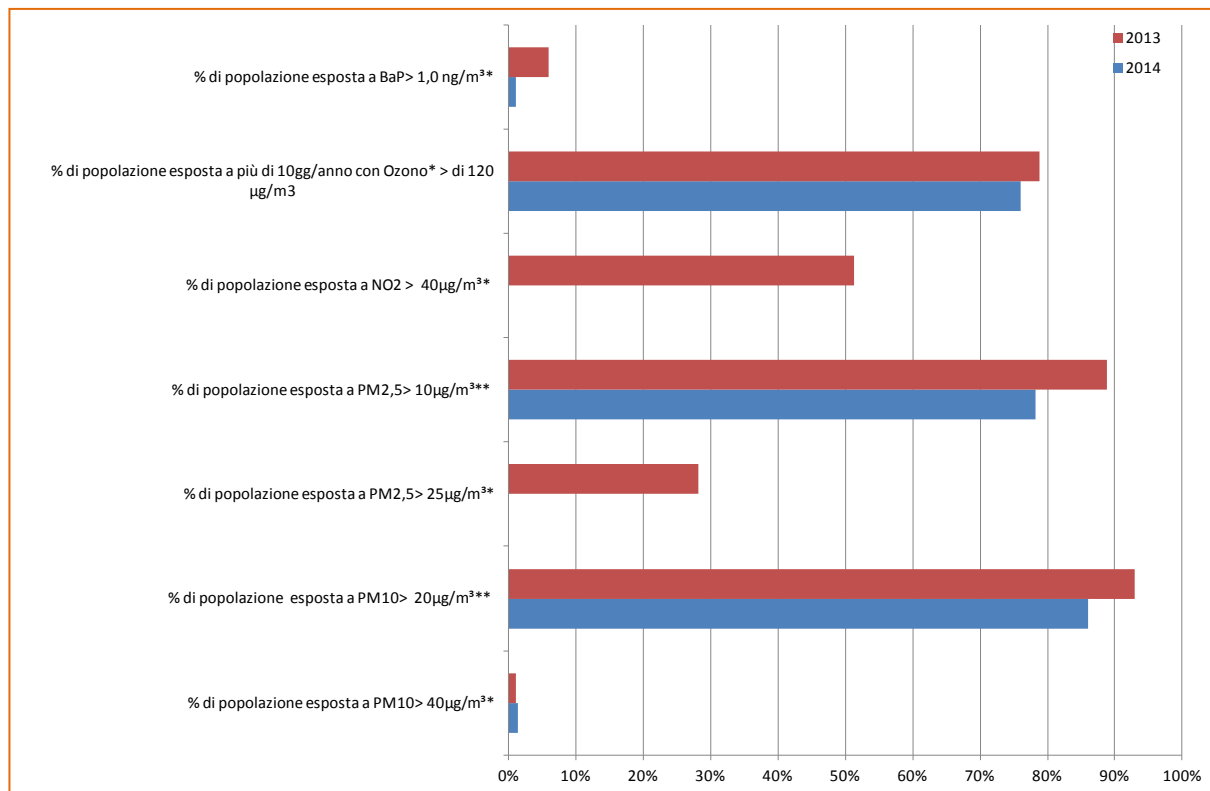
I dati ambientali sono stati forniti direttamente dalle Agenzie Regionali/Provinciali (ARPA-APPAs), e sono in linea di massima riferiti al Comune di appartenenza, ed è stata quindi considerata la popolazione comunale residente (dati ISTAT). In alcuni casi sono stati forniti dati relativi ad agglomerati urbani (Milano-Como-Monza, Bergamo, Brescia, Firenze e Cagliari) e si è quindi considerata la relativa popolazione afferente.

Dal **Grafico 6.2.1** (rif. **Tabella 6.2.1**) è possibile notare, nel confronto con l'anno precedente, una generale riduzione della percentuale di popolazione esposta, sia rispetto ai valori dei limiti di legge, ma anche, per il PM, ai valori di riferimento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità. Tale riduzione può dipendere, verosimilmente, anche da condizioni meteorologiche favorevoli. Da tener presente la possibilità che i valori qui considerati per la valutazione dell'esposizione non considerino alcune situazioni locali in cui le stazioni di zona riportano valori superiori a quelli richiesti dalla normativa.

⁴ progetto a *co-leadership* UE-QMS

⁵ determinato come media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile

Grafico 6.2.1– Percentuale di popolazione esposta agli inquinanti atmosferici nei centri urbani (confronto anni 2013-2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

PM10 - PM2,5 ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

Il **particolato atmosferico** (PM) è costituito da microscopiche particelle solide e liquide sospese in atmosfera. I componenti del particolato possono essere diversi: nitrati e solfati, composti organici (ad esempio idrocarburi policiclici aromatici), metalli, particelle di suolo e allergeni, come frammenti di polline e spore fungine.

Le particelle più grandi possono essere fonte di irritazione per occhi, naso e gola. Il particolato sotto i 10 micrometri di diametro è facilmente inalabile⁶ e più le particelle sono piccole più 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.

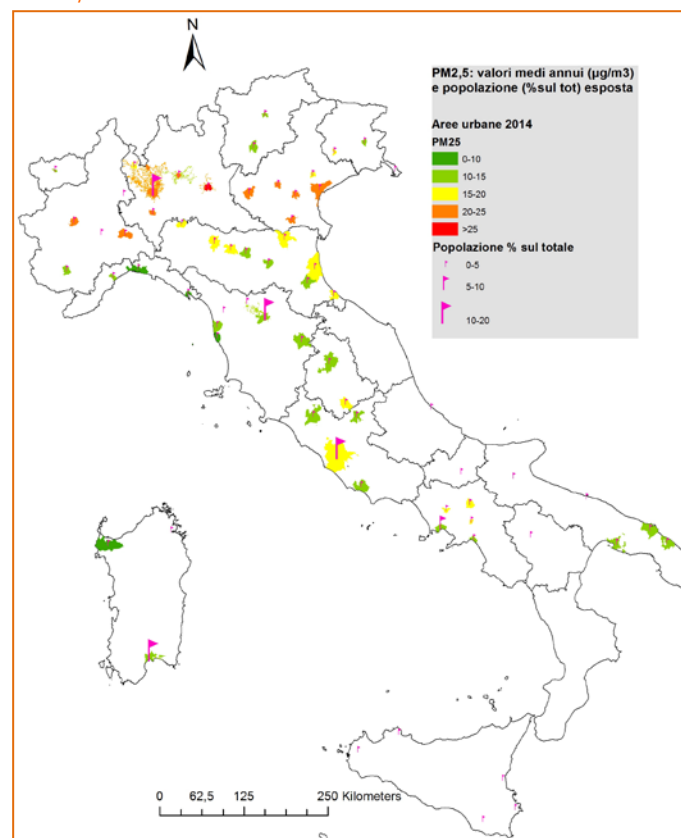
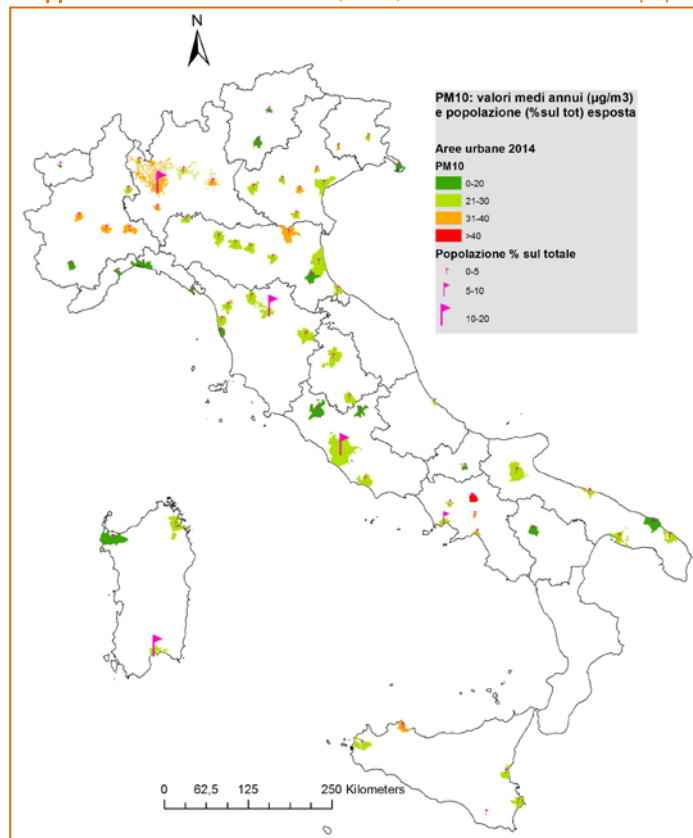
Numerosi studi scientifici hanno da tempo collegato l'esposizione al PM, sia a breve che a lungo termine, a una serie di problematiche legate alla salute della popolazione. I soggetti più vulnerabili ai rischi connessi all'esposizione sono quelli con malattie cardiache o polmonari, gli anziani e i bambini. Per soggetti con malattie cardiache, cardiovascolari o polmonari l'inalazione del particolato può aggravare i sintomi di queste patologie. Gli anziani sono a maggior rischio, per la maggiore probabilità di avere patologie cardio-polmonari non diagnosticate. Per i bambini 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. Studi più 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.

La **Mappe tematiche** in figura 6.2.1 e 6.2.2 (rif. Tabella 6.2.2), mostrano i valori di PM10 e PM2,5 a cui la popolazione è stata mediamente esposta nel 2014, nelle aree urbane considerate. La colorazione delle fasce di concentrazione è relativa al livello di rischio per la salute umana, nel caso del PM10 al valore soglia OMS di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nel caso del PM2,5 al valore soglia OMS di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per entrambi gli inquinanti quasi tutti i valori considerati ai fini dell'esposizione media annua sono al di sotto dei limiti normativi, ma è da ricordare che i valori consigliati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come soglia per la protezione della salute umana sono rispettivamente 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e la percentuale di popolazione urbana esposta a valori superiori a questa soglia è ancora dell'88% nel caso del PM10 e dell'80% nel caso del PM2,5.

⁶ 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"

Mapa tematica 6.2.1 - PM10,PM2,5: valori annui a cui la popolazione è mediamente esposta nelle aree urbane (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

NO₂ - ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

Il **biossido di azoto** (NO₂) fa parte del gruppo di gas altamente reattivi conosciuti come ossidi di azoto o NO_x (ne fanno parte il monossido e il biossido di azoto) ed è spesso utilizzato come indicatore per l'intero gruppo.

L'NO₂ e in generale gli NO_x si formano rapidamente per ossidazione del monossido (NO) emesso dai processi di combustione (ad esempio di automobili, camion e bus, centrali termoelettriche, riscaldamento e altri impianti di combustione). Gli NO_x inoltre, reagendo con altri composti (come ammoniaca, umidità) danno forma a particelle di particolato atmosferico, mentre in presenza di luce solare e calore reagiscono con i composti organici volatili⁷ producendo ozono troposferico (a livello del suolo, quindi respirabile).

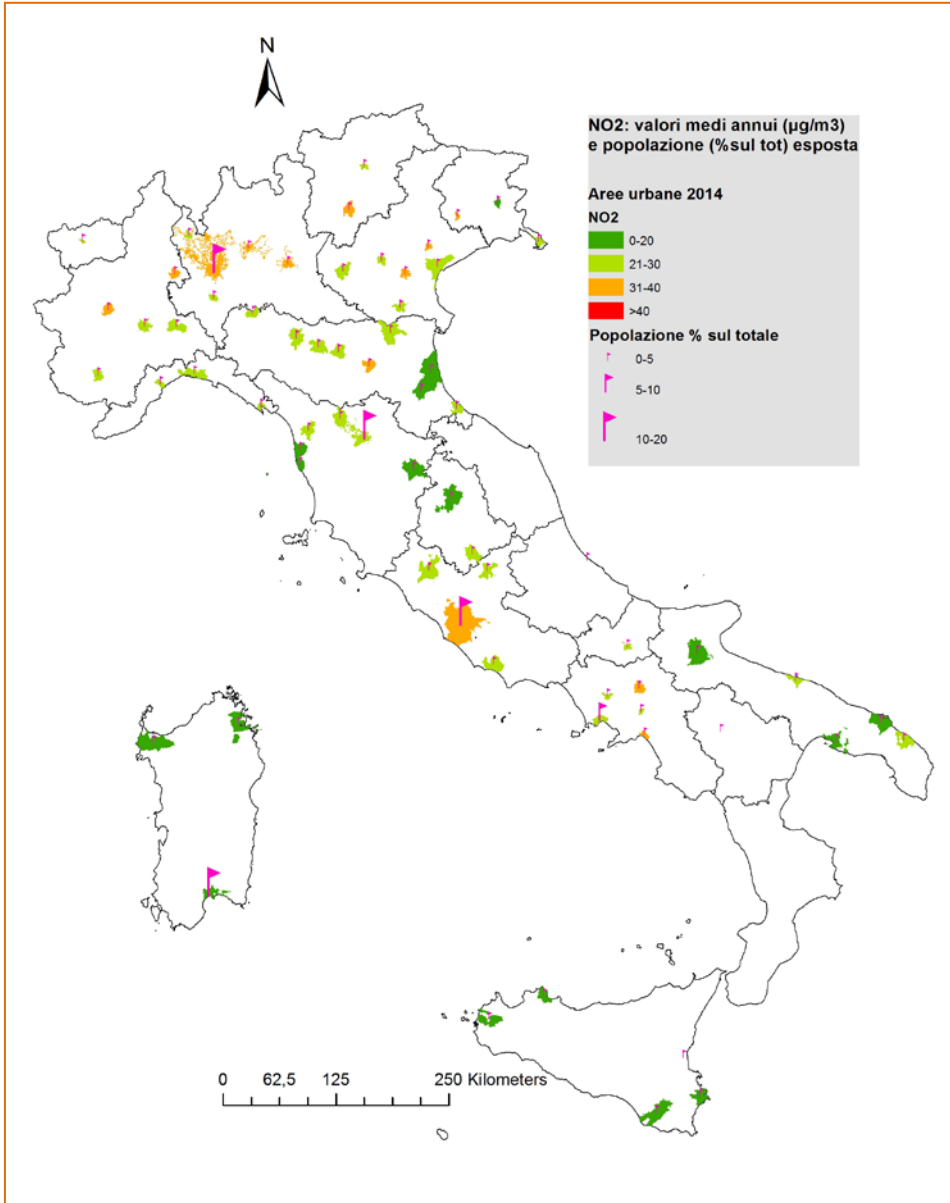
Il biossido di azoto è un gas irritante delle vie respiratorie e degli occhi, e in combinazione con il particolato e altri inquinanti prodotti dal traffico veicolare è stato associato in molti studi epidemiologici con disturbi respiratori e cardiovascolari. Studi scientifici hanno anche connesso l'esposizione 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 vengono 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.

La **Mappa tematica** in figura 6.2.3 (rif. **Tabella 6.2.2**), riassume i valori di NO₂ considerati ai fini dell'esposizione media annua nelle aree urbane, per l'anno 2014. Nella maggior parte dei centri urbano i valori considerati si mantengono entro i 40 µg/m³ (valore consigliato da OMS nonché limite di legge).

⁷ I composti organici volatili, o COV sono composti chimici organici anche molto diversi fra loro ma caratterizzati da una elevata pressione di vapore che quindi evaporano facilmente a temperatura ambiente. Sono COV sia gli idrocarburi semplici che quelli composti contenenti oltre al carbonio e l'idrogeno anche ossigeno, cloro od altri elementi

Mappa tematica 6.2.3 – NO₂: valori annui a cui la popolazione è mediamente esposta nelle aree urbane (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

OZONO - ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

L'**ozono troposferico** (O_3) è un gas instabile e altamente reattivo formato da tre atomi di ossigeno e si forma, al livello del suolo, mediante reazione chimica tra ossidi di azoto (NO_x) e composti organici volatili (COV^8) in presenza di luce solare. La necessità di irradiazione solare fa sì che la reazione chimica dipenda quindi fortemente dalle condizioni meteo climatiche, e le concentrazioni possano variare nel corso della giornata e delle stagioni, raggiungendo in estate anche livelli molto elevati. Oltre agli effetti nocivi su vegetazione ed ecosistemi, l'ozono troposferico 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 e infiammazione dei rivestimenti polmonari, 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 riproduce la somma annuale⁹ delle eccedenze di ozono da una soglia (cosiddetto *cut-off level*) al di sopra del quale esiste uno statistico incremento del rischio relativo di mortalità¹⁰ per la popolazione vulnerabile. Questa soglia è $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media massima giornaliera su 8-h). Tuttavia in questa sede è utilizzato, per comodità di computo, il numero di giorni di superamento dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questo valore è utilizzato nella normativa come obiettivo¹¹ a lungo termine per la protezione della salute umana.

La **Mappa tematica** in figura 6.5.4 (rif. **Tabella 6.2.2**), mostra, per l'anno 2014, il numero di giorni per centro urbano in cui la popolazione è stata mediamente esposta a valori superiori ai $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

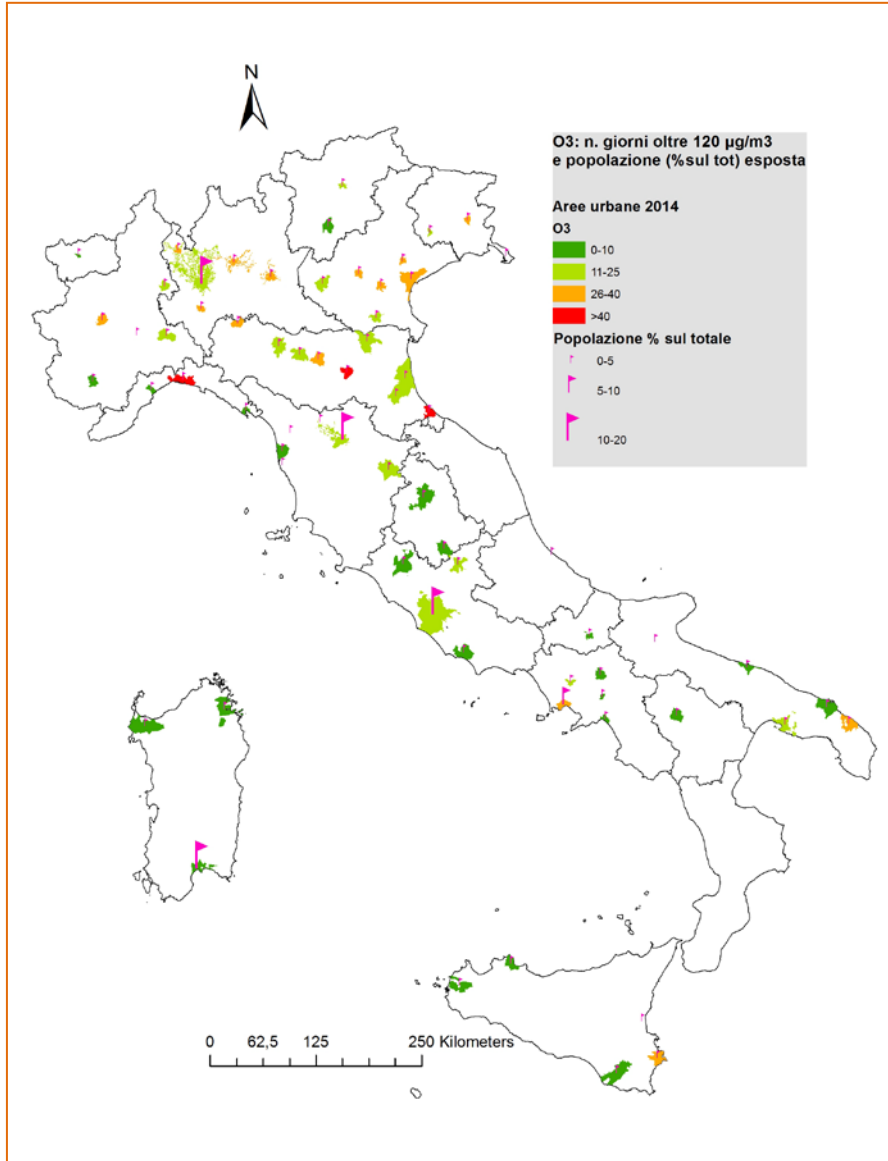
⁸ I composti organici volatili o COV sono composti chimici organici anche molto diversi fra loro ma caratterizzati da una elevata pressione di vapore che quindi evaporano facilmente a temperatura ambiente. Sono COV sia gli idrocarburi semplici che quelli composti contenenti oltre al carbonio e l'idrogeno anche ossigeno, cloro od altri elementi

⁹ somma delle eccedenze dalla soglia di 35 ppb (35 parti per bilione, equivalenti a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) della media massima giornaliera su 8-h, calcolata per tutti i giorni dell'anno

¹⁰ *Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution*. WHO-Euro, 2008

¹¹ Calcolato come media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile

Mappa tematica 6.2.4 – O_3 : giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute a cui la popolazione è esposta nelle aree urbane (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

BENZO(A)PIRENE - ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

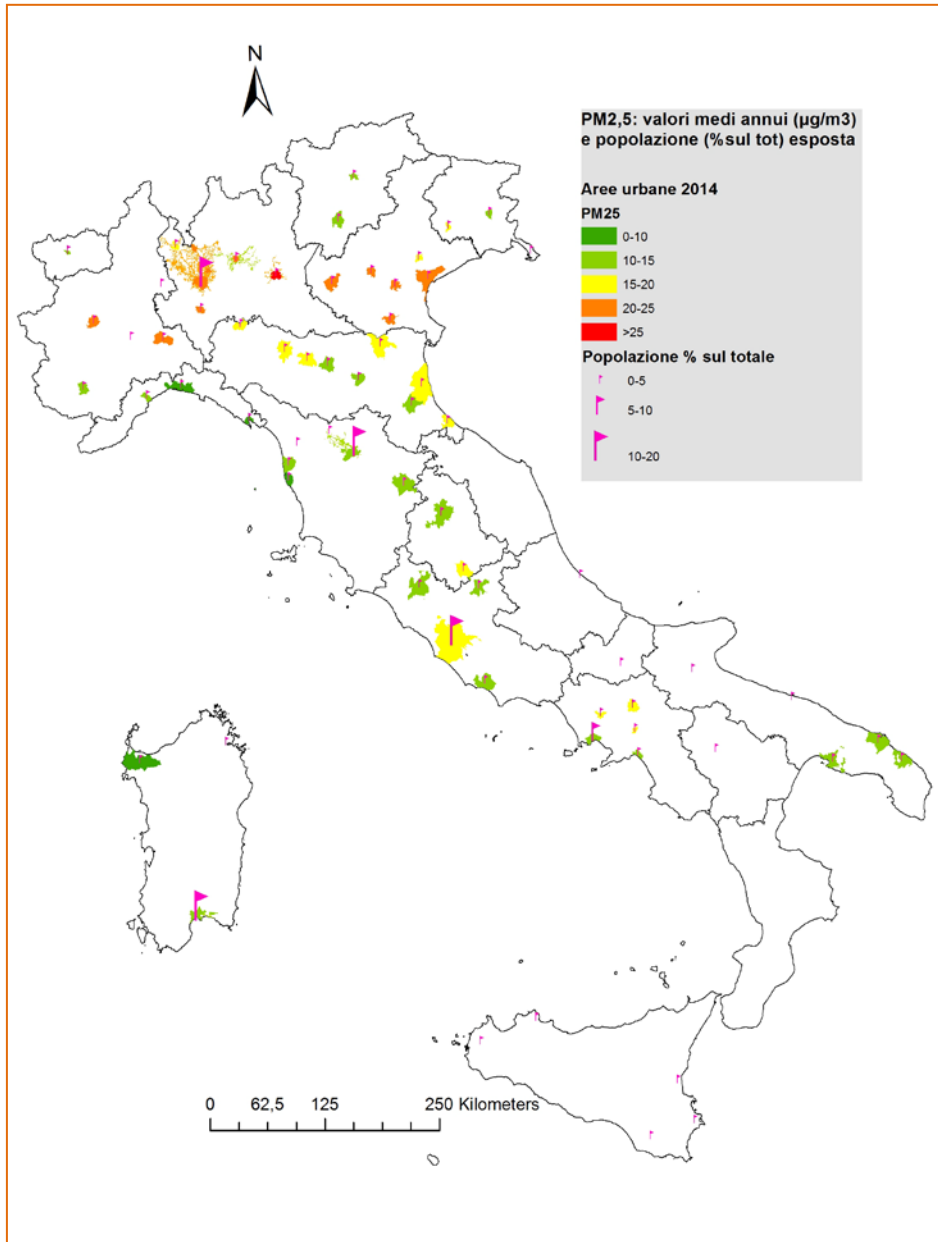
Il **Benzo(a)pirene** è un idrocarburo policiclico aromatico (IPA) costituito da 5 molecole di benzene fuse. Si forma durante la combustione incompleta di sostanze organiche. Le fonti principali di emissione del benzopirene sono principalmente le combustioni di biomassa, gli scarichi di motori diesel e benzina, il fumo di tabacco, esalazioni da catrame, pece, oli minerali come creosoto, asfalto e scisti bituminosi, ma anche la cottura alla brace e affumicatura di alimenti.

Quest'inquinante ha un notevole valore sanitario, essendo un noto composto mutageno e cancerogeno. La principale via di esposizione è l'inalazione e si trova associato al particolato atmosferico e alla fuliggine. Tuttavia, il benzopirene può contaminare anche i suoli e le acque di superficie e sotterranee.

L'estensione e la copertura territoriale della rete di rilevazione del BaP non è ancora sufficientemente estesa se correlata all'importanza sanitaria di questo microinquinante.

La **mappa tematica** in figura 6.2.5 (rif. **Tabella 6.2.2**) riassume i valori del BaP considerati, in questa sede, ai fini dell'esposizione media annua nelle aree urbane, per l'anno 2014. Il valore obiettivo medio annuo da osservare per legge è $1,00 \text{ ng/m}^3$, ma in quanto composto cancerogeno sarebbe opportuno osservare il valore più basso possibile. La colorazione delle fasce di concentrazione è arbitraria, tuttavia associabile al livello di rischio per la salute umana, e per il benzo(a)pirene si è scelto conservativamente la metà del valore utilizzato nella normativa. Solo poco più dell'1% della popolazione considerata è mediamente esposta ad un valore superiore al limite di legge, mentre un altro 62% circa della popolazione è mediamente esposta a valori superiori alla metà di tale limite.

Mappa tematica 6.2.5 – BaP: valori annui a cui la popolazione è mediamente esposta nelle aree urbane (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

BIBLIOGRAFIA

Eurostat, *Sustainable development in the European Union - 2011 monitoring report of the EU sustainable development strategy*, European Union, 2011
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5731501/KS-31-11-224-EN.PDF/64cc1345-62ca-458c-bac3-1b30622079e4> (ultimo accesso 28/10/2015)

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

Scarini 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/>

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://lagm.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*. WHO/Europe, 2006
<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*. WHO/Europe.

J.E. Andrews et al., 2004. *An introduction to environmental chemistry /– 2nd ed*. Blackwell Science Ltd ISBN 0-632-05905-2
http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/benzo_a_pyrene#section=Top

TABELLE

Tabella 6.2.1: Popolazione esposta agli inquinanti in atmosfera nei centri urbani (anno 2014)

Comuni o agglomerati e relativa popolazione esposta agli inquinanti atmosferici 2014	n.	Totale Comuni	% Comuni	Popolazione residente	Popolazione percentuale 2014****	Popolazione percentuale 2013****
Comuni/agglomerati per cui non è presente alcun dato	13	86	15%	1.177.547	5,9%	5,8%
Comuni/agglomerati per cui sono presenti tutti gli inquinanti considerati(BaP escluso)	49	73	67%	16.207.900	84,4%	68,0%
Comuni/agglomerati per cui sono presenti tutti gli inquinanti considerati(BaP compreso)	36	73	49%	13.304.540	69,3%	39,0%
PM10: Comuni e popolazione esposta a c> 40µg/m ³ *	1	69	3%	60.770	0,3%	1,0%
PM10: Comuni e popolazione esposta a c> 20µg/m ³ **	52	69	75%	16.523.854	86,1%	93,0%
PM2,5: Comuni e popolazione esposta a c> 25µg/m ³ *	0	53	0%	-	0%	28,2%
PM2,5: Comuni e popolazione esposta a c> 10µg/m ³ **	49	53	92%	15.020.440	78,2%	88,8%
NO ₂ : Comuni e popolazione esposta a c> 40µg/m ³ *	0	67	0%	-	0%	51,3%
O ₃ : Comuni e popolazione esposta a c> 120 µg/m ³ più di 10gg/anno***	36	60	60%	14.592.323	76,0%	78,7%
BaP: Comuni e popolazione esposta a c> 1,0 ng/m ³ *	2	41	5%	217.940	1,1%	5,9%

* 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.)

**** percentuale sul totale della popolazione delle città coinvolte nell'indagine e con almeno un dato.

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA-APPA e ISTAT

Tabella 6.2.2: Città e valori di qualità dell'aria per la valutazione della popolazione potenzialmente esposta (anno 2014)

Comuni	Concentrazione media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						N. giorni con superamento OLT	Valore medio annuo (ng/m^3)	Popolazione residente	Note eventuali
	PM10 FU	PM10 TU	PM2,5 FU	PM2,5 TU	NO ₂ FU	NO ₂ TU				
Torino	32	38	24		40	59	31	0,80	902.137	
Novara	24	23			33	50	11	0,35	104.736	
Cuneo	20		15		25		10	0,20	55.972	
Asti		35			24	37		0,80	76.135	
Alessandria	32	38	22		21	36	18	0,50	93.805	
Aosta	20		13		28		7	0,90	34.901	
Imperia									42.489	nd - non disponibile
Savona	16	23	12	15	23	31	8	0,20	61.761	
Genova	20	22	9		28	52	57	0,20	596.958	
La Spezia	19	21	10	13	26	34	7	0,20	94.535	
Varese		25		19	30	38	30	0,30	80.927	
Agglomerato Milano-Como- Monza	33	31	25	21	38	49	25	0,70	3.539.988	
Agglomerato Bergamo	26	31	20	24	36	36	36	0,40	423.622	
Agglomerato Brescia	31	30	25		31	53	32	0,50	390.325	
Pavia	33	36	23		28	41	32		548.326	
Verona	29*	27	21*		25*	29	21*	0,80*	259.966	*Sub.Fondo
Vicenza	36	31	22		29	39	25	0,70	113.655	
Treviso	30		18		32		36	1,00	83.145	

continua

segue **Tabella 6.2.2:** Città e valori di qualità dell'aria per la valutazione della popolazione potenzialmente esposta (anno 2014)

Comuni	Concentrazione media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						N. giorni con superamento OLT	Valore medio annuo (ng/m^3)	Popolazione residente	Note eventuali
	PM10 FU	PM10 TU	PM2,5 FU	PM2,5 TU	NO ₂ FU	NO ₂ TU				
Venezia	28	28	21		28	32	27	0,90	264.534	FU=Fondo urbano TU=Traffico urbano U/S=urbano/suburbano
Padova	32	32	24		34	39	31	1,00	209.678	
Rovigo	27	31		21	24	35	23	0,50	52.099	
Pordenone	24*	24		16		32	15	0.50	51.758	*Sub. Fondo
Udine	22		15		19	23	33		99.528	
Trieste	20				23*				204.849	*Sub. Fondo
Piacenza	26	29	19		24	43	39		102.404	
Parma	30	35	17		23	33	19	0,20	187.938	
Reggio Emilia	24	33	17		21	34	23		172.525	
Modena	26	28	15		24	42	27	0,30	184.525	
Bologna		25	15	18	38	54	44	0,12	384.202	
Ferrara	32	28	17		24	40	19	0,24	133.423	
Ravenna	25	25	16		19	33	13		158.784	
Forlì	20	23	14		16	22	18		118.359	
Rimini	27	31	19		21	39	62	0,38	146.856	
Lucca		28				30			89.204	
Pistoia	21				23				90.192	
Agglomerato Firenze	21	26	12	16	24	55	17	0,42	586.868	
Prato	25	25	17		27	34			191.268	
Livorno	17	23	9	13	19	41			160.512	
Pisa	21	25	14		16	33	2		88.627	

continua

segue **Tabella 6.2.2:** Città e valori di qualità dell'aria per la valutazione della popolazione potenzialmente esposta (anno 2014)

Comuni	Concentrazione media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						N. giorni con superamento OLT	Valore medio annuo (ng/m^3)	Popolazione residente	Note eventuali
	PM10 FU	PM10 TU	PM2,5 FU	PM2,5 TU	NO ₂ FU	NO ₂ TU				
Arezzo	21	27	14		17	39	16		99.232	
Perugia	21	22	14	15	12	32	2	0,50	166.030	
Terni	27	30	20	20	24	22	10	1,30	112.227	
Pesaro									94.705	nd
Ancona									101.742	nd
Ascoli Piceno									50.079	nd
Viterbo		20		11		29	1		66.558	
Rieti		20		14		21	18		47.912	
Roma	28	31	16	19	38	61	11	0,60	2.863.322	
Latina		25		15		29	6		125.375	
L'Aquila									70.967	nd
Teramo									54.716	nd
Pescara	26								121.325	
Campobasso	17	18			22	39	4	0,16	49.392	
Benevento		42		19		39	9		60.770	
Napoli	26	28	13	16	27	46	33		989.111	
Caserta		30		19		25	21		77.099	
Avellino		34		20		28	1		55.448	
Salerno		26		15		37	7	0,20	133.885	
Foggia	22				13			0,10	153.143	
Andria		15				22			100.333	
Barletta	23		19		20		4	0,25	94.903	

continua

segue **Tabella 6.2.2: Città e valori di qualità dell'aria per la valutazione della popolazione potenzialmente esposta (anno 2014)**

Comuni	Concentrazione media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						N. giorni con superamento OLT	Valore medio annuo (ng/m^3)	Popolazione residente	Note eventuali
	PM10 FU	PM10 TU	PM2,5 FU	PM2,5 TU	NO ₂ FU	NO ₂ TU				
Trani									55.680	nd
Bari	25	22			22	31	0	0,25	322.751	
Taranto	24*	22	14*	12	16*	29	16	0,13	203.257	* Sub. Ind./Sub. Fondo
Brindisi	19	21		11*	11	19	4*	0,15	89.165	* Suburb. Ind.
Lecce		23		11		25	32*		93.302	* Rurale
Potenza		20					0*		67.403	* Suburb. Ind.
Matera									60.556	nd
Cosenza									67.910	nd
Crotone									60.741	nd
Catanzaro									91.028	nd
Reggio Calabria									184.937	nd
Trapani	22*				11*		0*		69.293	* copertura 73-78%
Palermo		34			15*	40	0		678.492	* Suburb. Fondo
Messina									241.997	nd
Catania		27							315.576	
Regusa					13		0		72.812	
Siracusa	24	38			10	29	30		122.304	
Sassari	19	20	7		11	24	5	0,05	127.715	
Agglomerato Cagliari	30	34	14	16	17	32	7	0,37	299.571	
Olbia	22	24			17	15	0	0,30	57.889	
Totale popolazione									20.375.167	

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA-APPA e ISTAT

6.3 POLLINI E SPORE AERODISPERSI

V. De Gironimo

ISPRA – Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

Riassunto

Il monitoraggio e lo studio della componente di origine biologica del particolato aerodisperso sono un elemento indispensabile per valutare la qualità dell'aria nelle nostre città.

L'origine di questo particolato è varia e comprende non solo pollini ma anche (limitandoci alle componenti più rilevanti) spore fungine e microalghe.

I metodi di monitoraggio attualmente in uso, basati sul riconoscimento morfologico di ogni singola particella esaminata, non consentono un'indagine generalizzata di tutto il particolato ma si devono limitare ai granuli dimensionalmente più grandi riconoscibili al microscopio ottico come i pollini e alcune spore.

Per l'esame delle particelle più minute, spesso non meno importanti, si devono approntare specifiche campagne di monitoraggio e particolari metodologie, procedure e strumentazioni.

Si conferma anche quest'anno la collaborazione tra POLLnet e AIA (Associazione Italiana di Aerobiologia) che ha consentito di incrementare ulteriormente il numero delle aree urbane monitorate.

L'applicazione della vigente normativa sulla trasparenza dei dati ambientali ha favorito tale collaborazione facendo venir meno alcune resistenze e limitazioni alla disponibilità dei dati medesimi.

Il Rapporto di quest'anno, inoltre, si arricchisce anche dei dati di monitoraggio dell'*Alternaria*, spora fungina molto diffusa e altamente allergenica, presente in tutte le realtà urbane monitorate.

L'assenza di limiti di legge (o anche stabiliti da studi o ricerche) che mettano in relazione diretta determinate concentrazioni di pollini o spore aerodispersi e salute umana (i livelli di concentrazione utilizzati nei bollettini settimanali riguardano solo gli aspetti botanici) non consente valutazioni in termini assoluti sulla qualità dell'aria. Per gli indicatori presi in esame si possono, quindi, fare solo considerazioni relative all'andamento e alle variazioni stagionali. Le serie storiche relative a questi indicatori, inoltre, sono ancora troppo limitate per poter individuare dei *trend* di variazione e fare valutazioni più approfondite.

Parole chiave

Pollini, Spore, Aerobiologia

Abstract

Monitoring and studying the component of biological origin of the airborne particulate is a vital element in assessing air quality in our cities.

The origin of this particulate matter is varied and includes not only pollen but also (referring only to the most important components) fungal spores and microalgae.

The monitoring methods currently in use, based on the morphological recognition of each particle examined, do not allow a general survey of all particulate matter but are limited to the dimensionally larger granules recognizable with the optical microscope such as pollens and spores.

For the examination of smaller particles, often no less important, specific monitoring campaigns and particular methods, procedures and instruments are necessary.

It is confirmed once again the collaboration between POLLnet and AIA (Italian Association of Aerobiology) which allowed the further increase of the number of urban areas monitored.

The implementation of existing legislation on the transparency of environmental data has encouraged such collaboration, overcoming oppositions and limitations to the availability of data.

Moreover, the report of this year is also enriched by the monitoring data of *Alternaria*, a fungal spora, widespread and highly allergenic, also very common in all of the urban areas monitored.

The absence of legal limits (or even established by studies or research) that directly relate certain concentrations of airborne pollen or spores to human health (the concentration levels used in weekly bulletins only refer to botanical aspects) does not allow assessments in absolute terms on air quality. Therefore, only considerations on trends and seasonal variations can be realized about the examined indicators. The historical archive of these indicators, furthermore, is still too limited to be useful to identify the trend of change and obtain additional assessments.

Keywords

Pollen, Spores, Aerobiology

INDICE POLLINICO ALLERGENICO

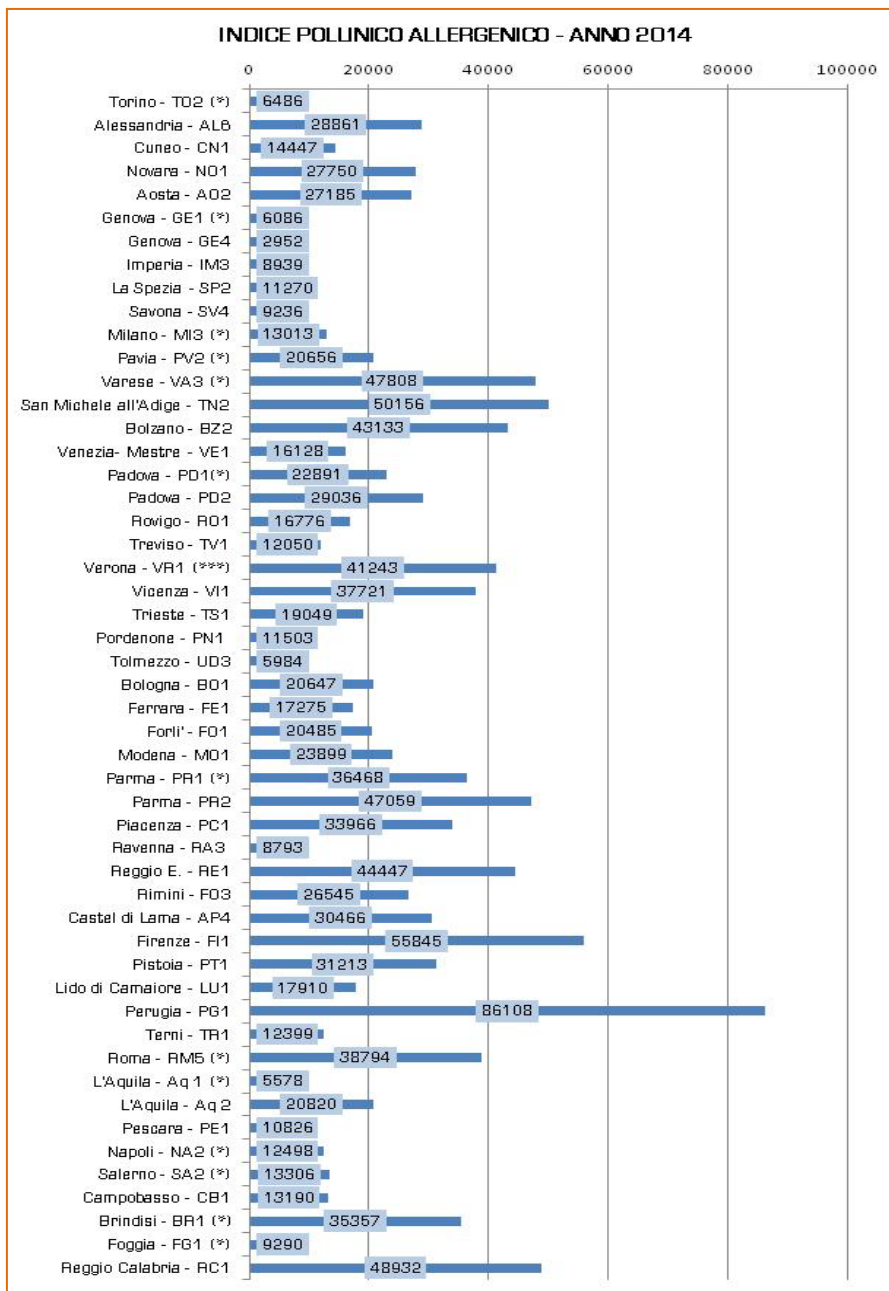
Questo indicatore è la somma annuale delle concentrazioni giornaliere dei pollini aerodispersi delle seguenti sette famiglie che rappresentano la quasi totalità dei pollini allergenici monitorati sul territorio italiano: *Betulaceae*, *Corylaceae*, *Oleaceae*, *Cupressaceae-Taxaceae*, *Graminaceae*, *Compositae*, *Urticaceae*.

L'**indice pollinico allergenico** (IPA) è un numero che, in generale, 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 (variabile secondo l'andamento stagionale e la località considerata). Qualora si registrassero variazioni molto accentuate dei valori di IPA sarebbe quindi necessario analizzarlo in ogni sua componente per arrivare a determinarne le cause e le correlazioni con altri fenomeni.

I valori dell'IPA registrati nel 2014 (**Grafico 6.3.1**) sono generalmente in linea con quanto rilevato nell'anno precedente. Alcune vistose variazioni, localmente anche notevoli come nel caso di Perugia caratterizzato da un forte incremento (principalmente dovuto a pollini di *Cupressaceae*), sono attribuibili per gran parte del loro valore ai diversi andamenti meteorologici.

Grafico 6.3.1 – Indice pollinico allergenico (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati forniti da:
 ARPA/APPA competenti per territorio
 AIA (*)

Centro di Monitoraggio Aerobiologico - Università di Roma "Tor Vergata (**)

Università degli Studi di Verona - Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica (***)

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. 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.

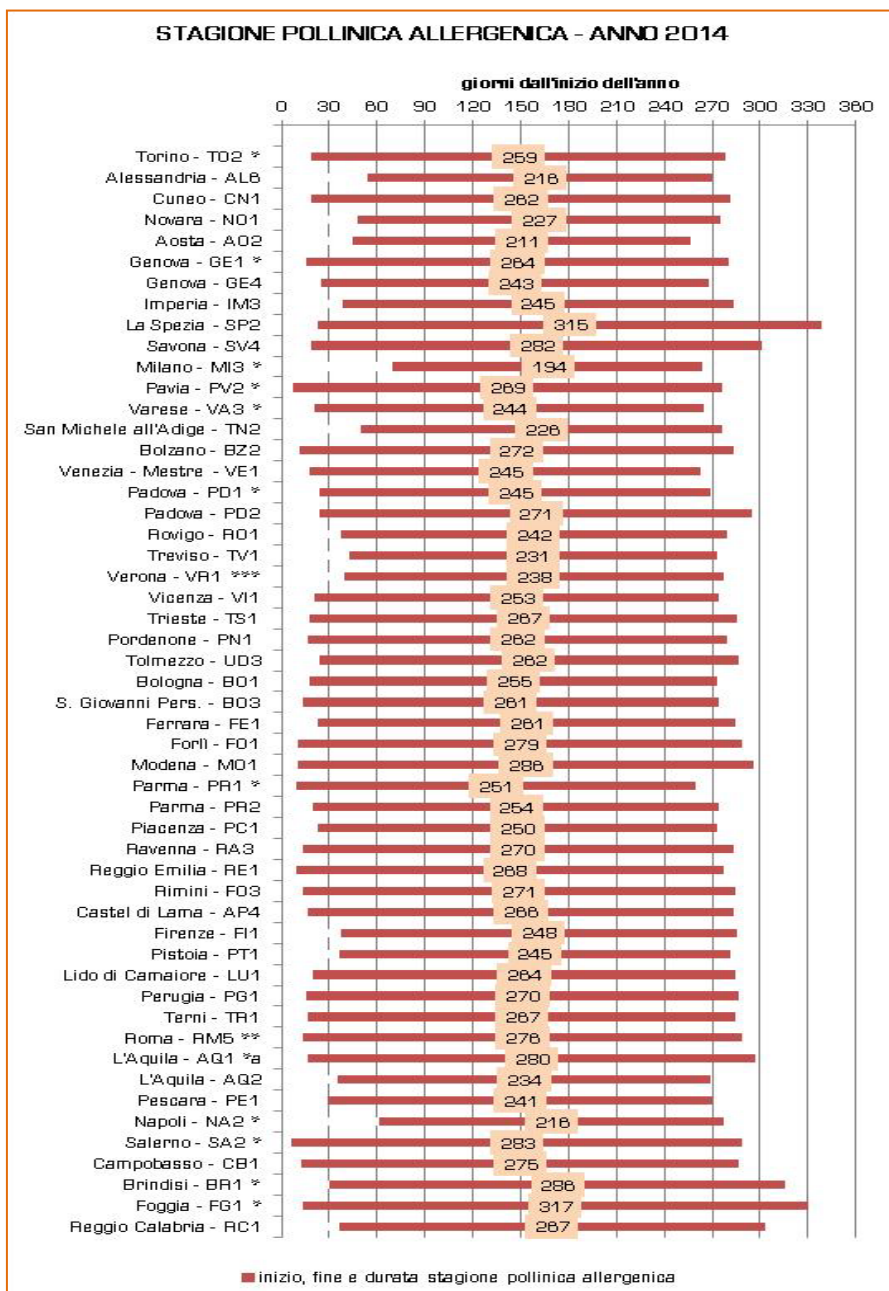
Per ciascuna stazione di monitoraggio, il periodo di tempo compreso tra l'inizio della stagione pollinica della famiglia più precoce e la fine di quella più tardiva, è caratterizzato, quindi, dalla presenza costante di pollini allergenici aerodispersi appartenenti ad almeno una delle famiglie in esame. Tale periodo, che serve a dare una dimensione temporale complessiva del fenomeno, lo definiamo **stagione pollinica allergenica**¹².

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.

Anche per questo indicatore i valori registrati nel 2014 (con durata della stagione pollinica allergenica di 8-9 mesi circa e alcuni picchi di 10 mesi) sono in linea con quanto rilevato nell'anno precedente e le variazioni riscontrate sono attribuibili principalmente ai diversi andamenti meteorologici ([Grafico 6.3.2](#)).

¹² Il calcolo delle stagioni polliniche di ogni singola famiglia è stato eseguito secondo il metodo Jäger et al. (1996).

Grafico 6.3.2 – Stagione pollinica allergenica (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati forniti da:

ARPA/APPA competenti per territorio

AIA (*)

Centro di Monitoraggio Aerobiologico - Università di Roma "Tor Vergata (**)

Università degli Studi di Verona - Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica (***)

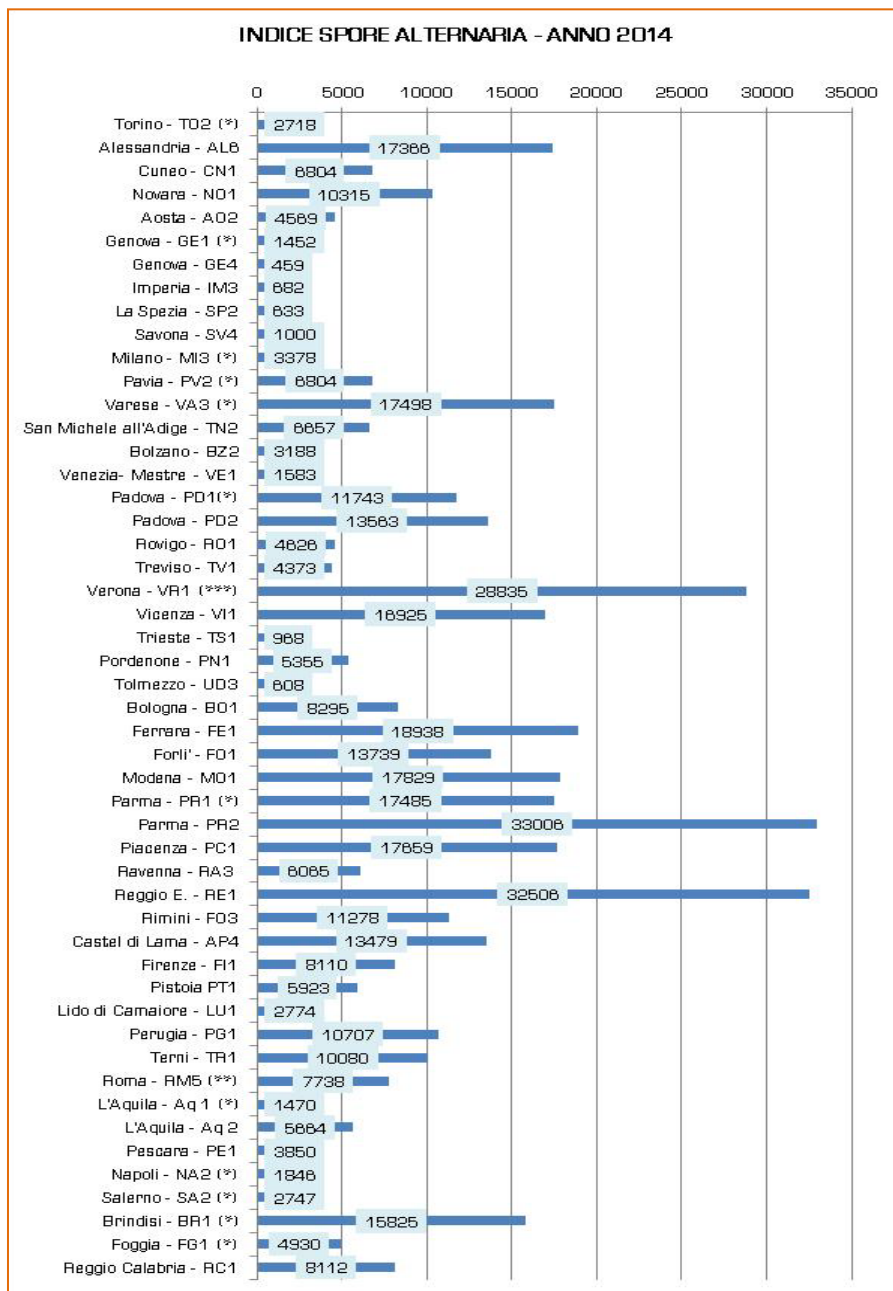
INDICE SPORE *ALTERNARIA*

Questo indicatore si ottiene, in corrispondenza di ogni singola stazione di monitoraggio, dalla somma annuale delle concentrazioni giornaliere delle spore aerodisperse di *Alternaria*.

L'**indice spore di *Alternaria*** è un numero che, in generale, dipende dalla quantità di spore di *Alternaria* aerodisperse nella zona di monitoraggio (**Grafico 6.3.3**). Maggiore è l'indice, maggiori sono le quantità medie di spore di *Alternaria* aerodisperse, maggiore è l'attenzione da prestare a questo fenomeno. Le spore di *Alternaria* sono infatti altamente allergizzanti e, insieme ai pollini aerodispersi, non possono essere trascurate nella valutazione complessiva della qualità dell'aria.

I valori di questo indicatore evidenziano una forte variazione da zona a zona. In linea generale i valori più alti li troviamo in Valle Padana e quelli più bassi lungo le coste (fa eccezione, in particolare, il dato di Brindisi). Alcuni valori come quelli delle due stazioni di Parma e anche delle due stazioni de L'Aquila, rivelano inoltre l'influenza della localizzazione specifica della stazione di monitoraggio sul dato rilevato.

Grafico 6.3.3 – Indice spore Alternaria (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati forniti da:

ARPA/APPA competenti per territorio

AIA (*)

Centro di Monitoraggio Aerobiologico - Università di Roma "Tor Vergata (**)

Università degli Studi di Verona - Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica (***)

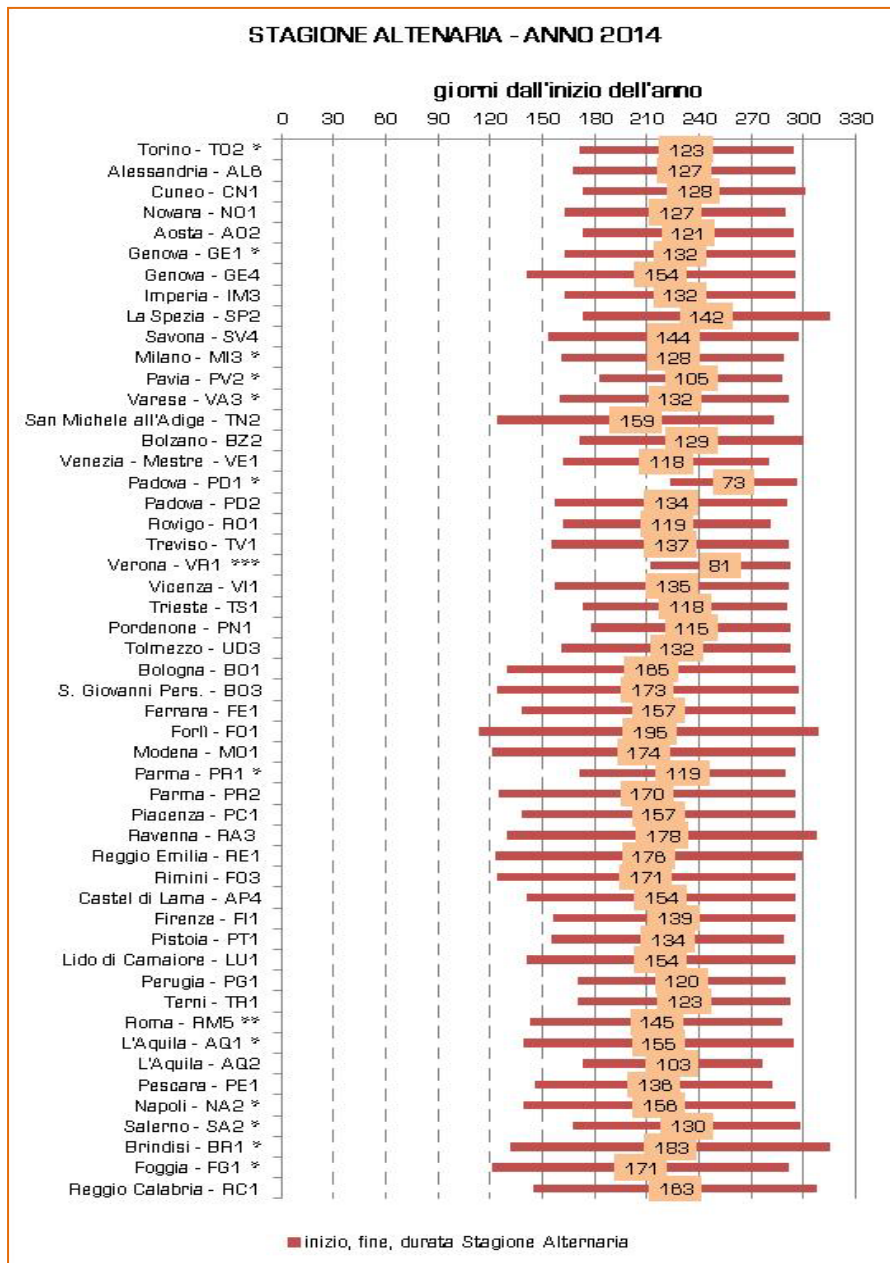
STAGIONE ALTERNARIA

Questo indicatore dà conto del periodo in cui sono presenti in atmosfera, in corrispondenza di ogni stazione di monitoraggio, quantità non trascurabili di spore di *Alternaria* (Grafico 6.3.4). Esso si ottiene applicando a tali particelle la stessa procedura adottata per il calcolo della stagione pollinica (Jäger *et al.*, 1996)

L'interesse per le spore di *Alternaria* è dovuto sia alla loro elevata allergenicità sia per le loro dimensioni sufficientemente grandi da poter essere monitorate esattamente come i pollini. Il loro conteggio avviene infatti contestualmente a quello pollinico utilizzando i medesimi campioni e le medesime procedure. Molte altre spore, invece, di dimensioni inferiori possono essere monitorate solo utilizzando procedure e apparecchiature più sofisticate e costose.

A differenza di quanto osservato per l'**indice spore di *Alternaria***, i valori della **stagione *Alternaria*** sono caratterizzati da una certa uniformità specialmente per quanto riguarda la fine della stagione (mese di ottobre). La durata della **stagione *Alternaria*** è mediamente compresa tra i quattro e i sei mesi.

Grafico 6.3.4 – Stagione Alternaria (anno 2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati forniti da:
 ARPA/APPA competenti per territorio
 AIA (*)

Centro di Monitoraggio Aerobiologico - Università di Roma "Tor Vergata (**)

Università degli Studi di Verona - Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica (***)

BIBLIOGRAFIA

- Andersen T.B. 1991. *A model to predict the beginning of the pollen season*. Grana, 30: 269-275.
- Clot B. 1998. *Forecast of the Poaceae pollination in Zurich and Basle (Switzerland)*. Aerobiologia, 14:267-268
- Clot B. 2001. *Airborne birch pollen in Neuchâtel (Switzerland): onset, peak and daily patterns*. Aerobiologia, 17:25-29
- Comtois P. 1998. In Mandrioli P., Comtois P. & Levizzani V. *Methods in Aerobiology*. Pitagora Editrice. Bologna.
- Dahl A. & Strandhede S.O. 1996. *Predicting the intensity of the birch pollen season*. Aerobiologia, 12:97-106
- Driessen, M.N.B.M., Van Herpen R.M.A., Moelands R.P.M. & Spieksma F.Th.M. 1989. *Prediction of the start of the grass pollen season for the western part of the Netherlands*. Grana, 28:37-44
- Driessen, M.N.B.M., Van Herpen R.M.A. & Smithuis, L.O.M.J. 1990. *Prediction of the start of the grass pollen season for the southern part of the Netherlands*. Grana, 29: 79-86
- Féher Z. & Járαι-Komlódi M. 1997. *An examination of the main characteristics of the pollen seasons in Budapest, Hungary (1991-1996)*. Grana, 36:169-174.
- Freguelli G. Spieksma F.Th.M., Bricchi E., Romano B., Mincigrucci G., Nikkels A.H. Dankaart W. & Ferranti F. 1991. *The influence of air temperature on the starting dates of the pollen season of Alnus and Populus*. Grana, 30:196-200
- García-Mozo H. Galán C., Cariñanos P., Alcázar P. Méndez J., Vendrell M., Alba F., Sáenz C., Fernández D., Cabezudo B. & Domínguez E. 1999. *Variations in the Quercus sp. Pollen season at selected sites in Spain*. Polen, 10:59-69.
- Galán C., García-Mozo H., Cariñanos P., Alcázar P. & Domínguez-Vilches E. 2001. *The role of temperature in the onset of the Olea europaea L. pollen season in southwestern Spain*. Int. J. of Biometeorology. 45: 8-12.
- Giorato M., Lorenzoni F., Bordin A., De Biasi G., Gemignani C., Schiappoli M. & Marcer G. 2000. *Airborne allergenic pollens in Padua: 1991-1996*. Aerobiologia, 16:453-454.
- Gómez-Casero M.T. 2003. *Fenología floral y aerobiología en distintas especies perennifolias de Quercus en la provincia de Córdoba*. Thesis Doctoral. University Of Córdoba.
- González F.J., Iglesias I., Jato V., Aira M.J., Candau M.P., Morales J. & Tomas C. 1998. *Study of the pollen emissions of Urticaceae, Plantaginaceae and Poaceae at five sites in western Spain*. Aerobiologia, 14:117-129.
- Jäger S., Nilsson S., Berggren B., Pessi A.M., Helander M. & 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.
- Jato V. Rodríguez-Rajo F.J., Méndez J. & Aira M.J. *Phenological behaviour of Quercus in Ourense (NW Spain) and its relationship with the atmospheric pollen season. 2002*. Int. J. of Biometeorology, 46(4):176-184
- Newnham R.M. 1999. *Monitoring biogeographical response to climate change: The potential role of aeropalynology*. Aerobiologia, 15:87-94

- Nilsson S. & Persson S. 1981. *Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden) 1973-1980*. Grana, 20: 179-182.
- Nitiu D.S. 2003. *Annual, daily and intradiurnal variation of Celtis pollen in the city of la Plata, Argentina*. Aerobiologia, 19:71-78
- Norris Hill J. 1998. *A method to forecast the start of the Betula, Platanus and Quercus pollen seasons in North London*. Aerobiologia, 14(2/3):165-170.
- Ong E.K., Taylor P. E., Know R.B. 1997. *Forecasting the onset of the grass pollen season in Melbourne (Australia)*. Aerobiologia, 13:43-48.
- Onorari M., Begliomini V., Bigagli V., Domeneghetti M.P., Mavardi M, Vannini J., Scala D., *et al.* 2011. *Verde e Salute*. Dipartimento provinciale ARPAT di Pistoia – Articolazione Funzionale Regionale di Aerobiologia
- Porsbjerg, C., Rasmussen, A. & Backer, V. *et al.* 2003. *Airborne pollen in Nuuk, Greenland, and the importance of meteorological parameters*. Aerobiologia, 19:29-37.
- Rogers C. 1997. *An aeropalynological study of metropolitan Toronto*. Aerobiologia, 13:243-257.
- Sánchez-Mesa J.A., Smith M., Emberlin J., Allitt U., Caulton E. & Galán C. *Characteristics of grass pollen seasons in areas of southern Spain and the United Kingdom. 2003*. Aerobiologia, 19:243-250
- Spieksma F.Th.M., Emberlin J. Hjelmroos M., Jäger S. & Leuschner R.M. *et al.*, 1995. *Atmospheric birch (Betula) pollen in Europe: Trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons*. Grana, 34:51-57.
- Syrigon, E.; Zanikou, S. & Papageorgiou, P.S. 2003. *Grasses, olive, parietaria and cypress in Athens: Pollen sampling from 1995 to 1999*. Aerobiologia, 19:133-137
- Torben B.A. 1991. *A model to predict the beginning of the pollen season*. Grana, 30:269-275.

6.4 RADON

F. Salvi, G. Torri

ISPRA - Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale

G. Venoso, F. Bochicchio

ISS – Dipartimento Tecnologie e salute, Reparto Radioattività e suoi effetti sulla salute

Riassunto

Il radon è un gas radioattivo naturale prodotto dal decadimento dell'uranio presente nel suolo e nell'acqua. Può accumularsi negli ambienti chiusi (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) raggiungendo in taluni casi concentrazioni tali da rappresentare un rischio eccessivo per gli occupanti. È considerato essere la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di tabacco. A livello mondiale molte amministrazioni hanno avviato programmi per diminuire l'impatto sanitario derivante dall'esposizione al radon. L'Italia è impegnata nel recepimento della direttiva europea 2013/59/Euratom in materia di radioprotezione che include le disposizioni relative al radon. Nel presente Rapporto vengono mostrati risultati relativi a valori medi comunali. Tali valori sono utili per scopi di pianificazione territoriale, ma non sono indicativi della concentrazione di radon nel singolo edificio. Per conoscere tale valore è necessario effettuare una misura.

Parole chiave

Radioattività, Esposizione, Normative, Qualità dell'aria *indoor*, Peso sanitario

Abstract

Radon is a radioactive gas produced by the decay of naturally occurring uranium in soil and water. Radon is found in the indoor air of buildings of all kinds (dwellings, schools, workplaces) and the concentration can reach values that present a risk to occupants. Radon is the second leading cause of lung cancer after smoking. Worldwide, many governments 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. Average concentrations of municipalities are shown in this Report. These values are useful for purposes of planning, but not indicative of the concentration of radon in the single dwelling. In order to know this value homes must be tested.

Keywords

Radioactivity, Exposure, Regulations, Indoor air quality, Health burden

RADON

Il **radon** è un gas radioattivo naturale proveniente principalmente dal suolo e si accumula, in particolare, 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'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) e, in Europa, che l'esposizione al gas sia responsabile di circa il 9% dei decessi per tumore polmonare (Darby *et al.*, 2005). Per tali motivi molti paesi hanno attivato programmi per diminuire l'impatto sanitario.

In questo quadro si inserisce la direttiva europea 2013/59/Euratom in materia di radioprotezione, che l'Italia dovrà recepire entro l'inizio del 2018 aggiornando l'attuale D.Lgs 230/95. La Direttiva prevede che ciascun 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 d'azione nazionale che affronti tutti gli aspetti connessi ai rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al radon nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro. Tra i vari obblighi previsti nella direttiva vi è l'adozione di misure appropriate per prevenire l'ingresso del radon nei nuovi edifici, la promozione di interventi volti a individuare le abitazioni in cui la concentrazione media annua supera il livello di riferimento, e a ridurre la concentrazione di radon in tali abitazioni. Gli Stati Membri dovranno, inoltre, individuare le zone in cui si prevede che la concentrazione di radon (come media annua) superi il livello di riferimento nazionale in un numero significativo di edifici. All'interno di tali zone dovranno essere effettuate, limitatamente ai luoghi di lavoro, misurazioni della concentrazione di radon nei piani terra, seminterrati ed interrati.

I risultati mostrati in **Tabella 6.4.1** sono calcolati sulla base di dati raccolti nell'indagine nazionale (1989-1998) promossa da ISPRA, ISS e dal Sistema delle Agenzie Ambientali Regionali e Provinciali (Bochicchio *et al.*, 2005) e nelle successive indagini regionali rappresentative dell'esposizione al radon dell'insieme della popolazione. Nonostante la forte variabilità locale delle concentrazioni di radon *indoor*, i valori medi a livello amministrativo (Comune, Provincia, Regione) sono ritenuti essere approssimativamente stabili nel tempo rendendo generalmente affidabili le stime ottenute in anni precedenti. Pertanto, la metodologia di elaborazione dei dati è la stessa utilizzata nel Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano 2014 con l'aggiornamento dei dati delle città dove questi lo consentano e l'inserimento di nuove città. È importante evidenziare che, a causa dell'elevata variabilità nel tempo e nello spazio delle concentrazioni di radon negli ambienti chiusi, è possibile che edifici vicini abbiano livelli di radon *indoor* molto diversi tra loro. Ciò significa che l'unico modo per avere una stima affidabile della concentrazione di radon in uno specifico ambiente di vita (ad esempio la propria abitazione) è quello di effettuare una misura diretta in tale

ambiente. Una misura di radon costa indicativamente, esclusi eventuali sopralluoghi, alcune decine di euro. I dati riportati in **Tabella 6.4.1** rappresentano valori medi comunali calcolati come la media aritmetica delle concentrazioni medie annuali di radon negli edifici del singolo comune, pertanto forniscono un'indicazione utile per scopi di pianificazione territoriale ma non sono in alcun modo indicativi della concentrazione di radon nel singolo edificio.

Tabella 6.4.1: Concentrazioni medie annuali di radon

Comuni	Numero di indagini	Numero di abitazioni	Media (Bq m ⁻³)
Torino	1	100	42
Novara	1	10	52
Cuneo	1	8	67
Genova	1	76	27
La Spezia	1	12	33
Milano	1	156	75
Monza	1	11	59
Bergamo	1	11	92
Brescia	1	20	94
Bolzano	1	10	49
Trento	1	17	50
Verona	2	74	50
Vicenza	2	20	87
Treviso	1	10	63
Venezia	1	33	46
Padova	1	23	56
Rovigo	1	10	38
Udine	1	21	136
Trieste	1	57	67
Piacenza	1	11	31
Parma	1	16	34
Reggio Emilia	1	13	25
Modena	1	17	24
Bologna	1	47	42
Ferrara	1	14	37
Ravenna	1	13	39
Forlì	1	11	45
Rimini	1	11	50
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
Perugia	1	14	29

continua

segue **Tabella 6.4.1**: *Concentrazioni medie annuali di radon*

Comuni	Numero di indagini	Numero di abitazioni	Media (Bq m ⁻³)
Terni	1	10	59
Ancona	1	19	23
Viterbo	1	89	145
Rieti	1	50	81
Roma	2	325	87
Latina	1	57	105
Pescara	1	11	25
Napoli	1	36	124
Salerno	1	30	54
Foggia	1	11	58
Bari	1	26	29
Taranto	1	19	41
Lecce	1	9	127
Cosenza	1	9	10
Catanzaro	1	8	18
Reggio Calabria	1	14	15
Palermo	1	51	27
Messina	1	21	30
Catania	1	27	30
Siracusa	1	10	25
Sassari	1	8	45
Cagliari	1	17	57

Fonte: Elaborazione ISPRA-ISS su dati ISPRA-ISS-ARPA/APPA

BIBLIOGRAFIA

Bohicchio 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.

Bohicchio 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, Bohicchio 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.

