

Inquinamento atmosferico ed effetti sulla salute a Roma nel mese di dicembre 2015

Health effects of air pollution in Rome in December 2015

Matteo Renzi, Massimo Stafoggia, Annunziata Faustini, Giulia Cesaroni, Nera Agabiti, Francesco Forastiere
Dipartimento di epidemiologia, Sistema sanitario regionale del Lazio, Roma

Corrispondenza: Nera Agabiti; n.agabiti@deplazio.it

RIASSUNTO

INTRODUZIONE: durante il mese di dicembre 2015 a Roma si è verificata una peculiare condizione meteorologica caratterizzata da assenza di precipitazioni, persistente alta pressione e poco vento. Questi fattori, in combinazione con le elevate fonti emmissive tipiche del periodo invernale pre natalizio (aumentato traffico veicolare e uso degli impianti di riscaldamento), hanno determinato un innalzamento costante delle concentrazioni di PM₁₀.

OBIETTIVI: descrivere l'andamento giornaliero delle concentrazioni di PM₁₀ e stimare eventuali effetti sulla salute umana nella città di Roma durante il mese di dicembre 2015.

DISEGNO: sono state analizzate le serie temporali di inquinamento da PM₁₀ a Roma per i mesi di novembre e dicembre 2015. Sono stati stimati gli effetti del PM₁₀ sulla mortalità per cause naturali e cardiorespiratorie e sui ricoveri e sugli accessi in Pronto soccorso (PS) per cause cardiorespiratorie a Roma nel periodo 2001-2014 con modelli di serie temporale di Poisson aggiustati per trend temporali, meteorologia ed epidemie influenzali. Tali stime di rischio sono state utilizzate per calcolare i casi di decesso/ricovero/accesso attribuibili ai superamenti di PM₁₀ a Roma rispetto ai limiti di legge nel periodo 29 novembre-30 dicembre 2015.

SETTING E PARTECIPANTI: Roma, mesi di novembre e dicembre 2015; popolazione residente a Roma e deceduta o ricoverata in strutture della città.

PRINCIPALI MISURE DI OUTCOME: mortalità giornaliera per cause naturali o respiratorie (età 0+ anni) o cause cardiache (età 35+ anni); ricoveri ospedalieri urgenti o accessi in PS per patologie cardiache (35+ anni) o respiratorie (0+ anni).

RISULTATI: nel mese di dicembre, si sono registrati valori al di sotto dei limiti di legge per le concentrazioni di PM₁₀ soltanto nei giorni 10, 11 e 26. Durante i 31 giorni considerati (dal 29 novembre al 29 dicembre), sono stati stimati 26 decessi per cause naturali dovuti ai superamenti di PM₁₀. Analogamente, sono stati stimati come dovuti ai superamenti di PM₁₀ 20 ricoveri ospedalieri e 30 accessi al PS per cause cardiorespiratorie.

CONCLUSIONI: durante gli episodi di inquinamento sono necessarie continue misure di monitoraggio ambientale e il costante controllo delle emissioni inquinanti per evitare effetti sanitari sulla popolazione.

Parole chiave: inquinamento atmosferico, valutazione di impatto sanitario, materiale particolato, misure legislative

ABSTRACT

BACKGROUND: in December 2015 Rome has been interested by a peculiar meteorological situation, with atmospheric stability, no rain and little wind. These factors, coupled with the high pollutant emissions typical of the winter pre-Christmas period (increased use of private cars and domestic heating), caused extreme peaks in air pollution concentrations persisting several weeks.

OBJECTIVES: describing daily trends in PM₁₀ over two months, November and December 2015, and their impact on the health of the population of Rome.

DESIGN: we analysed PM₁₀ time series in Rome for November and December 2015. We estimated the association between daily PM₁₀ concentrations and daily counts of deaths for natural and cardiorespiratory causes, and urgent hospitalizations/emergency-room visits for cardiorespiratory diseases, by use of Poisson regression models adjusted for time trends, influenza epidemics, and meteorology. These risk estimates have been used to quantify attributable deaths/admissions/visits due to exceedances of daily PM₁₀ concentrations above EU-defined limit values in Rome for the period 29 November-30 December 2015.

SETTING AND PARTICIPANTS: Rome, November and December 2015; population resident in Rome and deceased or hospitalized/admitted to emergency rooms in hospitals within the city.

MAIN OUTCOME MEASURES: daily mortality for natural (0+ years), respiratory (0+) or cardiac (35+) causes; urgent (non-scheduled) hospitalizations or admissions to emergency room visits for respiratory (0+) or cardiac (35+) diseases.

RESULTS: in December 2015, only three days (10th, 11th, and 26th December) had PM₁₀ concentrations below the EU-limit value of 50 µg/m³. Over the 31 days under analysis (from 29 November to 29 December) we estimated 26 natural deaths attributable to PM₁₀ concentrations above 50 µg/m³. Similarly, we estimated 20 and 30 attributable cases of cardiorespiratory hospitalizations and admissions to emergency room visits, respectively.

CONCLUSIONS: monitoring and control of anthropogenic emissions are mandatory in order to minimize the adverse health effects of air pollution, especially during air pollution peaks.

Keywords: air pollution, health impact assessment, particulate matter, legislative measures

Cosa si sapeva già

- Durante la stagione invernale si registrano livelli più elevati di PM₁₀ rispetto alle altre stagioni a causa delle attività antropiche peculiari del periodo pre natalizio e alle particolari condizioni climatiche.
- L'esposizione a particolato atmosferico rappresenta un fattore di rischio importante per la salute umana, come indicato dall'Organizzazione mondiale della sanità e da numerosi studi in letteratura.

Cosa si aggiunge di nuovo

- Nel mese di Dicembre 2015, a Roma, soltanto in 3 giorni si sono registrati valori di concentrazione di PM₁₀ più bassi dei limiti di legge (50 µg/m³).
- In questo periodo sono stati stimati 26 decessi, 20 ricoveri e 30 accessi al Pronto soccorso per cause cardiorespiratorie attribuibili all'esposizione a PM₁₀ al di sopra dei limiti di legge.
- L'impatto sanitario degli episodi di inquinamento si somma agli effetti a lungo termine degli inquinanti.

INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico rappresenta un importante fattore di rischio per la salute umana, come sottolineato dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS), la quale ha stimato che soltanto nel 2012 i morti attribuibili all'inquinamento in tutto il mondo siano stati 3,7 milioni. Negli ultimi anni, l'attenzione dei decisori politici è aumentata notevolmente e ha portato alla delibera di norme atte alla salvaguardia dell'ambiente introducendo limiti alle concentrazioni medie giornaliere e annuali di inquinanti aerodispersi. In particolare, è stato posto dall'Unione europea (UE) un limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di materiale particolato con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10}), non superabile per più di 35 giorni l'anno.¹

Le grandi aree metropolitane sono state oggetto di numerosi studi epidemiologici che hanno quantificato le stime di rischio su vari esiti sanitari (mortalità e ospedalizzazioni) dovute a esposizione a diversi inquinanti aerodispersi, come il PM_{10} .²⁻⁴ Roma ha una popolazione di oltre 2,5 milioni di abitanti ed è caratterizzata da aree a elevata congestione veicolare, con gravi conseguenze sui livelli di inquinamento atmosferico.

Durante il mese di dicembre 2015 si è verificata una peculiare condizione meteorologica caratterizzata da assenza

di precipitazioni, persistente alta pressione e poco vento. Questi fattori, in combinazione con le elevate fonti emissive tipiche del periodo invernale pre natalizio (aumentato traffico veicolare e dell'uso degli impianti di riscaldamento), hanno determinato un innalzamento costante delle concentrazioni di PM_{10} . A seguito di queste condizioni, è stato condotto uno studio per descrivere l'andamento giornaliero delle concentrazioni di PM_{10} e indagare eventuali effetti a breve termine sulla salute umana nella città di Roma durante il mese di dicembre 2015.

MATERIALI E METODI

DATI AMBIENTALI

I dati ambientali sono stati ottenuti dall'Agenzia regionale di protezione ambientale (ARPA) del Lazio. Per stimare l'esposizione cittadina al PM_{10} , è stato calcolato un valore medio giornaliero derivante dai dati delle diverse centraline urbane disposte sul territorio romano all'interno del grande raccordo anulare (GRA): Villa Ada, Arenula, Bufalotta, Cinecittà, Cipro, Fermi, Francia, Magna Grecia, Preneste e Tiburtina. In aggiunta, per confrontare il dato urbano con le realtà periferiche di *background* naturale è stato ricavato un valore medio giornaliero dalle centraline rurali di Castel di Guido e Tenuta del Cavaliere.

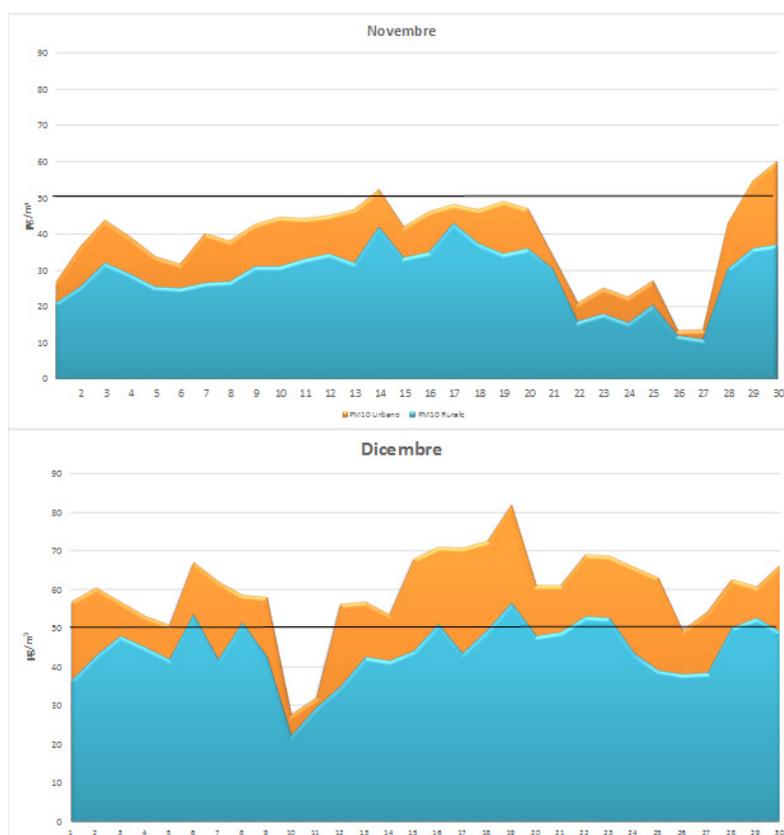


Figura 1. Concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} urbano (arancione) e PM_{10} rurale (azzurro) a Roma nei mesi di novembre (parte superiore) e dicembre (parte inferiore) 2015. **Figure 1.** Daily mean concentrations of urban PM_{10} (orange) and background PM_{10} (light blue) in Rome during November (upper part) and December (lower part) 2015.

Questo valore permette un confronto tra l'esposizione cittadina e quella di *background*, influenzata esclusivamente da emissioni non antropogeniche e dal trasporto di inquinanti dovuto a fenomeni atmosferici.

DATI SANITARI

I dati relativi agli esiti sanitari principali (mortalità naturale e specifica per causa, ospedalizzazioni e accessi al Pronto soccorso per cause respiratorie e cardiovascolari) sono stati raccolti dai Sistemi informativi della Regione Lazio, nello specifico il Registro nominativo delle cause di morte (ReNCaM) per la mortalità, il Sistema informativo ospedaliero (SIO) per le ospedalizzazioni e il Sistema informativo delle emergenze sanitarie (SIES) per gli accessi al Pronto soccorso. Da questi archivi sono state ottenute le conte giornaliere di esito (mortalità per cause naturali, cardiache e respiratorie; ricoveri o accessi per patologie cardiache o respiratorie) che sono state messe in relazione con le concentrazioni giornaliere di PM₁₀.

METODI DI ANALISI

Per valutare l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana sono stati calcolati i casi attribuibili all'esposizione (PM₁₀) durante i giorni di superamento dei limi-

ti nel mese di dicembre 2015. Questi possono essere definiti come i casi che non si sarebbero osservati in assenza di superamento dei limiti giornalieri.⁵ Il calcolo si effettua moltiplicando per ogni giorno il numero totale di esiti sanitari giornalieri (decessi, ricoveri, accessi) per la stima di frazione attribuibile a concentrazioni dell'inquinante in eccesso ai 50 µg/m³, in base alla seguente formula:

$$CA_i = CT_i * FA_i$$

dove:

CA_i rappresenta i casi attribuibili nel giorno *i*;

CT_i i casi totali nel giorno *i*;

FA_i è la frazione attribuibile, calcolata come:

$$FA_i = \frac{(RR_i - 1)}{RR_i} = \frac{[\exp\{\beta * (PM_{10i} - 50)\} - 1]}{\exp\{\beta * (PM_{10i} - 50)\}}$$

Nell'ultima formula, β rappresenta la stima di rischio relativo (su scala logaritmica) per unità di inquinante (µg/m³). Quest'ultima è stata ottenuta analizzando la serie storica di dati 2001-2014 a Roma per la stagione fredda (ottobre-marzo), applicando modelli di serie temporale di Poisson volti a quantificare gli incrementi percentuali di rischio di

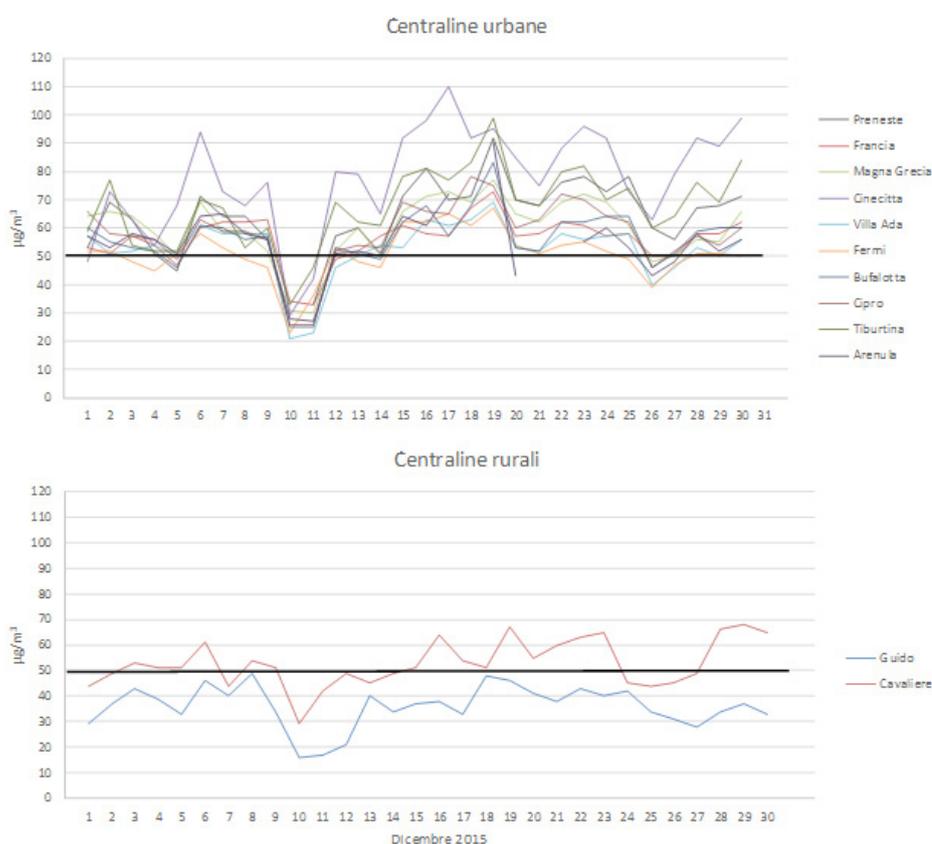


Figura 2. Concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ per centraline urbane (parte superiore) e centraline rurali (parte inferiore). Dicembre 2015
Figure 2. Daily mean concentrations of PM₁₀ by urban monitors (upper part) and background monitors (lower part). December 2015.

| ESITO | MEDIA GIORNALIERA* | EVENTI TOTALI ATTESI* | FUNZIONE DI RISCHIO** | CASI ATTRIBUIBILI (IC95%) |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Mortalità per cause naturali | 67 | 2.145 | 0,0011 | 26 (15-37) |
| cause cardiache | 26 | 833 | 0,0005 | 4 (0-11) |
| cause respiratorie | 4 | 137 | 0,0043 | 6 (3-9) |
| Ricoveri cardiaci | 35 | 1.124 | 0,0009 | 11 (4-18) |
| Ricoveri respiratori | 26 | 819 | 0,0010 | 9 (1-17) |
| Accessi al PS | | | | |
| cause cardiache | 54 | 1.728 | 0,0005 | 9 (0-18) |
| cause respiratorie | 63 | 2.005 | 0,0010 | 21 (4-38) |

Tabella 1. Casi attribuibili alle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ urbano in eccesso ai 50 µg/m³. Roma, 29 novembre-30 dicembre 2015.

Table 1. Attributable cases to daily concentrations of urban PM₁₀ exceeding 50 µg/m³. Rome, 29 November-30 December 2015.

IC95%: intervalli di confidenza al 95% / 95% confidence intervals

PS: pronto soccorso / emergency room

* Media giornaliera ed eventi totali stimati sulla base dei dati osservati nei mesi di dicembre 2012-2014. / Daily mean and total events are estimated by observed data in Decembers 2012-2014.

** Funzioni di rischio stimate sui dati 2001-2014, mesi ottobre-marzo, da modello di serie temporale di Poisson aggiustato per trend temporali, epidemie influenzali e fattori meteorologici. Sono espresse come log(rischio relativo) per unità di inquinante. / Risk functions are estimated on data about 2001-2014, October-March period, by Poisson time-series models adjusted for long term trend, influenza epidemics, and meteorological factors. Estimates are expressed as log(relative risk) for pollutant unit.

esito (decesso, ricovero, accesso) per variazioni unitarie di PM₁₀, al netto di trend temporali, epidemie influenzali e meteorologia.

Il numero totale di esiti giornalieri per il mese di dicembre 2015 è stato stimato sulla base dei dati osservati nei mesi di dicembre 2012-2014 a Roma, in quanto non sono ancora disponibili i dati ufficiali relativi al dicembre 2015. La scelta dell'ultimo periodo 2012-2014 per la stima degli eventi attesi nel dicembre 2015 è volta a minimizzare le possibili sottostime o sovrastime dei casi attribuibili dovute a trend temporali nelle serie storiche di mortalità o ricoveri ospedalieri.

RISULTATI

Le concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ relative ai mesi di novembre e dicembre 2015 sono riportate in figura 1. Durante il mese di novembre il limite di 50 µg/m³ è stato oltrepassato 3 volte nell'ambito urbano (14 novembre: 52,4 µg/m³; 29 novembre: 54,7 µg/m³; 30 novembre: 60,2 µg/m³), con un trend in crescita durante gli ultimi due giorni. Questa condizione ha caratterizzato tutto il mese successivo, dove soltanto nei giorni 10, 11 e 26 dicembre si sono registrati valori al di sotto del limite di legge. Tale andamento è stato registrato in tutte le centraline considerate (figura 2), incluse quelle esterne al GRA. In particolare, la centralina di *background* naturale di Tenuta del Cavaliere ha registrato valori spesso superiori a 50 µg/m³, a denotare che il picco di inquinamento atmosferico nel dicembre 2015 ha interessato un'area estesa, anche al di fuori del contesto urbano di Roma.

Il numero dei casi attribuibili ai superamenti dei limiti giornalieri è riportato in tabella 1, assieme ai casi totali e alle funzioni di rischio. Durante i 31 giorni considerati, sono stati stimati 26 decessi per cause naturali (su 2.145 totali) dovuti ai superamenti di PM₁₀ (1,2%). Analogamente, sono stati stimati come dovuti ai superamenti di PM₁₀ 20 ricoveri ospedalieri e 30 accessi al Pronto soccorso per cause cardiorespiratorie, su totali di 1.942 (1,0%) e 3.733 (0,8%), rispettivamente.

CONCLUSIONI

Il mese di dicembre è stato caratterizzato da livelli giornalieri molto elevati di PM₁₀, che hanno superato i limiti imposti dalla legislazione. A livello sanitario, questa condizione ha determinato a Roma nel periodo considerato un incremento di 26 decessi, 20 ricoveri ospedalieri e 30 accessi al Pronto soccorso attribuibili ai soli superamenti dei valori di legge del PM₁₀. Al momento mancano dati esaustivi per una valutazione di impatto nazionale, ma poichè gli episodi di inquinamento del dicembre 2015 hanno interessato numerose realtà del nostro Paese, è verosimile che l'impatto complessivo in Italia per il solo mese di dicembre 2015 sia stato dell'ordine di diverse centinaia di casi.

Questi risultati dimostrano che durante gli episodi di inquinamento sono necessarie continue misure di monitoraggio ambientale e il costante controllo delle emissioni inquinanti per evitare effetti sanitari sulla popolazione.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

BIBLIOGRAFIA

1. World Health Organization. Air Quality Standards. Disponibile all'indirizzo: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>
2. Alessandrini ER, Faustini A, Chiusolo M et al. Inquinamento atmosferico e mortalità in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013;37(4-5):220-9.
3. Cadum E, Berti G, Biggeri A, Bisanti L, Faustini A, Forastiere F. The results of EpiAir and the national and international literature. *Epidemiol Prev* 2009;33(6) Suppl 1: 113-9; 123-43.
4. Scarinzi C, Alessandrini ER, Chiusolo M et al. Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in 25 città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013;37(4-5):230-41.
5. Baccini M, Biggeri A, Gruppo collaborativo EpiAir2. Impatto a breve termine dell'inquinamento dell'aria nelle città coperte dalla sorveglianza epidemiologica EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013;37(4-5):252-62.