

Valutazione dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico nella provincia e nel comune di Ancona

11 Novembre 2019

Relazione redatta nel quadro della Convenzione tra Comune di Ancona e il CNR-IRIB (ex IBIM), Progetto Inquinamento Atmosferico ad Ancona. Responsabile per CNR-IRIB Dr. Francesco Forastiere

Riassunto

E' stata effettuata una valutazione dell'impatto sulla mortalità generale dell'esposizione a materiale particolato di dimensioni inferiori a 2.5 micron ($PM_{2.5}$) nel periodo 2011-2015 nel territorio della provincia e del comune di Ancona. A tal fine, l'esposizione della popolazione a $PM_{2.5}$ è stata stimata utilizzando una metodologia innovativa che prevede l'utilizzo di dati satellitari e i dati delle centraline di monitoraggio. I dati di esposizione sono stati integrati con quelli della mortalità della provincia e del comune e sono state utilizzate le funzioni concentrazione-risposta raccomandate dall'OMS e utilizzate nel progetto nazionale VIIAS. Nell'intero periodo considerato sono stati stimati 834 decessi attribuibili all'inquinamento da $PM_{2.5}$ per la provincia e 205 decessi per il comune. La mortalità annuale attribuibile all'inquinamento nella provincia è di 167 casi e il dato corrispondente per il comune è di 41 casi per anno. L'inquinamento atmosferico rappresenta un fattore di rischio per la provincia e il comune di Ancona.

Inquinanti atmosferici

Gli inquinanti atmosferici possono avere origine naturale, antropogenica o mista, a seconda delle loro fonti o delle fonti dei loro precursori. Gli inquinanti atmosferici possono essere classificati come primari o secondari. Gli inquinanti primari sono emessi direttamente nell'atmosfera, mentre gli inquinanti secondari si formano nell'atmosfera attraverso le reazioni nell'atmosfera da inquinanti precursori. I principali inquinanti atmosferici primari includono PM primario, BC, ossidi di zolfo (SO_x), NO_x (che comprende sia NO che NO_2), NH_3 , CO, metano (CH_4), NMVOCs, C_6H_6 , alcuni metalli e idrocarburi policiclici aromatici (IPA, inclusi BaP). I principali inquinanti atmosferici secondari sono PM, O_3 e NO_2 secondari. I principali gas precursori del PM secondario sono SO_2 , NO_x , NH_3 e VOC. I gas NH_3 , SO_2 e NO_x reagiscono nell'atmosfera formando composti NH_4^+ , SO_4^- e NO_3^- . Questi composti formano nuove particelle nell'aria o si condensano su quelli preesistenti per formare particelle secondarie (cioè aerosol inorganici secondari). Alcuni NMVOC sono ossidati per formare composti meno volatili, che formano aerosol organici secondari o NMVOC ossidati. L' O_3 a livello del suolo (troposferico) non viene emesso direttamente nell'atmosfera, ma si forma da reazioni chimiche in presenza di luce solare, a seguito di emissioni di gas precursori come NO_x e NMVOC di origine sia naturale (biogenica) che antropogenica. L' NO_x esaurisce anche l' O_3 troposferico a causa della reazione di titolazione con l' NO emesso per formare NO_2 e ossigeno. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha elaborato linee guida sulla qualità dell'aria che forniscono indicazioni sui livelli accettabili della concentrazione degli inquinanti a cui non sono associati effetti sanitari; per il $\text{PM}_{2.5}$ il valore guida dell'OMS è di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Effetti sulla salute degli inquinanti

L'inquinamento atmosferico è una delle principali cause di morte prematura e malattia e rappresenta il più importante fattore ambientale di rischio per la popolazione in Europa (Lim et al., 2012, WHO, 2013a, 2013b, 2014, 2016a,b, HEI, 2018). Le malattie cardiache e l'ictus sono le cause più comuni di morte prematura attribuibili all'inquinamento atmosferico, seguite da malattie polmonari e cancro ai polmoni (WHO, 2014). L'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro ha classificato come cancerogeno l'inquinamento atmosferico in generale, nonché il PM come componente separato delle miscele di inquinamento atmosferico (IARC, 2013).

L'esposizione a breve e a lungo termine di bambini e adulti all'inquinamento atmosferico può portare ad una ridotta funzionalità polmonare, infezioni respiratorie e aggravamento dell'asma. L'esposizione materna all'inquinamento atmosferico è associata a impatti negativi sulla fertilità, la gravidanza, i neonati ed i bambini (WHO, 2005, 2013a). Esistono anche prove evidenti che l'esposizione

all'inquinamento atmosferico possa essere associata al diabete di tipo 2 di nuova insorgenza negli adulti e possa essere collegata all'obesità, all'infiammazione sistemica, all'invecchiamento, alla malattia di Alzheimer ed alla demenza (RCP, 2016).

Obiettivo

L'obiettivo di questo rapporto è la valutazione dell'impatto sulla mortalità generale dell'esposizione a materiale particolato di dimensioni inferiori a 2.5 micron ($PM_{2.5}$) nel periodo 2011-2015 nel territorio della provincia e del comune di Ancona.

Per la Valutazione dell'Impatto Sanitario del $PM_{2.5}$ sono stati utilizzati i materiali e le metodologie già messe a punto dal progetto CCM2011 VIIAS (Valutazione di Impatto Integrato sull'Ambiente e sulla Salute), coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio (DEP Lazio), i cui metodi e risultati sono disponibili sul sito www.viias.it. Nella figura 1 sono schematizzate le diverse fasi della valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente e sulla salute umana condotte nell'ambito di VIIAS.

L'esposizione della popolazione a $PM_{2.5}$ è stata stimata utilizzando una metodologia innovativa che prevede l'utilizzo di dati satellitari. La metodologia è stata descritta in dettaglio negli articoli di Stafoggia et al, cui si fa riferimento in bibliografia (Stafoggia et al. 2017, 2019). In breve, il satellite misura a livello giornaliero l'Aerosol Optical Density (AOD), un proxy dell'inquinamento da particelle aero-disperse per ogni km^2 della superficie italiana. Questo dato è stato combinato, grazie a tecniche di *machine learning*, in un processo multistadio ad altre variabili spazio-temporali come i dati di monitoraggio della qualità dell'aria delle centraline fisse, fattori meteorologici, orografici o di popolazione, in grado di influenzare i livelli giornalieri di PM. In questo modo si è ottenuto un valore medio giornaliero di concentrazione di $PM_{2.5}$ per ogni km^2 del territorio italiano. Infine, i livelli giornalieri sono stati mediati per poter disporre di un valore medio annuo per stimare il contributo del $PM_{2.5}$ a lungo termine sulla salute umana. Come alternativa a quanto indicato e all'uso dei dati satellitari, si è deciso di usare i dati delle centraline fisse di monitoraggio poste nella provincia e nel comune di Ancona per lo stesso periodo temporale. Si tratta delle centraline di Ancona, Fabriano, Falconara, Genga e Jesi che effettuano il monitoraggio del $PM_{2.5}$.

Sono stati stimati i livelli medi di esposizione per la popolazione residente nella provincia e nel Comune di Ancona sovrapponendo le mappe di concentrazione con quelle di popolazione. Riguardo

ai dati satellitari, per ogni comune sono stati usati i dati medi della griglia 1kmx1km ricadenti nel comune; per i dati delle centraline, si è usato per ogni comune la media delle centraline viciniori con un peso statistico dato dall'inverso della distanza. Infine, utilizzando le funzioni concentrazioni-risposta dell'OMS (cioè le stime della frequenza dei danni alla salute per l'aumento unitario delle concentrazioni di ciascun inquinante in esame) proposte nel documento "Health risks of air pollution in Europe" - HRAPIE (WHO, 2013°, www.euro.who.int), sono stati stimati per tutti i residenti gli effetti sulla mortalità attribuibili all'esposizione di lungo termine a PM_{2.5}. Tali stime hanno utilizzato, per ogni comune, i dati di concentrazione stimati, i dati di popolazione ed il tasso di mortalità osservato nella provincia di Ancona e nel comune di Ancona (come desunto dai dati ISTAT di mortalità).

Le stime sono state realizzate considerando uno scenario controfattuale di riduzione dei livelli di concentrazione del PM_{2.5} fino ai livelli suggeriti dall'OMS (10 µg/m³). Si è dunque assunto che al di sotto di tali valori non vi siano effetti sanitari, come per altro suggerisce l'OMS. Secondo questa metodologia, sono stati calcolati i decessi attribuibili all'esposizione a PM_{2.5} per la mortalità dovuta a cause non accidentali.

Risultati

In figura 3 e 4 sono riportati i dati di popolazione relativi alla provincia ed al comune di Ancona. In particolare, in figura 3 è raffigurato il numero di abitanti, mentre in figura 4 è raffigurata la densità di popolazione (in abitanti per km²), suddivisi nelle sezioni di censimento ISTAT del 2011. Nella figura 5 sono riportati i dati di inquinamento da PM_{2.5} per la provincia per l'intero periodo.

Nella Tabella 1 vengono riportati i decessi attribuibili ad esposizione a PM_{2.5} per l'intero periodo in studio, 2011-2015. In particolare, si è osservata una media di PM_{2.5} pari a 14.0 µg/m³ utilizzando i dati satellitari e 15.4 µg/m³ utilizzando i dati delle centraline per l'intera provincia. I dati corrispondenti per il comune di Ancona sono 15.9 e 15.1 µg/m³. Nel periodo complessivo si sono osservati 24,969 decessi totali nella provincia e 5712 nel comune di Ancona. Nell'intero periodo considerato abbiamo, quindi, stimato un numero di decessi attribuibili all'inquinamento da PM_{2.5} pari a 834/901 per la provincia e 205/234 per il comune. La mortalità annuale attribuibile all'inquinamento nella provincia è di 167/180 casi per anno, mentre il dato corrispondente per il comune è di 41/47 casi per anno.

Figura 2 Funzioni concentrazione risposta (VIIAS) per il PM_{2.5}

Indicatore	Causa	Range d'età	Soglia	Funzione di rischio
Mortalità	Cause naturali (ICD-IX-CM: 001-629; 677-799)	>30 anni	>10 µg/m ³	RR ~ 1,07 (IC95%: 1,04 - 1,09)
	Malattie cardiovascolari (ICD-IX-CM: 390-459)			RR ~ 1,10 (IC95%: 1,05 - 1,15)
	Malattie respiratorie (ICD-IX-CM: 460-519)			RR ~ 1,10 (IC95%: 0,98 - 1,24)
	Tumore polmoni (ICD-IX-CM: 162)			RR ~ 1,09 (IC95%: 1,04 - 1,14)
Incidenza	Eventi coronarici (ICD-IX-CM: 410-414)			RR ~ 1,26 (IC95%: 0,97 - 1,60)

Figura 3 Numero assoluto di abitanti per sezione di censimento (2011) nel territorio del Comune di Ancona

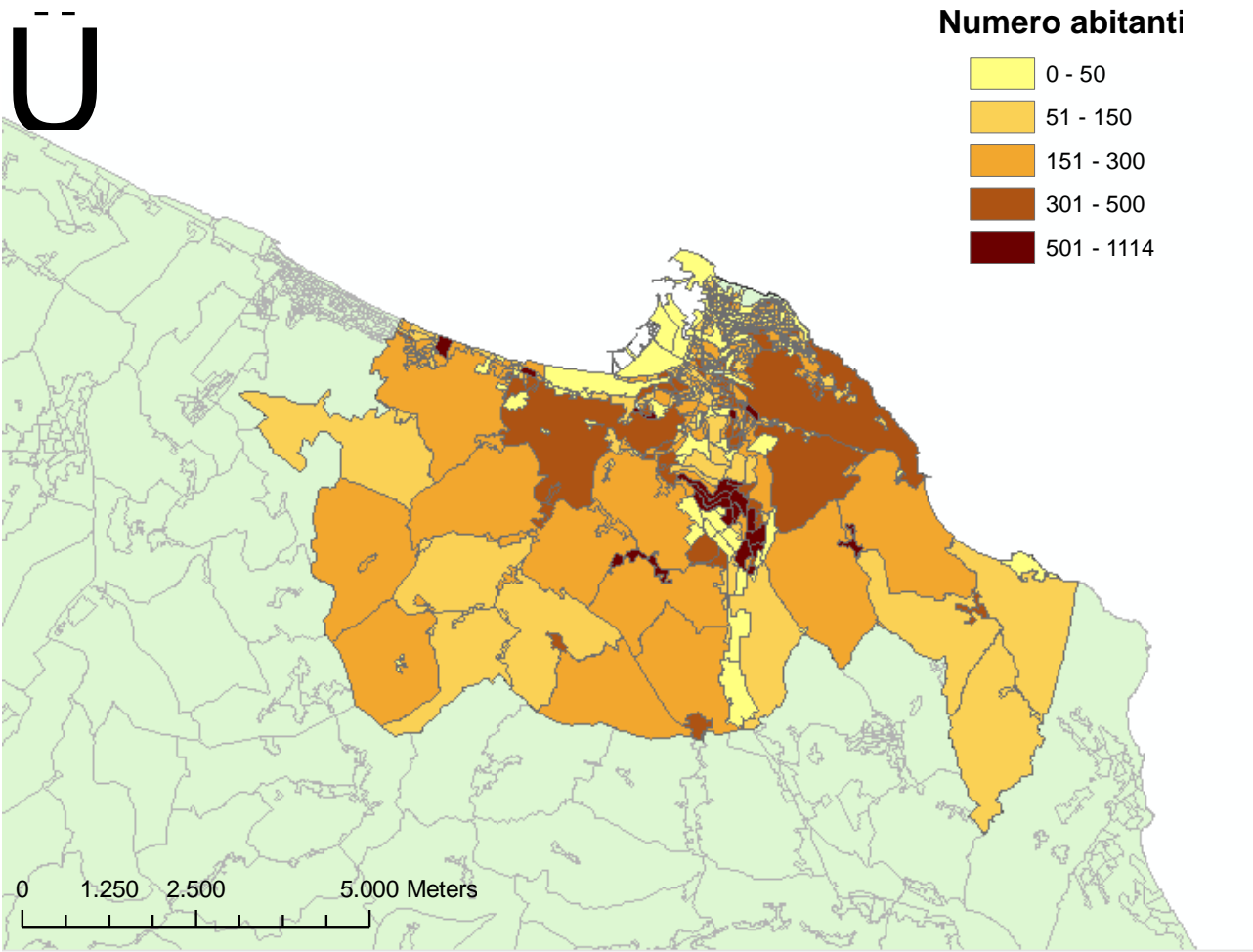


Figura 4 Densità abitativa espressa come numero di abitanti per km² per sezione di censimento (2001) nel territorio del Comune di Ancona

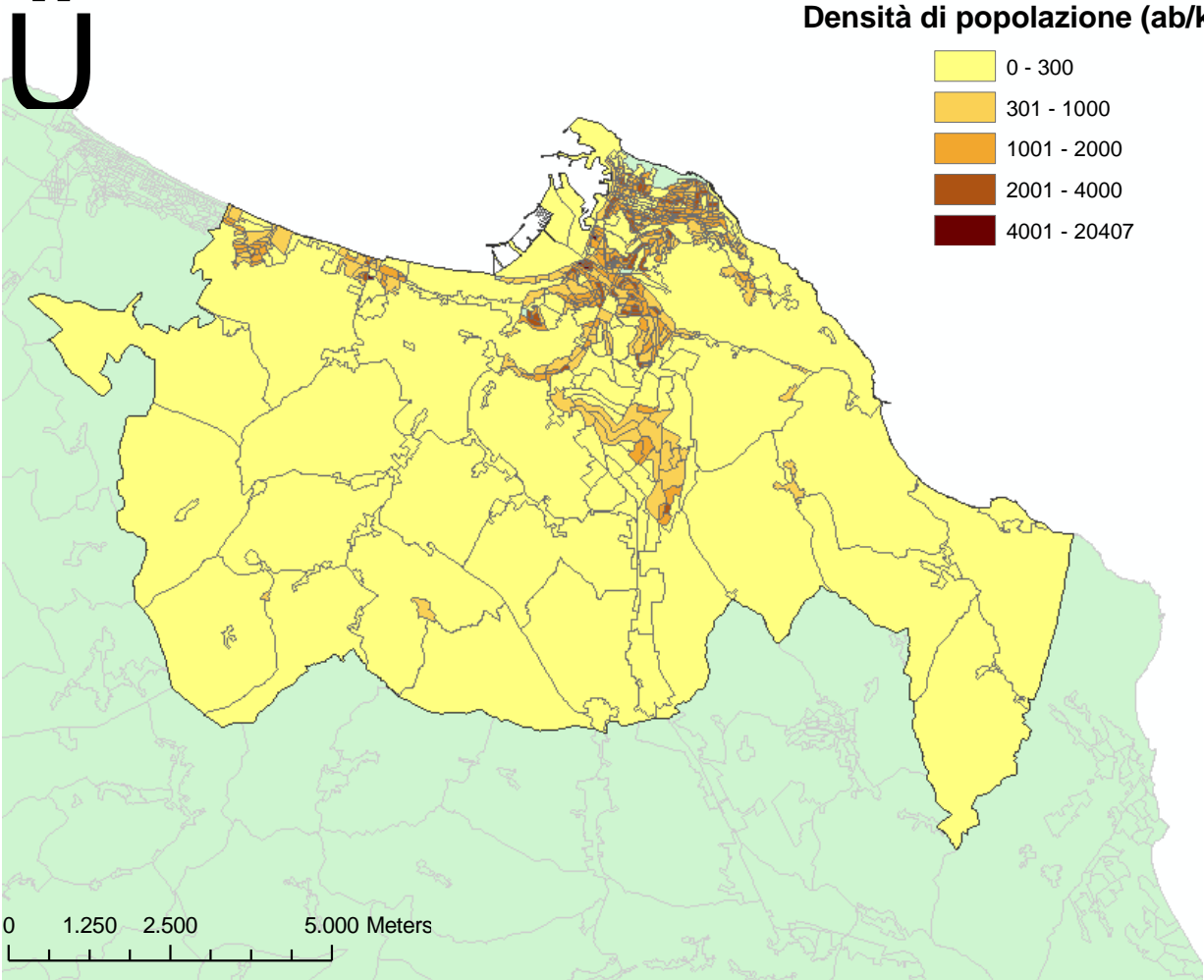


Figura 5 Concentrazione media annua di PM_{2.5} in ogni cella di 1x1 km nel territorio della provincia di Ancona negli anni 2011-2015

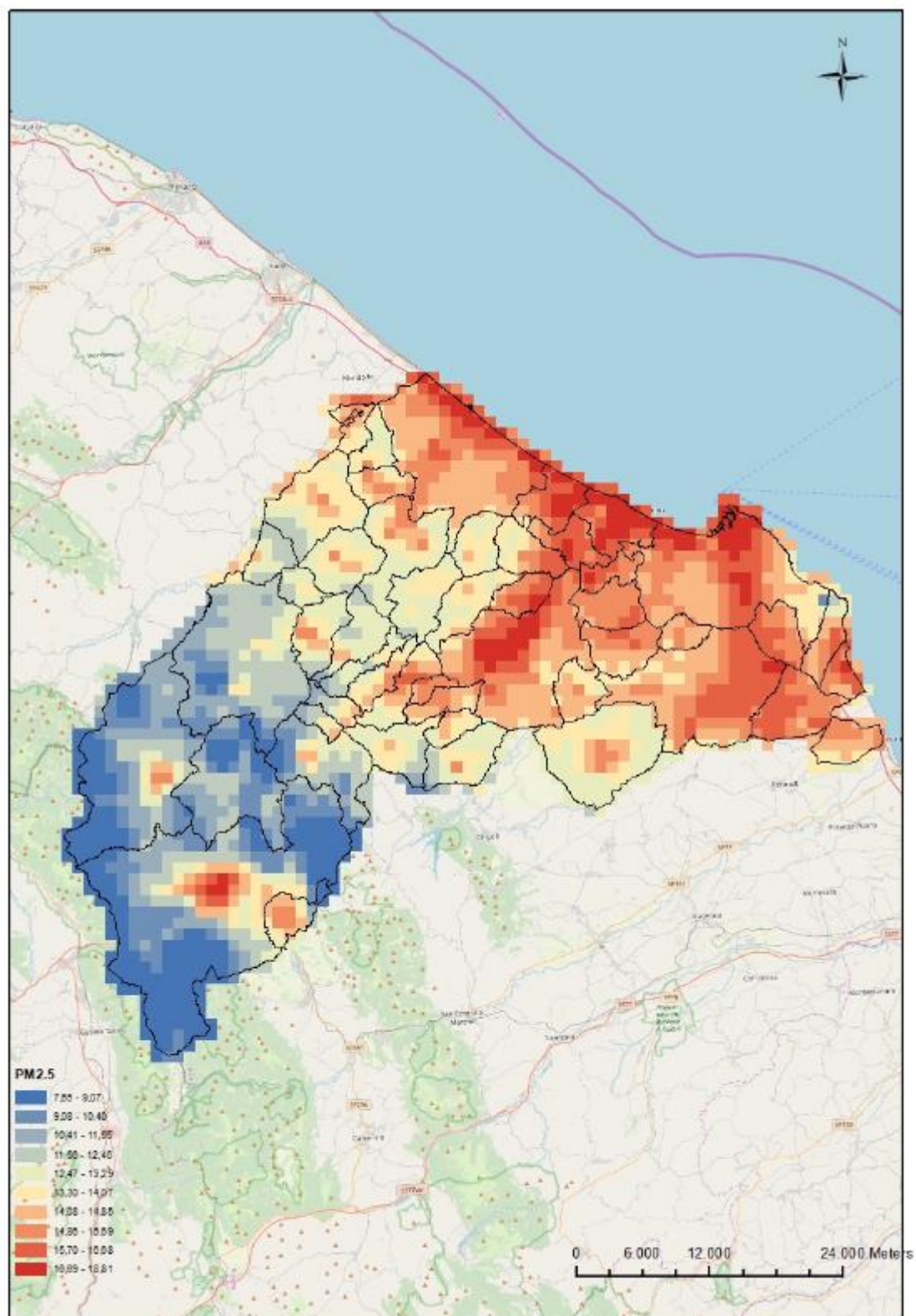


Tabella 1. Numero di decessi attribuibili all'inquinamento da PM_{2.5} (secondo uno scenario controfattuale di 10 µg/m³ PM_{2.5}, raccomandazione WHO) per gli anni 2011-2015 nella Provincia e nel Comune di Ancona

Mortalità Totale Provincia Ancona	Esp pop (ug/m3) media	Pop Totale	Numero di casi totali	Casi attribuibili			Tasso attribuibile (per 100.000)			Frazione attribuibile (%)				
				N	IC95%		N	IC95%		IC95%				
Dati cumulativi 2011-2015														
PM2.5 - satellite	14.0	476192	24969	834	477	1073				3	2	-	4	
PM2.5 - centraline	15.4	476192	24969	901	515	1158				4	2	-	5	
Media annuale														
PM2.5 - satellite	14.0	476192	4994	167	95	215	35	20	-	45	3	2	-	4
PM2.5 - centraline	15.4	476192	4994	180	103	232	38	22	-	49	4	2	-	5
Mortalità Totale Comune Ancona	Esp pop (ug/m3) media	Pop Totale	Numero di casi totali	Casi attribuibili			Tasso attribuibile (per 100.000)			Frazione attribuibile (%)				
				N	IC95%		N	IC95%		IC95%				
Dati cumulativi 2011-2015														
PM2.5 - satellite	15.9	100696	5172	234	134	301				5	3	-	6	
PM2.5 - centraline	15.1	100696	5172	205	117	264				4	2	-	5	
Media annuale														
PM2.5 - satellite	15.9	100696	1034	47	27	60	46	27	-	60	5	3	-	6
PM2.5 - centraline	15.1	100696	1034	41	23	53	41	23	-	52	4	2	-	5

BIBLIOGRAFIA

HEI, 2018, State of Global Air 2018. Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute. (<http://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf>) accessed July 2018

IARC, 2013, *Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths*, Press Release No 221, International Agency for Research on Cancer (http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf) accessed 12 October 2016.

Lim, Stephen S., et al., 2012, 'A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010', *The Lancet* 380(9859), pp. 2224-2260.

RCP, 2016, *Every breath we take: The lifelong impact of air pollution*, Working Party Report, Royal College of Physicians, London, UK (<https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/every-breath-we-take-lifelong-impact-air-pollution>) accessed 17 July 2016.

Stafoggia M, Schwartz J, Badaloni C, Bellander T, Alessandrini E, Cattani G, De' Donato F, Gaeta A, Leone G, Lyapustin A, Sorek-Hamer M, de Hoogh K, Di Q, Forastiere F, Kloog I. Estimation of daily PM(10) concentrations in Italy(2006-2012) using finely resolved satellite data, land use variables and meteorology. *Environ Int.* 2017 Feb;99:234-244.

Stafoggia M, Bellander T, Bucci S, Davoli M, de Hoogh K, De' Donato F, Gariazzo C, Lyapustin A, Michelozzi P, Renzi M, Scortichini M, Shtein A, Viegi G, Kloog I, Schwartz J. Estimation of daily PM(10) and PM(2.5) concentrations in Italy, 2013-2015, using a spatiotemporal land-use random-forest model. *Environ Int.* 2019 Mar;124:170-179.

WHO, 2005, *Effects of air pollution on children's health and development — A review of the evidence*, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 2013a, *Review of evidence on health aspects of air pollution — REVIHAAP Project*, Technical Report, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 2013b, *Health risks of air pollution in Europe — HRAPIE project: New emerging risks to health from air pollution — Results from the survey of experts*, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO, 2014, *Burden of disease from ambient air pollution for 2012 — Summary of results*, World Health Organization (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf) accessed 4 September 2015.

WHO, 2016a, *WHO expert consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs)*, Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0013/301720/Evidence-future-update-AQGs-mtg-report-Bonn-sept-oct-15.pdf?ua=1) accessed 19 July 2017

WHO, 2016b, *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*, World Health Organization (<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1>) accessed July 2018.