

40 e 50: sfumature di grigio

(Significato e aspetto degli attuali limiti di legge sulle polveri sottili)

ARPA FVG - Centro Regionale di Modellistica Ambientale

Autore di riferimento: fulvio.stel@arpa.fvg.it

Con il termine PM10 vengono indicate le particelle sospese in atmosfera (fumo, sabbia, sale marino, etc.) il cui diametro risulta essere inferiore a 10 micrometri (grossomodo il diametro di un globulo rosso o di un filo di ragnatela, equivale a 10 millesimi di millimetro). Queste particelle, per le loro ridotte dimensioni, riescono a superare le prime difese del nostro sistema respiratorio, penetrando fino ai bronchi e, quelle più piccole, sino ai polmoni. Da qui la loro potenziale pericolosità per la salute e la necessità di mantenere quanto più basso possibile la quantità di PM10 mediamente presente nell'aria che respiriamo (Rif.[1]).

1 Quali sono i limiti di legge per il materiale particolato?

In base all'attuale normativa (Rif.[2]) a tutela della salute umana, la quantità di PM10 presente in un metro cubo d'aria non deve mediamente superare i **40 microgrammo** (millesimi di grammo) annuali. Inoltre, non ci devono essere più di 35 giorni all'anno in cui la quantità di PM10 presente in un metro cubo d'aria superi mediamente i **50 microgrammo** (grossomodo equivalente alla massa di un pelo delle sopracciglia).

Valore limite annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10
Valore limite giornaliero	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte all'anno

Tabella 1: tabella riepilogativa limite pm10 normativa

A titolo di esempio una sigaretta emette mediamente più di 14 milligrammi (14 000 microgrammi) di PM10 (Rif.[3]).

Anche se la normativa sulla qualità dell'aria è molto chiara in merito al particolato atmosferico, secondo gli epidemiologi ambientali gli effetti del PM10 sulla salute umana sono molto più sfumati. Allo stato attuale delle conoscenze, infatti, sembra non esista un valore minimo al di sotto del quale la concentrazione di PM10 sia totalmente priva di effetti sulla salute. In altre parole, sarebbe sbagliato pensare che 41 microgrammi di PM10 in un metro cubo d'aria facciano male mentre 39 microgrammi siano del tutto ininfluenti. Così come è erroneo credere che una giornata con concentrazioni medie di 49 microgrammi al metro cubo sia potenzialmente meno dannosa di una giornata caratterizzata da 51 microgrammi al metro cubo.

2 Da che cosa è composto il particolato?

Non tutte le polveri sono uguali tra loro o hanno gli stessi effetti sulla salute umana, anche a parità di concentrazione; molto infatti può dipendere dalla composizione chimica e dalla natura del particolato atmosferico (Fig.1).

La **polvere atmosferica** può avere un'origine naturale o antropica. Quella **naturale** comprende sabbie, cristalli di sale, spore di funghi e pollini (causa anche di allergie), quella **antropica** formata da cristalli salini, polveri di origine industriale o derivanti da usura dei materiali (come ad es. i pneumatici e i freni dei veicoli), e soprattutto dai residui della combustione (solitamente i combustibili solidi, come legna e carbone emettono più particolato di



quelli liquidi come la benzina e ikl gasolio e di quelli gassosi come il metano).

Vi sono molte evidenze che mostrano come la **componente carboniosa** del particolato (Fig.2), emessa dalla combustione, possa essere più pericolosa della **componente crostale**, cioè derivante dal risollevaramento della polvere dei terreni, salina o biologica.

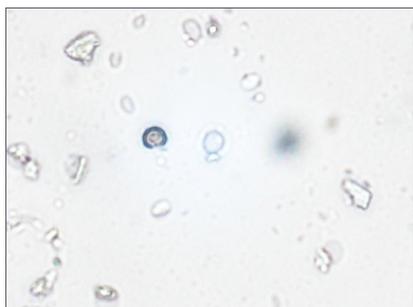


Figura 1: Fotografia al microscopio ottico di particolato atmosferico principalmente composto da minerali, cristalli salini o sabbia. In basso a destra riportata la lunghezza corrispondente a 10 micrometri (10 millesimi di millimetro, o micron) 31 agosto 2012 Pordenone (fonte P.Verardo).



Figura 2: Fotografia al microscopio ottico di particolato atmosferico principalmente carbonioso. In basso a destra riportata la lunghezza corrispondente a 10 micrometri (10 millesimi di millimetro, o micron) 8 gennaio 2013 Pordenone (fonte P.Verardo). I puntini neri e gli agglomerati di puntini neri sono fuliggine, simile a quella che viene rilasciata dalla combustione non ottimale della legna o dalle vetture Diesel.

Un altro aspetto importante del particolato atmosferico è che una sua parte consistente non emessa in atmosfera, ma si forma direttamente in aria a seguito di complesse reazioni chimiche che coinvolgono una miriade di precursori, alcuni naturali, altri prodotti

dalle attività umane, come ad esempio gli ossidi di azoto e i fertilizzanti usati in agricoltura (Rif.[4]). Le particelle che si formano in atmosfera, proprio in quanto nate dalla reazione chimiche di componenti gassose, sono solitamente più piccole di quelle che si formano mediate processi meccanici (e.g.: frantumazione dei suoli, abrasione dei freni). La questione della dimensione e numerosità del particolato atmosferico sembra essere molto rilevante per la stima degli effetti sulla salute: le polveri più piccole, infatti, possono raggiungere la parte più interna dei polmoni e lì depositarsi procurando infiammazioni o veicolando sostanze potenzialmente pericolose. Per questo motivo, a partire dal 2010, si sono iniziate a monitorare non solo le polveri **sottili**, quelle cioè con diametro inferiore ai **10 micrometri**, ma anche quelle **fini**, cioè con diametro inferiore ai **2.5 micrometri**.

3 Come si misura il materiale particolato

Esistono molti sistemi (Rif.[5]) per misurare la quantità di materiale particolato presente in atmosfera, ma la principale e più affidabile metodica, utilizzata per calibrare tutte le altre tecniche, si basa sul **filtraggio** dell'aria (Fig.3).

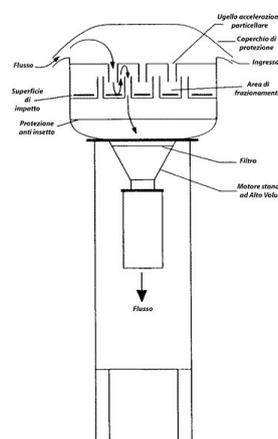


Figura 3: Rappresentazione schematica del sistema di campionamento del particolato atmosferico. Il particolato grossolano viene fermato nella testa dello strumento, mentre le particelle della dimensione cercata (PM10 o PM2.5) sono raccolte su un apposito filtro che poi verrà pesato ed eventualmente inviato al laboratorio per l'analisi chimica.

Con questo procedimento, l'aria viene fatta passare attraverso un circuito che, in virtù della sua forma



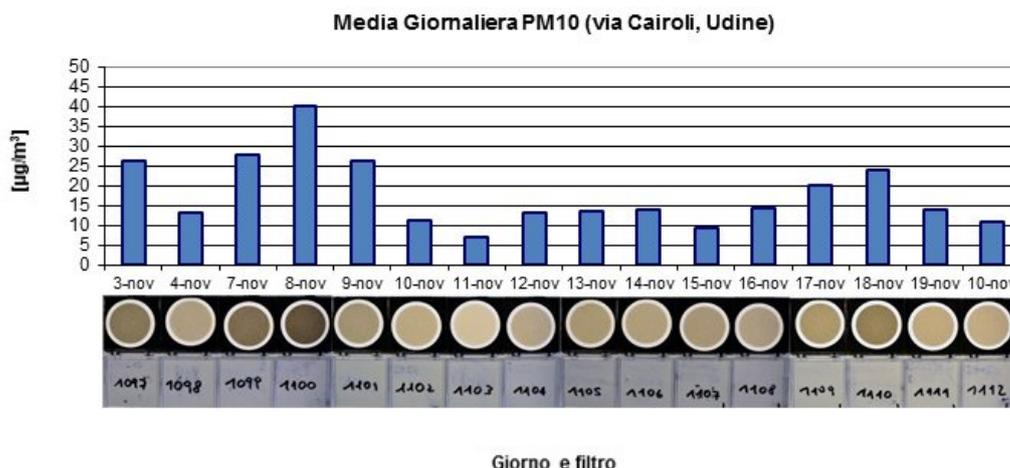


Figura 4: Medie giornaliere di PM10, espresse in microgrammi al normal metro cubo (pannello superiore) e sfumature di grigio dei filtri corrispondenti (pannello inferiore). I filtri sono stati raccolti nel 2013 presso la stazione di monitoraggio di via Cairoli a Udine. I numeri progressivi associati ad ogni filtro lo caratterizzano univocamente per ragioni connesse al percorso di qualità (Fonte Ivano De Simon).

peculiare, fa sbattere il materiale più grossolano contro le sue pareti e lascia passare solo le particelle della dimensione voluta, inferiore ai 10 micrometro (millesimi di millimetro) o ai 2,5 micrometro (millesimi di millimetro). Dopo questo passaggio, l'aria contenente le sole particelle della dimensione cercata viene fatta scorrere attraverso un filtro che le cattura tutte. Pesando il filtro prima e dopo il passaggio dell'aria, è possibile risalire alla massa di PM10 in essa contenuta.

Questo meccanismo, che a prima vista sembra molto elaborato, riproduce in realtà quello che normalmente avviene nel nostro sistema respiratorio. Le particelle più grossolane vengono catturate e trattenute dalla prima parte del naso e della gola. Quelle più piccole penetrano invece all'interno dei bronchi e dei polmoni, depositandosi su di essi, così come fanno con il filtro.

Il filtro, raccogliendo tutte le particelle con diametro inferiore ai 10 o 2.5 micrometri (millesimi di millimetro), oltre ad aumentare di peso, diventa anche più o meno annerito in base alla quantità e tipologia di materiale particolato presente nell'aria. Pur non essendo una stima quantitativa, l'annerimento dei filtri usati per misurare il materiale particolato rappresenta una sorta di valutazione qualitativa della minore o maggiore bontà dell'aria (Fig.4).

Vista la variabilità e continuità degli effetti del particolato atmosferico, le attuali soglie di legge previste per la tutela della salute umana possono apparire tutto sommato arbitrarie. In effetti, esse non sono state fissate tenendo conto solo dei possibili effetti sulla salute (l'Organizzazione Mondiale della Sanità (Rif.[6]) auspicherebbe limiti più stringenti), ma anche della loro sostenibilità sociale ed economica. Il bilanciamento di questi tre aspetti, sanitario, sociale ed economico, ha portato in sede di Commissione Europea alla definizione dei limiti attualmente in vigore, che potranno e forse dovranno venir modificati in futuro a seguito dell'aumento delle conoscenze e del progresso tecnologico.

4 Polveri e mobilità

I motori a combustione interna delle automobili sono un'importante sorgente di materiale particolato primario, cioè emesso direttamente in atmosfera, in particolare le vetture che utilizzano il gasolio, anche se le vetture di classe Euro più elevata, cioè quelle meno inquinanti, hanno prestazioni decisamente migliori di quella più vecchie.

Ciò non toglie che, anche utilizzando una vettura Diesel Euro 4, viaggiando a ca. 50 km/h in una strada non particolarmente congestionata emettiamo circa 0.2 grammi di polvere al chilometro contro i circa 0.0005 grammi di una vettura a benzina. Se la



strada è però congestionata e dobbiamo fermarci e ripartire frequentemente, le emissioni possono essere addirittura quattro o cinque volte superiori (Fig.5), così come molto maggiori sono le emissioni in caso di utilizzo dell'aria condizionata, poichè il raffreddamento e la deumidificazione richiedono molta energia.

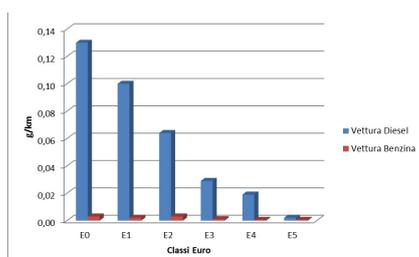


Figura 5: *Didascalìa: quantitativi di PM10 emesso mediamente da una vettura con 1400 cc di cilindrata che viaggia su una strada con limite a 50 km/h non particolarmente congestionata (fonte Handbook of Emission Factors 3.2, www.hbefa.net)*

Per questo motivo, soprattutto dovendo percorrere piccoli tratti, quindi in condizioni non ottimali per un motore a scoppio, risulta molto più salutare, oltre che conveniente (spesso anche in termini di tempo), utilizzare delle biciclette o le pratiche ed economiche gambe.





Sitografia e Bibliografia

[1] Relazioni annuali sulla qualità dell'aria in Friuli Venezia Giulia
http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_epresentazioni/tecnico_scientifici.html
Relazioniqualitaaria

[2] Normativa - DLgs 155/2010
<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legge:2010-08-13;155>

[3] Klepeis, N.E., Ott, W.R., and Switzer, P. (1996) A Multiple-Smoker Model for Predicting Indoor Air Quality in Public Lounges, Environmental Science and Technology, Vol. 30, No. 9, pp. 2813-2820.
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es00063a015>

[4] Origine e quantità del particolato emesso in Friuli Venezia Giulia
http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/pressioni/Catasto_missioni/catasto.html

[5] Tecniche di misura del materiale particolato
<http://laqm.defra.gov.uk/laqm-faqs/faq68.html>

[6] Pubblicazione WHO sugli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/



Copyright ARPA FVG, 2015

This work is released under the terms of the license Creative Commons Attribution / NonCommercial / ShareAlike. Information on how to request permission may be found at:

[ARPA FVG-Aria-Elaborati e sintesi divulgative \(http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_epresentazioni/sintesi_divulgative.html\)](http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_epresentazioni/sintesi_divulgative.html)



[ARPA FVG-Aria-Elaborati e sintesi divulgative \(http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_epresentazioni/sintesi_divulgative.html\)](http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_epresentazioni/sintesi_divulgative.html)

