

**Dr. Salvatore Damante**  
**Ricercatore Ambientale**  
Via dei Carraresi 18/b  
00164 Roma tel 06.6664219  
[s.damante@ariambiente.it](mailto:s.damante@ariambiente.it)  
[www.ariambiente.it](http://www.ariambiente.it)

## **Indagine Ambientale Pilota**

Valutazione dell'aria nelle gallerie Metro A di Roma

- Particolato totale sospeso( PTS )
  - PM10
  - Metalli

Conclusione indagine  
Febbraio 2009

## Breve introduzione

Gli inquinanti sono sostanze che immesse direttamente o indirettamente nell'aria e nell'ambiente, possono avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso. Molte di queste sostanze possono essere già presenti in natura a basse concentrazioni con origine da processi naturali, altre possono essere di sola origine antropica.

Studi pubblicati su quotidiani e presentati su reti televisive (Corriere della Sera Milano e Italia I ) hanno messo in rilievo l'elevata concentrazione delle polveri sottili nelle gallerie delle metropolitane. Le metro di Milano, Roma e qualche altra città d'Europa soffre di questa problematica, particolarmente evidente nelle banchine , di relativa importanza per i viaggiatori che sono solo di passaggio e quindi interessati per alcuni minuti , il discorso cambia se invece pensiamo all'esposizione prolungata di chi in questi ambienti lavora. Da tempo, valori altresì elevati anche se momentanei, si sono riscontrati anche nel traffico cittadino di Roma questo sta a significare che le torri per il ricambio dell'aria della metro devono essere posizionate in luoghi dove l'aria è molto diluita o comunque meno inquinata.

I principali inquinanti dell'aria sono:

- Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- Il monossido di carbonio (CO)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- Polveri sottili (PTS - PM10 – PM2,5)
- Metalli pesanti

## Le polveri fini

**Le polveri sottili sono formate da sostanze tossiche e cancerogene. Raggiungono le parti più profonde e delicate dei nostri polmoni, dove si accumulano e provocano patologie respiratorie come ad esempio la BPCO ( broncopneumopatia cronica ostruttiva ).**

La famigerata sigla PM 10 sta per Particulate Matter, ossia: Materia Particolata (in piccole particelle). 10 significa che le particelle hanno un diametro inferiore ai 10 micron (10 millesimi di mm).

Si tratta di particelle microscopiche non visibili a occhio nudo. Sono minuscoli frammenti di sostanze organiche (fibre animali e vegetali, pollini, batteri, spore) e inorganiche (metalli pesanti, fibre di amianto, solfati, nitrati, polveri di carbone e di catrame, ecc). Le particelle sono diffuse nell'aria, per questo si parla di particolato atmosferico o aerodisperso.

Il PM2,5 è la frazione più fine del PM10, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 micron.

Il PM 2,5 è il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente: di fatto è quello che si deposita sugli alveoli e inoltre può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni.

## **Metalli Tossici**

L'uomo è stato sempre esposto ai metalli e alcuni di essi sono conosciuti sin dai tempi più antichi per gli effetti tossici ma, nonostante ciò, la lavorazione dei metalli si è sviluppata ampiamente. Tra i metalli particolarmente tossici che non hanno nessuna funzione biologica sono : arsenico, cadmio, mercurio e piombo.

Dopo tanti anni di ricerca e indagini epidemiologiche concernenti la contaminazione ambientale, vari paesi tra cui l'Italia hanno stabilito limiti di sicurezza ( TLV,VLP,MAC, NOEL, ecc.) per le concentrazioni nell'aria a cui sono esposti i lavoratori.

I metalli producono una grande varietà di effetti tossici, in alcuni casi è possibile che ciò sia dovuto all'inibizione di un singolo enzima o di un singolo processo biochimico, mentre in altri casi l'azione tossica dei metalli coinvolge una molteplicità di organi e di sistemi bersaglio (ad esempio il rene è un organo bersaglio per molti metalli pesanti).

Metalli come il ferro, lo zinco, sono presenti nel nostro organismo in microelementi ma chiaramente in dosi più elevate provocano intossicazione.

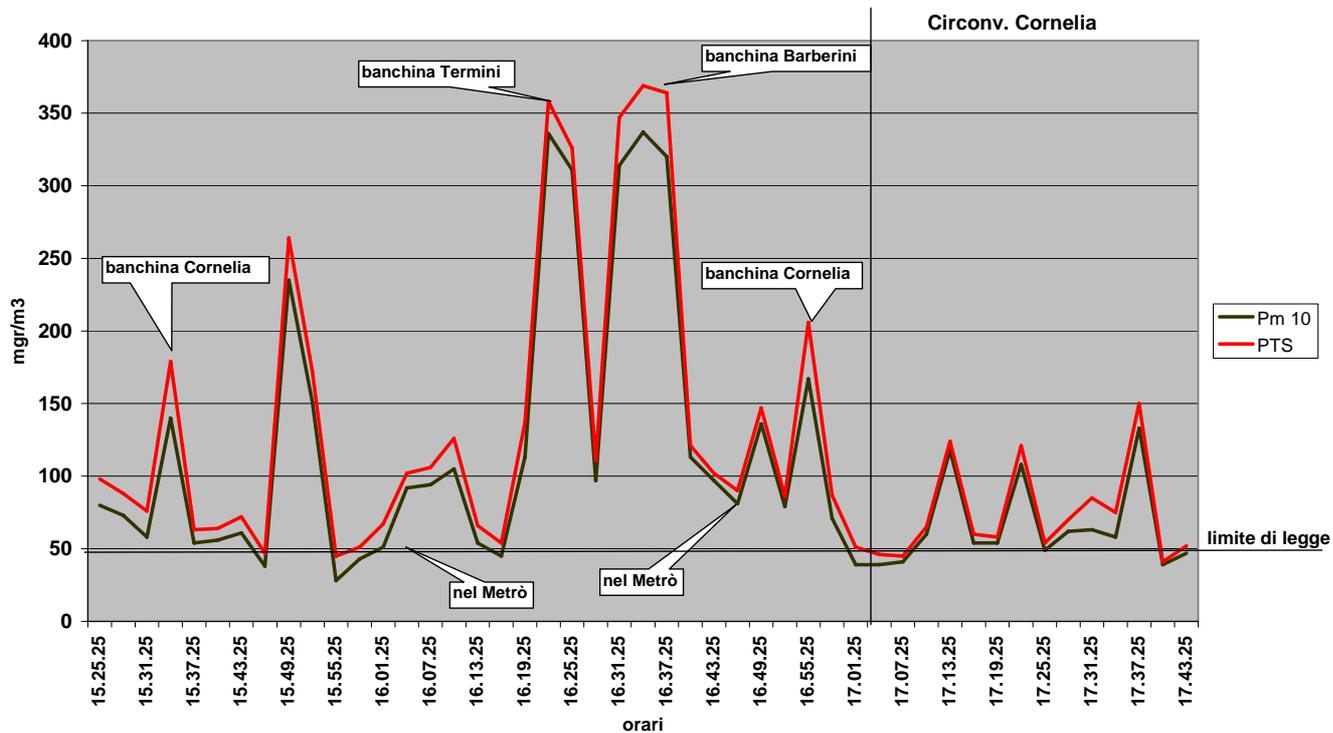
## **Materiali e metodi**

Le misurazioni per le polveri sono state effettuate con gli strumenti Model AEROCET 531 e GT- 331 One Aerosol Mass Monitor, della Metone Instruments Inc.in grado di individuare 5 tipi di polveri sottili ( PM10- PM7- PM2,5 - PM 1 ) e le polveri totali sospese TSP. Questi strumenti possono essere collegati ad un computer portatile per il monitoraggio continuo e l'archiviazione dati. Gli strumenti utilizzati già in altri siti per il monitoraggio delle polveri sottili, sono costituiti da un sensore a diffrazione laser con pompa di aspirazione, una sonda isocinetica ed un processore con display. Questo sistema ottico presenta un errore intrinseco che viene compensato introducendo un fattore di correzione delle misurazioni ottenuto per comparazione con metodi gravimetrici certificati a livello nazionale.

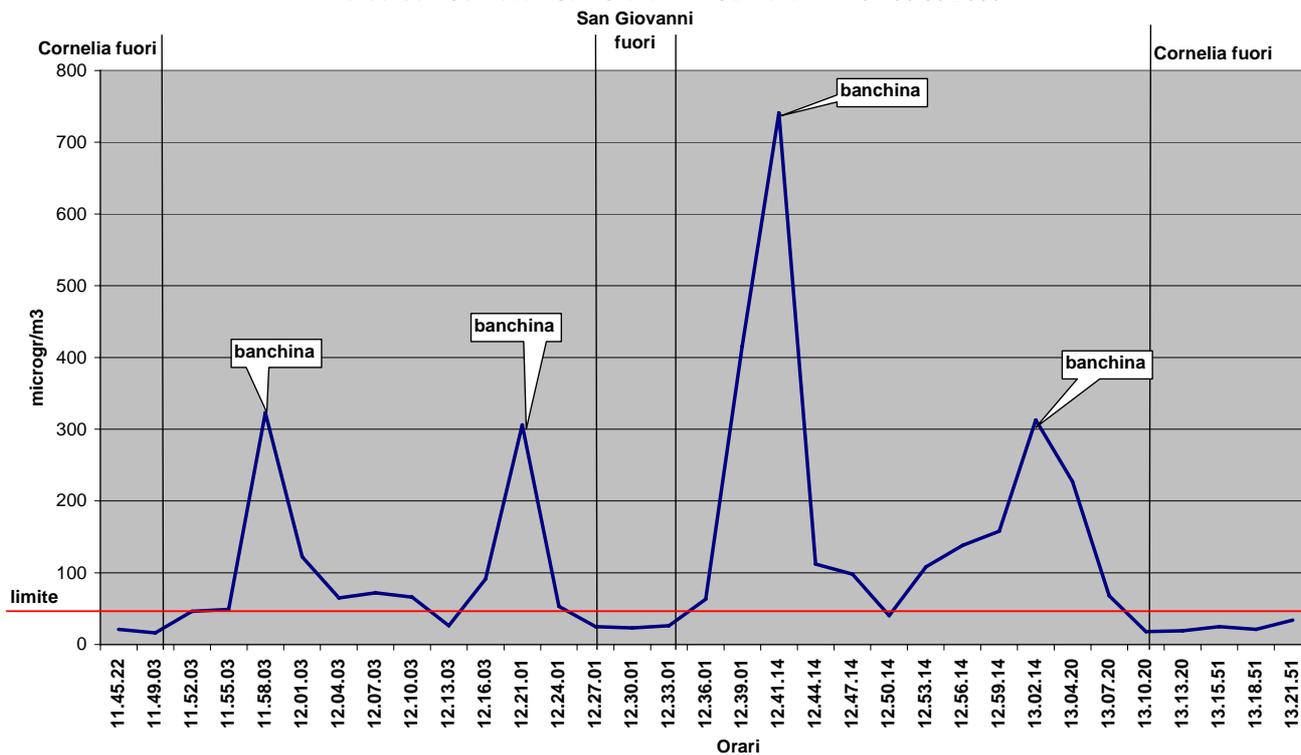
Il campionamento dell'aria è stato eseguito con la strumento Modello EGO PLUS. TT - Zambelli (campionatore personale) che risponde ai requisiti richiesti dalle seguenti direttive e normative 98/37/CE ( Direttiva macchine), 89/336/CEE (Direttiva compatibilità elettromagnetica), Normativa UNI ENI 1232 e conforme alla direttiva ATEX, permette di impostare i dati relativi alla misura tempo di campionamento, portata d'aria da aspirare, compensazione automatica di perdita di carico e di memorizzare volume totale campionato, volume normalizzato, stampa del grafico dati.

**Grafici riguardanti polveri presenti in galleria della Metro A di Roma (prelievi a campione rappresentativo). limite per la popolazione 50 mc/m<sup>3</sup>**

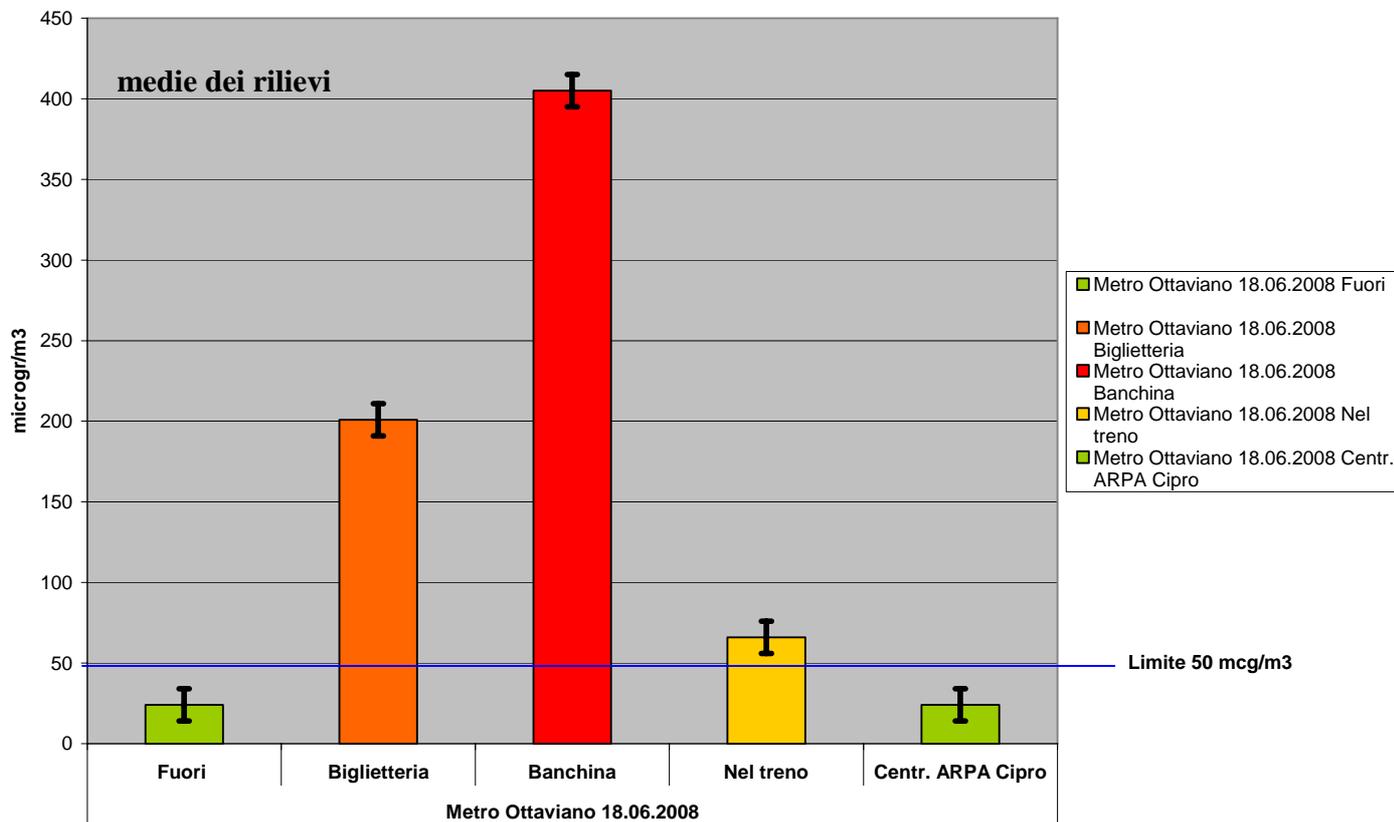
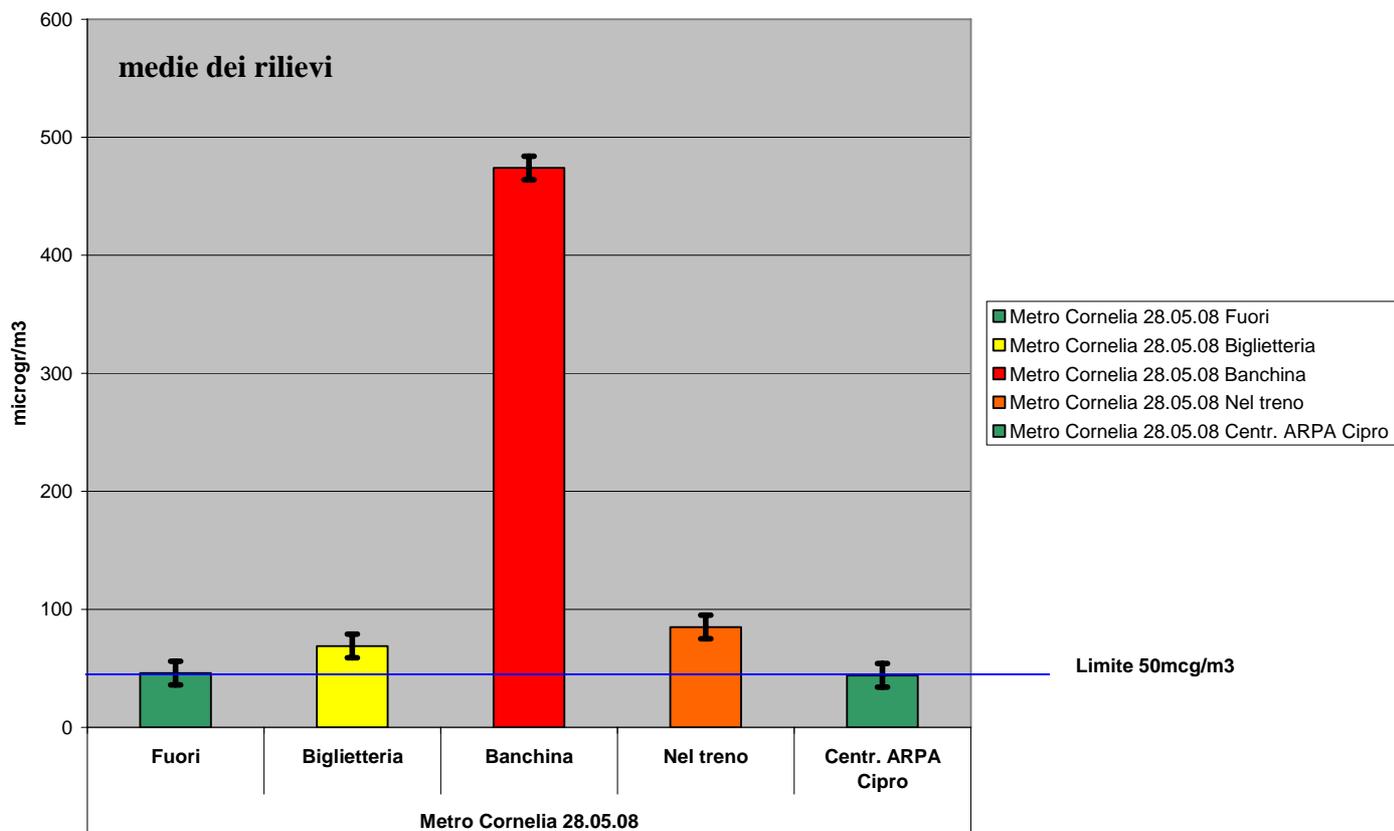
**Percorso: Cornelia - Termini - Cornelia - PTS / PM10 - 05.02.2009**

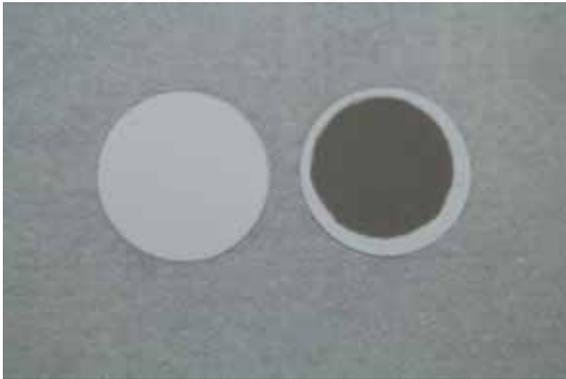


**Percorso: Cornelia - San Giovanni - Cornelia PM 10 - 08.05.2008**

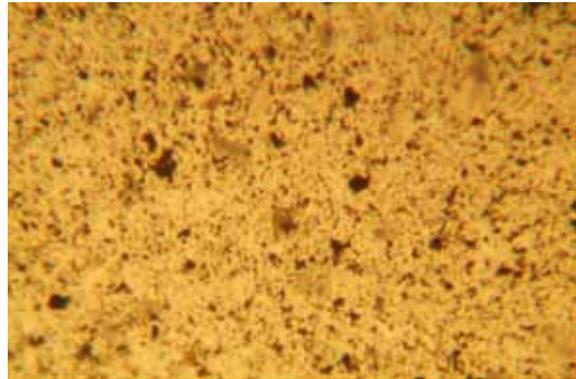


## Confronto PM10 nei vari luoghi





**membrana prima e dopo la cattura**



**foto al microscopio 300 x**

## **RISULTATI**

L'attività di monitoraggio è stata svolta a campione con strumenti Aerocent GT 331 e 531, la cattura degli inquinanti è stata eseguita con strumento EGO PLUS. TT - Zambelli su membrana con Ø 25 con metodo gravimetrico, identificati alcuni metalli.

Le analisi sono state effettuate da LARA laboratori analitici ( certificato allegato ).

Il campione per le polveri totali e metalli è stato prelevato presso la galleria di Barberini nelle ore pomeridiane di giorno feriale, 70% in Banchina, 30% scale-biglietteria, di durata di 6 ore 3lt/ min. per un totale di 1080 litri, **1034 litri compensati**.

**Nei grafici sopra sono riportate le concentrazioni di polveri sottili PM 10 - PTS e confrontate con quelle presenti fuori, si evidenziano alti valori delle polveri in prossimità delle banchine d'attesa, più bassi in prossimità delle biglietterie, nel treno per effetto dell'aria condizionata sono presenti concentrazioni che superano di poco la soglia d'attenzione e questo effetto è dovuto principalmente al fattore "apertura porte" che permette alle polveri di entrare nei vagoni.**

**Dal prelievo a Barberini come da certificato prodotto dal Dott. Angelina Procopio (Chimico) LARA Lab. risultano la presenza di metalli in particolare del Ferro e una concentrazione di polveri totali di 0,48 mg/m<sup>3</sup> ( **480 µg/m<sup>3</sup>** ).**

**In uno studio precedente del 2000 condotto dall'Università Tor Vergata nella "Valutazione dei rischi per i macchinisti" si evidenziava la stessa problematica di concentrazioni delle polveri in cabina conducente (Metro A Roma). Un documento del CAF ente per la manutenzione dei treni con un fax indirizzato al Comune di Roma e all'ATAC spa metteva in evidenza gli "Effetti sui treni anomala presenza di polvere in galleria".**

## **Considerazioni**

Sulla base dei dati rilevati e considerando il limitato periodo di valutazione è ragionevole affermare che sarebbe opportuno una indagine più approfondita, visto le **alte concentrazioni di polveri totali in banchina** si consiglia l'istallazione o potenziamento della ventilazione d'immissione **artificiale dell'aria introdotta nelle banchine e, l'istallazione o la manutenzione del filtraggio della stessa. La legislazione per la tutela della salute ( D.M. 2/4/2002 N° 60) prevede 50µg/m<sup>3</sup> di PM10 come valore limite di media giornaliera per le aree urbane.** Per la tutela della salute dei lavoratori non sono applicabili i parametri TLV/TWA. La legislazione non prevede un limite di esposizione professionale per polveri totali "generico" ma bensì per i singoli composti. L'ACGIH raccomanda una concentrazione per le polveri inalabili inferiore a 10 mg/m<sup>3</sup>.

## **Allegati**

**Certificato Dr. Angelina Procopio – Chimico LARA Laboratori**

**Parere Medico Specialistico Dr. Marco Vaccarino Pneumologo**

## **Bibliografia**

**Le sostanze pericolose – Giuliano Bressa – Masson**

**Medicina del Lavoro – Scansetti, Piolatto, Perrelli – Minerva Medica**

**Tossicologia Generale e Ambientale - P. Dolora – Piccin**

**Igiene Medicina Preventiva e Sanità Pubblica – Marinelli, Liguori, Montemarano, D'Amora – Piccin**

**Manuale di Igiene – F. Orecchio – Seam**

**Igiene Edilizia e Ambientale – Signorelli, D'Alessandro, Capolongo – SEU**

## **Siti Internet**

<http://www.arpalazio.it>

[www.iene.mediaset.it](http://www.iene.mediaset.it)

[www.06blog.it/post/1036/polveri-sottili-anche-in-metropolitana](http://www.06blog.it/post/1036/polveri-sottili-anche-in-metropolitana)

<http://fc.retecivica.milano.it/Rete%20Civica%20di%20Milano/ConferenzAmbiente/S06DCD47F-06DCD4E0?WasRead=1>

[www.savip.it/modules.php?name=News&op=pdf&sid=1156](http://www.savip.it/modules.php?name=News&op=pdf&sid=1156)

[http://archivistorico.corriere.it/2008/maggio/12/Metro\\_allarme\\_smog\\_Milano\\_peggio\\_co\\_7\\_08051\\_2011.shtml](http://archivistorico.corriere.it/2008/maggio/12/Metro_allarme_smog_Milano_peggio_co_7_08051_2011.shtml)

<http://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2007/01/26/roma-milano-polveri-sottili-record-anche-nella.html>

<http://www.ecoblog.it/post/2058/picco-di-pm10-in-metropolitana>

<http://www.romatoday.it/cronaca/sciopero-le-richieste-dell-orsa-maggiore-sicurezza-per-i-nostri-macchinisti.html>

<http://spqr.magazineroma.it/articolo/metro-a-la-caf-troppe-polveri-nelle-gallerie-aumentano-il-rischio>

<http://www.inail.it/cms/sicurezza/sullavoro/prodotti/ripanuccieco4-62002.pdf>

<http://www.02blog.it/post/2769/qualita-dellaria-in-metropolitana-le-iene-indagano>

[http://www.provincia.milano.it/ambiente/obiettivo/progetto\\_mappa\\_2008.pdf](http://www.provincia.milano.it/ambiente/obiettivo/progetto_mappa_2008.pdf)