



ISPRRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

2012
FORUM PA



con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

Ricerca e innovazione per la Governance Ambientale: Inquinamento atmosferico

Domenico Gaudioso

ISPRRA





L'inquinamento atmosferico in Italia e in Europa

- Le emissioni di inquinanti nel corso degli ultimi vent'anni in Europa e in Italia sono fortemente diminuite. La qualità dell'aria, seppur migliorata - il biossido di zolfo, l'ossido di carbonio, il benzene e il piombo non costituiscono attualmente un problema, se non a livello locale e in specifiche circostanze - continua ad essere un'emergenza per gli elevati livelli di alcuni inquinanti che si continuano a registrare in atmosfera e per la conseguente esposizione ad essi della popolazione.
- L'inquinamento atmosferico è riconosciuto come uno dei principali fattori di rischio ambientale per la salute umana. Durante i lavori della V Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute che ha coinvolto i Ministri della Salute e dell'Ambiente dei 53 Stati della Regione Europea dell'OMS, l'inquinamento atmosferico è stato indicato come tema prioritario (le emissioni di gas serra, il riscaldamento globale e l'impatto del cambiamento sono gli altri temi prioritari). Nel rapporto finale della Conferenza viene evidenziato che in molte aree europee l'aspettativa di vita è ridotta di un anno a causa dell'inquinamento atmosferico e che il 90% della popolazione che vive in aree urbane è esposta a livelli non sicuri di inquinamento atmosferico.
- L'emergenza riguarda dunque in particolar modo le grandi aree urbane, dove è massima l'antropizzazione del territorio, dove sono elevati i livelli di inquinanti e più elevata è l'esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici.
- Gli inquinanti che continuano ad essere un problema in Italia e in Europa, sono il particolato atmosferico, PM_{10} e $PM_{2.5}$, l'ozono, entrambi riconosciuti come i maggiori responsabili degli effetti sulla salute umana, e il biossido di azoto (NO_2).



ISPRRA

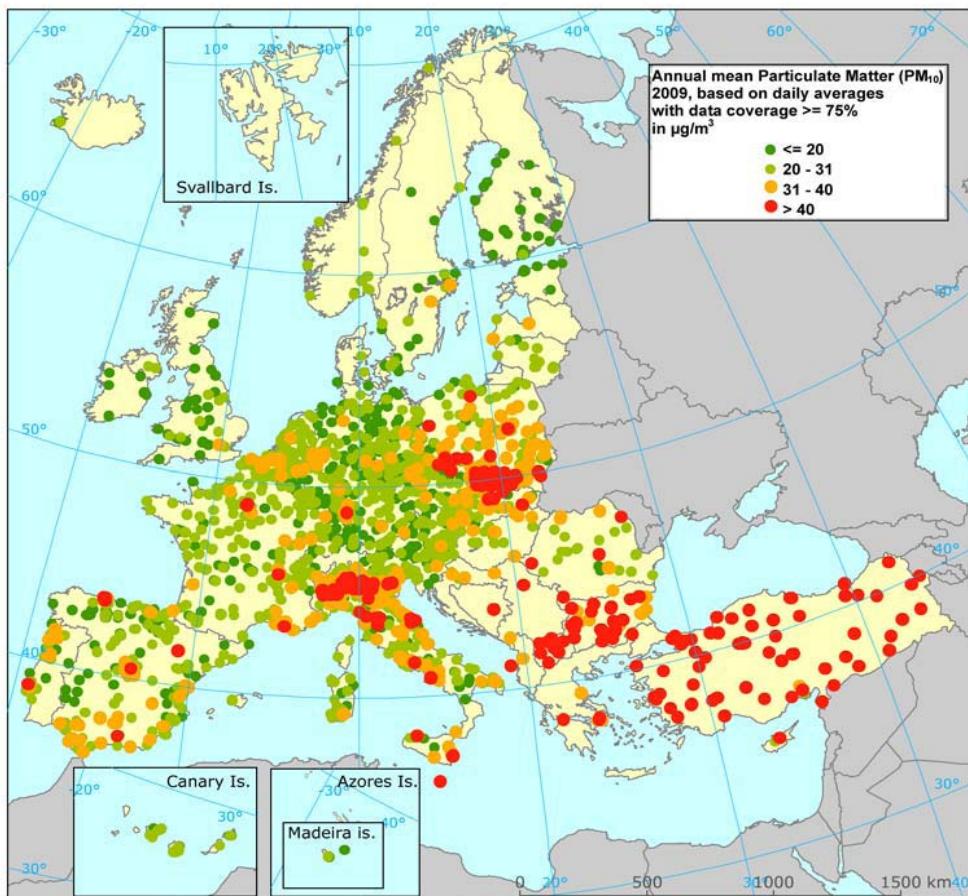
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

2012
FORUM PA



con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

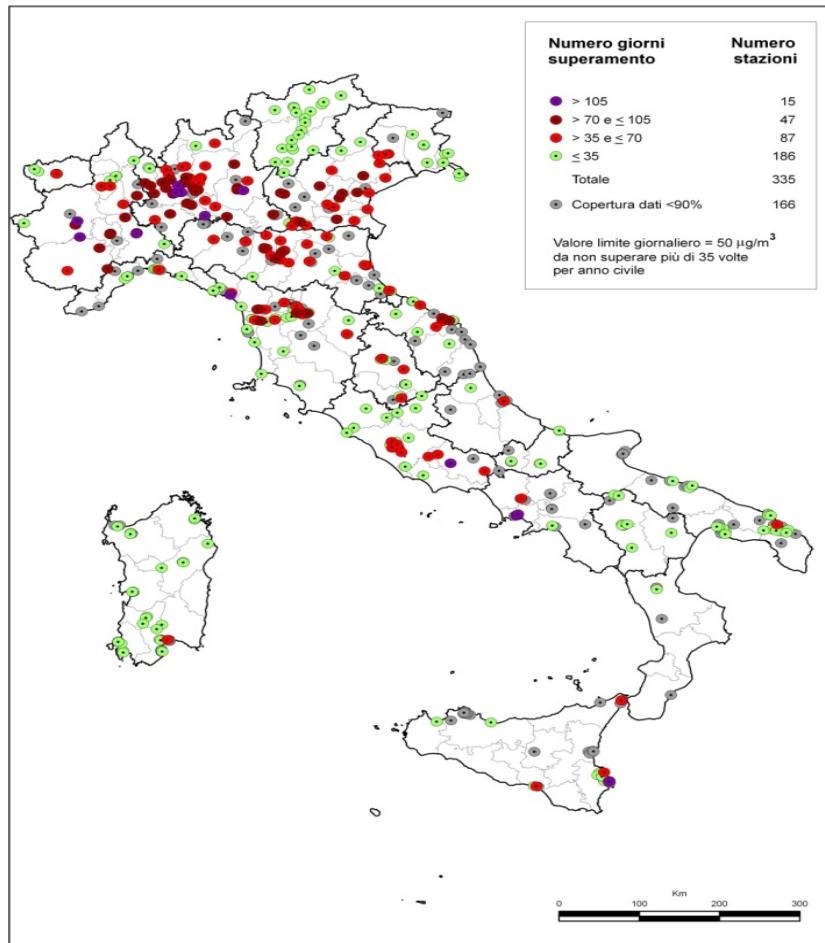
Concentrazioni annuali di PM₁₀ in Europa



Nel 2009, oltre
il 32% delle
stazioni
orientate al
traffico in
Europa ha
superato il
valore limite di
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



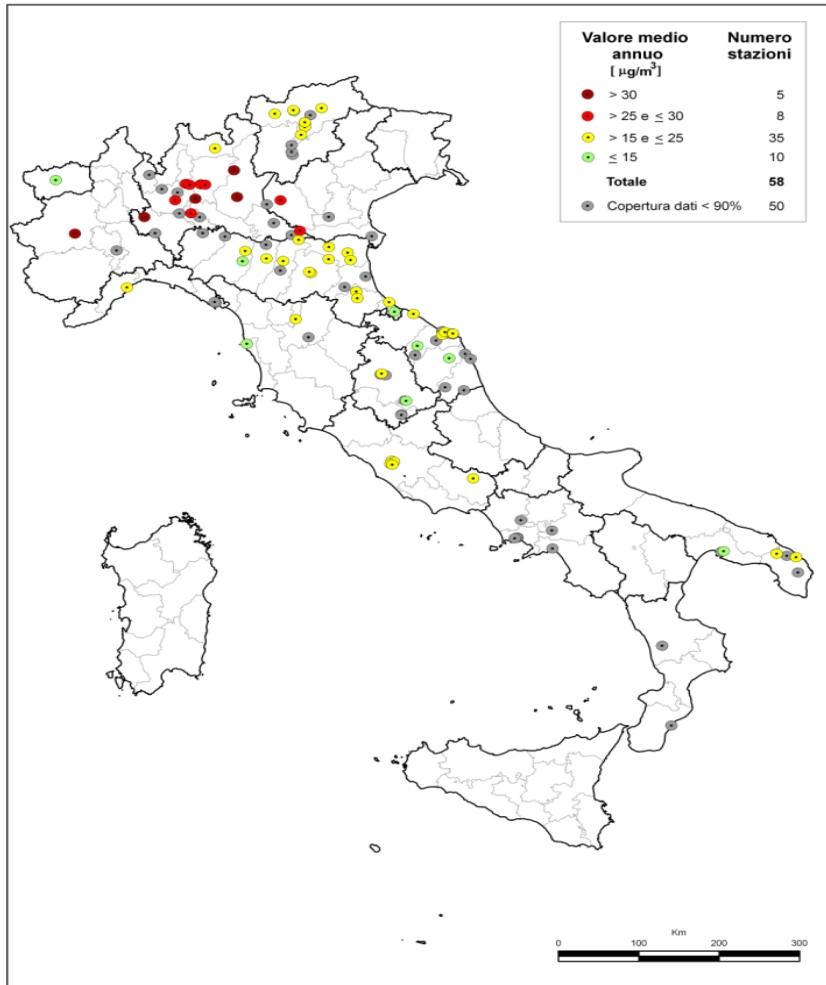
Concentrazioni di PM₁₀ in Italia



- Il termine PM₁₀ identifica le particelle con un diametro aerodinamico uguale o inferiore a 10 micron.
- Il PM₁₀ viene in parte emesso come tale dalle sorgenti direttamente in atmosfera (PM₁₀ primario) e in parte si forma nell'atmosfera attraverso reazioni chimiche tra altre specie di inquinanti (PM₁₀ secondario).
- Il PM₁₀ può avere una origine naturale (erosione del vento sulle rocce, eruzioni vulcaniche, la combustione del legno e delle foreste) e di origine antropica (combustione, ecc.). Tra le fonti antropiche, un ruolo importante è svolto dal trasporto su strada.
- Nel 2009, 501 stazioni di monitoraggio in tutte le regioni italiane hanno fornito i dati di PM₁₀ richiesti dalle direttive EU per il controllo dell'inquinamento.
- Tra le stazioni con una copertura temporale di dati di almeno il 90% temporale, 146 stazioni (44%) hanno superato il valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Concentrazioni di PM_{2,5} in Italia



- Il termine PM_{2,5} identifica particelle aventi un diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 micron.
- Questa frazione del particolato totale è anche nota come 'particolato fine', anziché 'particolato grossolano'.
- Rispetto alle particelle grossolane, le particelle fini sono in grado di penetrare in profondità nel sistema respiratorio umano.
- Nel 2009, 108 stazioni in 14 delle 20 regioni italiane hanno fornito i dati di PM_{2,5} richiesti dalla normativa UE per il controllo dell'inquinamento.
- In 13 stazioni (22% di stazioni con almeno il 90% di copertura temporale di dati), la concentrazione media annua ha superato il limite annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

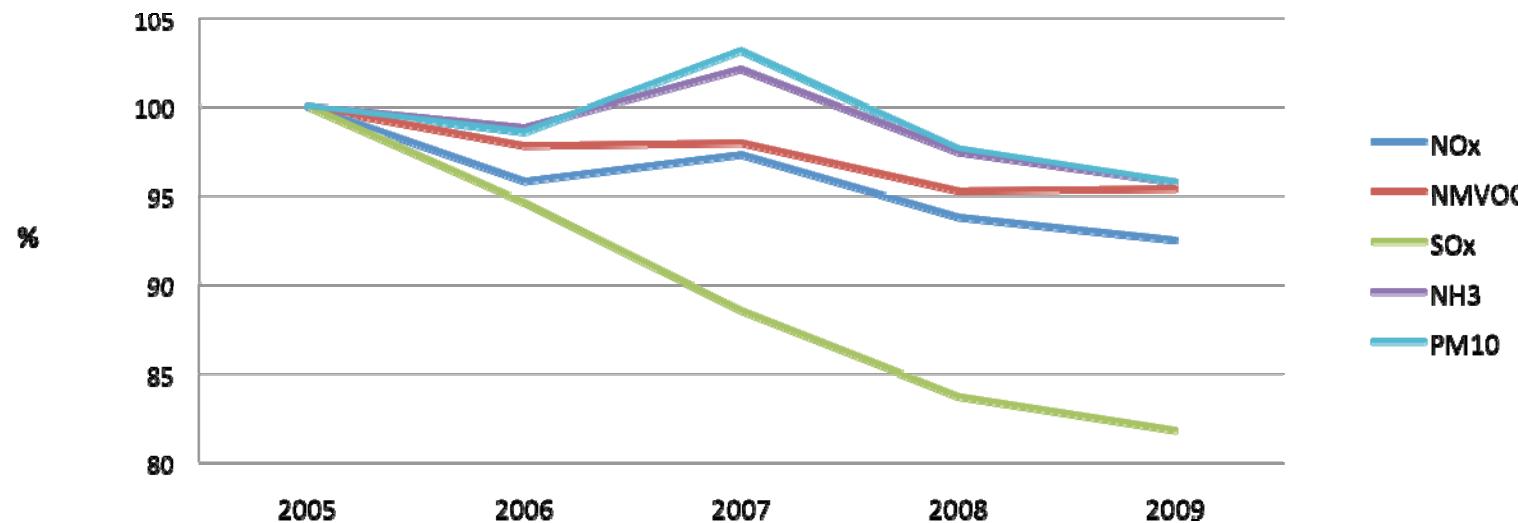


Il PM_{2,5}: che cos'è?

- Insieme delle particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale a 2,5 µm: frazione respirabile o fine del particolato.
- Date le ridotte dimensioni esse, una volta inalate, penetrano in profondità nel sistema respiratorio umano e, superando la barriera tracheo-bronchiale, raggiungono la zona alveolare.
- La concentrazione di massa del PM_{2,5} è dominata dalle particelle nel “modo di accumulazione” ovvero dalle particelle nell’intervallo dimensionale da circa 0,1 µm a circa 1 µm.
- Il particolato “secondario”, formato in atmosfera a partire da gas precursori o per fenomeni di aggregazione di particelle più piccole, o per condensazione di gas su particelle che fungono da coagulo, può rappresentare una quota rilevante della concentrazione di massa osservata.



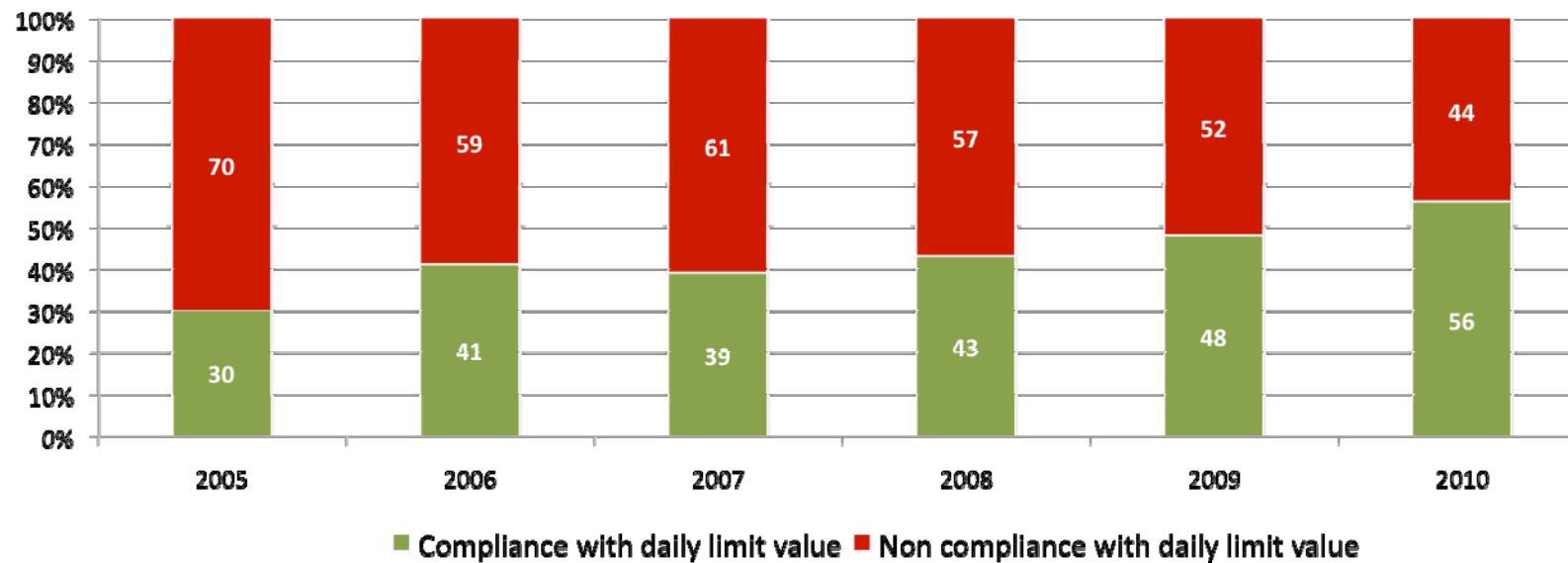
Andamento delle emissioni di PM₁₀ e dei suoi precursori



- Le emissioni di PM₁₀ e dei suoi precursori sono diminuite negli ultimi anni (la figura mostra il rapporto tra i livelli di emissione del 2009 e quelli del 2005)
- In particolare, le emissioni di PM₁₀ sono diminuite del 25% rispetto ai livelli del 1990



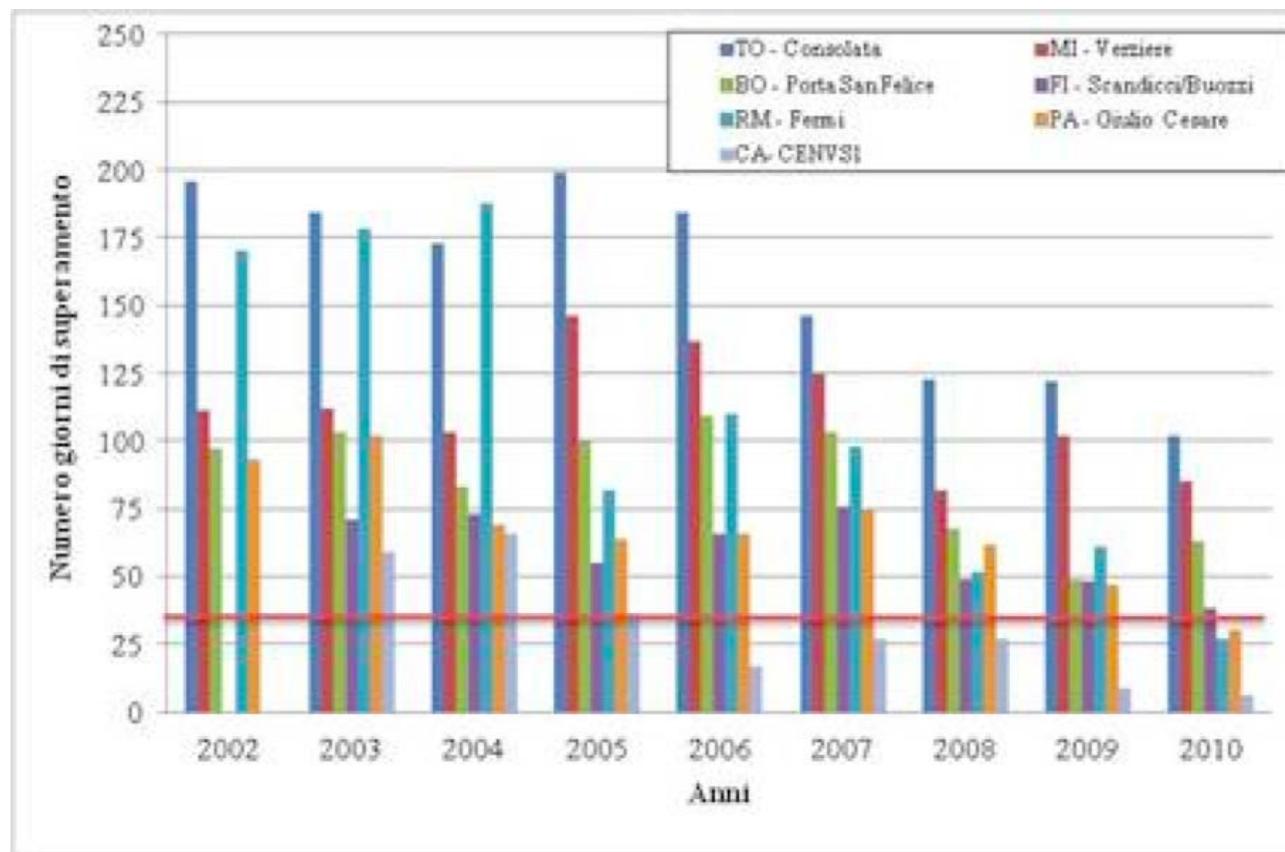
Andamento del numero dei superamenti del valore limite giornaliero



- In Italia, sebbene la riduzione di emissioni di PM₁₀ negli ultimi decenni sia stata notevole, le tendenze dei livelli di concentrazione medi giornalieri e annuali mostrano un calo più contenuto.
- Negli ultimi anni, tuttavia, il numero di stazioni in cui sia il valore limite giornaliero (50 µg/m³) sia quello annuale (40 µg/m³) non vengono superati è aumentata

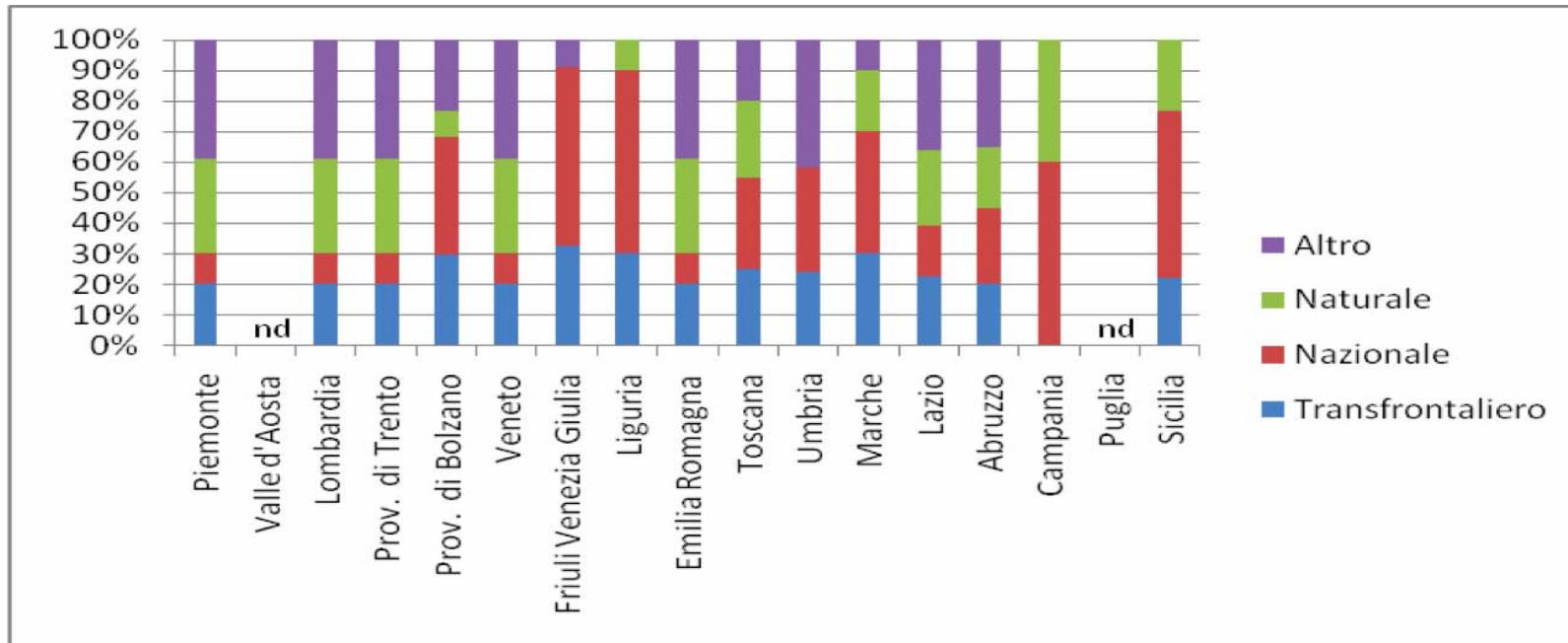


Andamento del numero dei superamenti in alcune stazioni di monitoraggio





Altri contributi alle concentrazioni di PM₁₀



- Le concentrazioni di PM₁₀ non sono solo causate dalle emissioni provenienti dalle attività umane, ma sono determinate anche da contributi da fonti naturali (vulcani, polveri sahariane, spruzzi del mare) e dal trasporto transfrontaliero degli inquinanti.
- Le concentrazioni di PM₁₀ nelle regioni meridionali sono fortemente influenzate dalle emissioni naturali (sabbie sahariane ed eruzioni vulcaniche), mentre nelle regioni settentrionali il contributo trans-frontaliero non è trascurabile.



ISPRRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

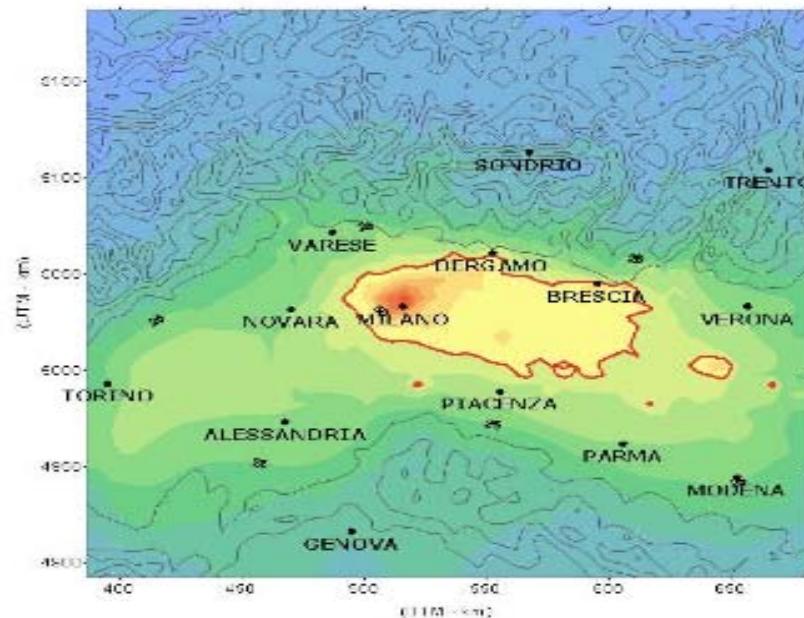
2012
FORUM PA



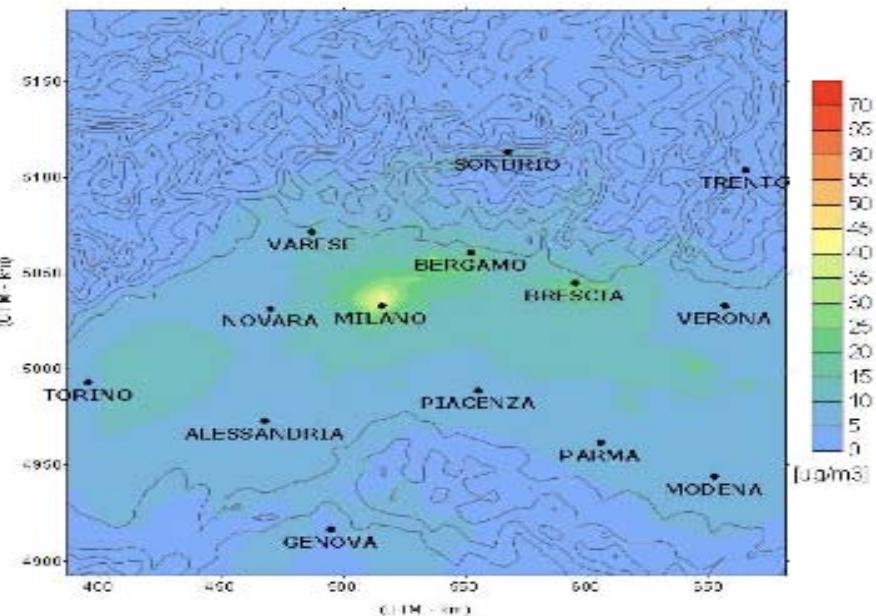
con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

Il ruolo del PM₁₀ primario e secondario

Concentrazione media annuale di PM₁₀



Concentrazione media annuale di PM₁₀ primario



- Attualmente nelle zone di fondo urbano la componente secondaria del PM₁₀ raggiunge e supera il 50%.
- Nelle zone rurali la componente secondaria del PM₁₀ può arrivare all'80-90%.



Cause della formazione del PM₁₀ secondario

La formazione del PM₁₀ secondario dipende da:

- emissioni di precursori: ossidi di azoto (NOx), composti organici volatili (COV), ossidi di zolfo (SO₂), ammoniaca (NH₃);
 - attività fotochimica;
 - condizioni di stabilità atmosferica
-
- Queste condizioni si verificano contemporaneamente nella tarda mattinata nella maggior parte delle aree urbane italiane**
 - Ciò significa che l'Italia deve fare uno sforzo maggiore per conformarsi alle norme di qualità dell'aria, rispetto agli Stati membri del nord dove prevalgono condizioni di instabilità atmosferica o di neutralità



ISPR

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

Principali innovazioni introdotte dalla direttiva 2008/50/CE

La nuova direttiva europea sulla qualità dell'aria si caratterizza per:

- 1)una maggiore sensibilità nei riguardi degli impatti di carattere sanitario: attenzione all'esposizione della popolazione al PM_{2,5} ed ai seri problemi sanitari ad esso connessi;
- 2)la possibilità per gli Stati membri di sottrarre dai superamenti di PM₁₀ quelli legati ai contributi di origine naturale e non antropogenica;
- 3)una nuova apertura all'utilizzo di tecniche di modellizzazione e/o metodologie di analisi indicative per la valutazione della qualità dell'aria (introduzione all'uso dei modelli matematici, dei sensori a stato solido, delle misure da satellite..);
- 4) maggiore chiarezza e tempestività nelle informazioni al pubblico



ISPR

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

Il recepimento della direttiva nella legislazione italiana

Il decreto legislativo 155 del 13 agosto 2010 (G.U. n.216, 15 settembre 2010 - Suppl. Ordinario n.217) recepisce la direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE

Normativa abrogata e sostituita:

comunitaria

Direttiva 96/62

Direttiva 1999/30

Direttiva 2000/69

Direttiva 2000/3

Decisione 97/101

nazionale

D.Lgs. 351/1999

D.M. 60/2002

D.M. 261/2002

D.Lgs. 183/2004

D.Lgs. 152/2007



Finalità del D. Lgs. 155 (art.1, comma 1):

1. Definire obiettivi di qualità dell'aria ambiente volta ad evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
 2. valutare la qualità dell'aria sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
 3. ottenere informazioni sulla qualità dell'aria come base per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
 4. mantenere la qualità dell'aria laddove buona e migliorare negli altri casi;
 5. garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria;
 6. realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico:
- ✓ Conferma tutti i precedenti valori di concentrazione degli inquinanti
 - ✓ Conferma regioni/provincie autonome come autorità competenti in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria
 - ✓ Istituisce un coordinamento tra ministero, regioni e altre autorità competenti in materia di aria ambiente al fine di garantire un'attuazione coordinata e omogenea delle norme e prevenire situazione di inadempienza (art. 20)



La valutazione della qualità dell'aria per il PM_{2,5} e i nuovi limiti

- Con il nuovo ordinamento occorrerà valutare i livelli di PM_{2,5} nelle diverse zone in cui è suddiviso il territorio e verificare il rispetto di un valore limite, che è stato fissato a **25 µg/m³** e che dovrà essere raggiunto **entro il 1 gennaio 2015**.
- All'entrata in vigore del decreto **è ammesso un margine di tolleranza di 5 µg/m³** che anno dopo anno sarà proporzionalmente ridotto a zero.
- In una seconda fase è previsto il raggiungimento (entro il 1 gennaio 2020) e il rispetto di un valore limite più stringente (**20 µg/m³**), previa verifica nel 2013, da parte della Commissione Europea dell'opportunità di mantenere o rivedere tali limiti, alla luce dell'evolversi delle conoscenze scientifiche e dell'esperienza fatta dai singoli stati membri.



Indicatore di esposizione media e obbligo di concentrazione dell'esposizione

- duplice funzione: stimare lo stato attuale dell'esposizione media della popolazione di ciascuno stato membro e al contempo rappresentare la base per monitorare i progressi degli stessi nella riduzione nel tempo dei livelli, in modo progressivo e coerente nel paese.
- dovrà essere individuato un set di stazioni di fondo urbano tra quelle collocate negli agglomerati e nelle aree urbane con più 100.000 abitanti
- L'IEM per il 2010 è calcolato dalla media delle medie annuali rilevate nel set di stazioni individuato nel triennio 2009 - 2011.
- Sulla base di tale livello "nazionale" sono previsti obiettivi di riduzione percentuali da realizzare entro il 2020 fermo restando che in ogni caso, entro il 2015 l'IEM dovrà essere inferiore a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e che l'obiettivo minimo per il 2020 è quello di raggiungere $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, qualora l'IEM al 2010 fosse stato uguale o superiore a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **2010:**

- $[\text{PM}_{2,5}] \leq 8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ → 0%
- $8,5 < [\text{PM}_{2,5}] < 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ → 10%
- $13 \leq [\text{PM}_{2,5}] < 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ → 15%
- $18 \leq [\text{PM}_{2,5}] < 22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ → 20%
- $[\text{PM}_{2,5}] \geq 22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ → **Raggiungere $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

- **Obiettivo di riduzione 2020**



Contributo da fonti naturali (art. 2)

E' l'emissione di sostanze inquinanti non causata in modo diretto o indiretto da attività umane, come le eruzioni vulcaniche, le attività sismiche, le attività geotermiche, gli incendi spontanei, tempeste di vento, aerosol marini, emissioni biogeniche, trasporto e risospensione in atmosfera di particelle naturali dalle regioni secche

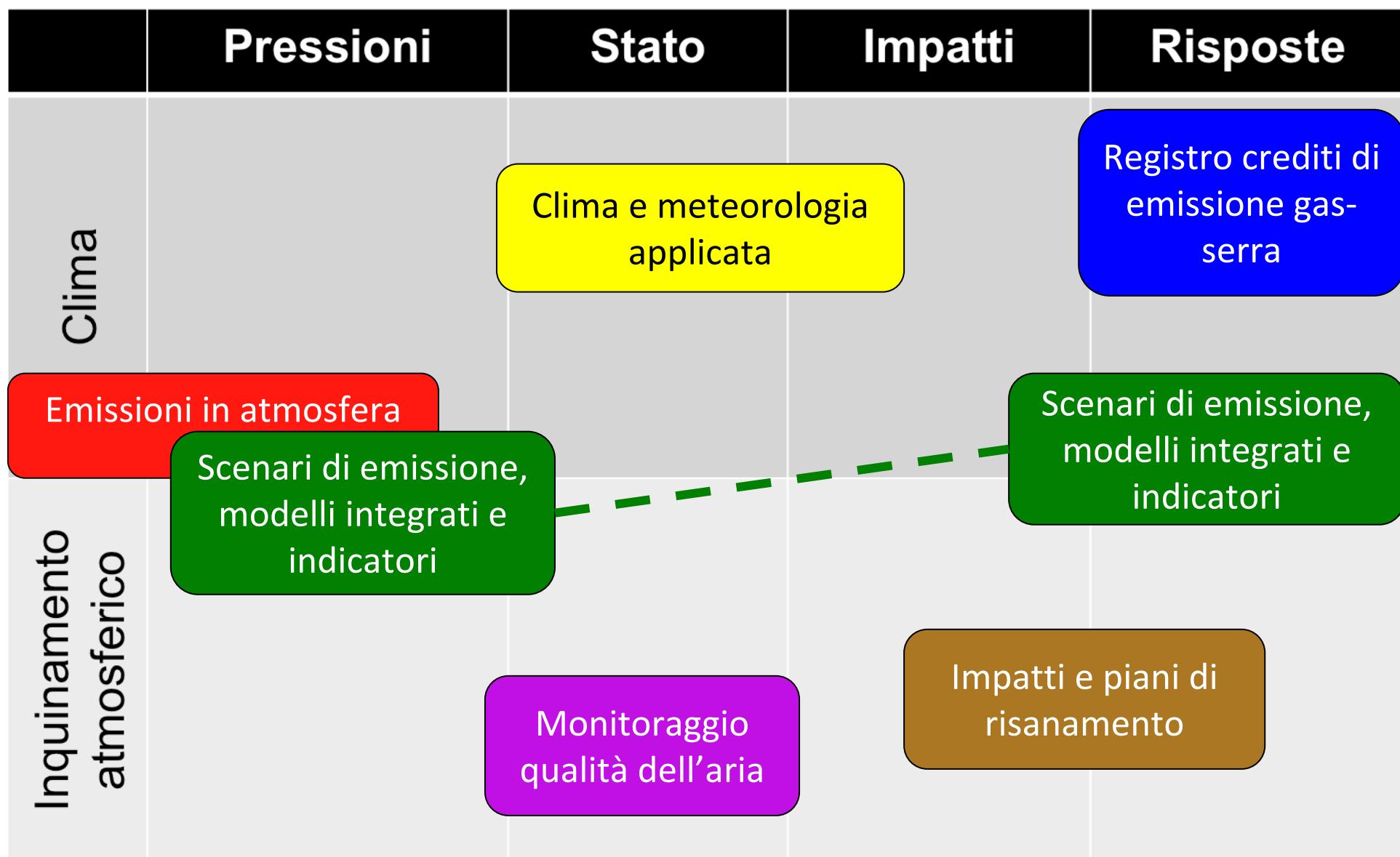
- l'art. 15 prevede che laddove ci sia un evento naturale che contribuisce a determinare il superamento dei valori limite e dei livelli critici di un determinato inquinante e laddove questo sia dimostrato e valutato con adeguata accuratezza, è consentito sottrarre questo contributo e non considerarlo ai fini della conformità con i parametri normativi
- nell'area del Mediterraneo, il trasporto in atmosfera di particelle naturali da zone aride (Sahara) è uno degli eventi naturali con il maggior impatto sull'inquinamento atmosferico, in particolare sui livelli di PM₁₀
- è diventato urgente approfittare dell'opportunità offerta dall'art.15 per sottrarre dai superamenti di PM₁₀ misurati quelli influenzati in modo significativo dal trasporto di sabbie sahariane



Il ruolo dell'ISPRA nell'attuazione della direttiva 2008/50/CE

Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, ISPRA è responsabile della gestione dei flussi di dati di qualità dell'aria a livello nazionale, è responsabile del monitoraggio delle pressioni sull'ambiente atmosferico esercitate dalle emissioni nazionali di inquinanti atmosferici e fornisce supporto tecnico-scientifico al Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientali per l'attuazione degli impegni internazionali e della normativa comunitaria relativi alla qualità dell'aria. ISPRA:

- ✓ gestisce i flussi di dati sulla qualità dell'aria
- ✓ fornisce supporto al MATTM nella valutazione di piani e programmi di risanamento della qualità dell'aria
- ✓ gestisce l'inventario nazionale e le proiezioni delle emissioni in atmosfera e fornisce supporto per la preparazione degli inventari locali
- ✓ fornisce supporto al MATTM per la predisposizione delle richieste di proroga e deroga per PM₁₀ e NO₂
- ✓ valuta gli effetti dell'inquinamento sugli ecosistemi e sui materiali (superamento dei carichi critici)





ISPRRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

Il contributo della ricerca per il raggiungimento degli obiettivi di risanamento

I fenomeni relativi alla formazione e trasporto del PM₁₀ sono ancora oggetto di particolare interesse a livello scientifico in ambito internazionale, e così pure gli effetti degli inquinanti sulla salute, sugli ecosistemi e sui materiali. Per la caratterizzazione dei fenomeni di inquinamento atmosferico sul territorio nazionale, è prioritario approfondire i seguenti temi:

- ✓ meccanismi di formazione del particolato secondario
- ✓ origine degli inquinanti primari e secondari
- ✓ speciazione chimica del particolato atmosferico
- ✓ valutazione dei contributi naturali



Principali linee di ricerca in ISPR

- Analisi critica e sviluppo di indici sintetici per la valutazione dello stato della qualità dell'aria
 - (Di Menno et al, 2008)
- Analisi dei trend delle concentrazioni di inquinanti aerodispersi in Italia
 - (Cattani et al 2010; Cattani et al. 2012)
- Studio del fattore di infiltrazione del materiale particolato fine e ultrafine
 - (Hanninen et al, 2010; Di Menno 2011)
- Valutazione della variabilità spaziale dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane
 - (Soggiu et al 2011; Cesaroni et al 2011)
- Valutazione degli aspetti scientifici relativi all'inquinamento atmosferico generato dal traffico aeroportuale attraverso un sistema integrato di misure e di modelli di dispersione degli inquinanti
 - Progetto CCM Impatto dell'inquinamento ambientale prodotto dagli aeroporti sulla salute dei residenti in corso
- Valutazione a livello locale dell'impatto ambientale delle particelle ultrafini
 - (Belleudi et al, 2010)
 - Progetto CCM - Metodi per la valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario (VIIAS) dell'inquinamento atmosferico



ISPR

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare

Principali linee di ricerca in ISPR (2)

- In collaborazione con ISCR studio dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sui principali beni culturali esposti all'aperto al fine di una efficace programmazione di interventi di manutenzione preventiva :
 - Calcolo del rischio territoriale e del rischio individuale per i beni di interesse storico-artistico di Torino
P. Bonanni, R. Gaddi, C. Cacace, A. Giovagnoli
 - Valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico sui beni culturali lapidei di Roma
P. Bonanni, C. Cacace, G. Cattani, M. Cusano, A. De Santis, A. Di Menno di Bucchianico, R. Gaddi, A. Giovagnoli
 - Inquinamento atmosferico e beni culturali di Roma: studio dei fenomeni di corrosione dei metalli e dei materiali lapidei
R. Gaddi, M. Cusano, P. Bonanni, C. Cacace, A. Giovagnoli