

RELAZIONE DI SINTESI PROGETTO VIIAS

UO 6 - Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma

Responsabile Prof. Fausto Manes

La qualità dell'aria è importante per definire lo stato dell'ambiente e in particolare, nelle aree urbane le concentrazioni di inquinanti spesso superano i livelli consentiti con una più elevata percentuale di popolazione esposta rispetto alle aree rurali. L'inquinamento da ozono troposferico (O_3), e da particolato (PM_{10}) è attualmente oggetto di grande attenzione nella maggior parte delle città europee, soprattutto per quelle situate nel bacino del Mediterraneo, dove le condizioni climatiche durante il periodo estivo favoriscono in particolare la formazione di O_3 , inquinante gassoso secondario di origine fotochimica. Gli studi epidemiologici continuano ad associare questi inquinanti ad un aumento della morbilità e della mortalità dell'uomo conseguente a patologie cardiovascolari e respiratorie (Martuzzi et al. 2006; WHO 2008; Mannocci et al. 2014); sono inoltre noti gli importanti effetti negativi causati dall' O_3 sulla vegetazione e sugli ecosistemi (Manes et al. 2007; Mills et al. 2011). Risulta pertanto necessario identificare politiche ambientali che, oltre a misure tradizionali di gestione della qualità dell'aria come ad esempio la riduzione del traffico e il controllo delle emissioni, possano contribuire a ridurre le concentrazioni atmosferiche di questi inquinanti. A tale proposito, lo studio dell'interazione tra vegetazione e O_3 risulta di particolare interesse, non solo per la quantificazione degli effetti fitotossici che tale inquinante può avere sulla vegetazione naturale e coltivata, ma anche perché sempre più studi scientifici stanno evidenziando come la vegetazione possa giocare un ruolo significativo nella riduzione dei livelli di inquinanti atmosferici. In numerose aree urbane del mondo, come Washington DC, New York, Baltimora, Atlanta e Chicago negli USA (Nowak et al. 2000; Nowak et al. 2006; Yang et al. 2008; Morani et al. 2011), Pechino (Yang et al. 2005), Santiago del Cile (Escobedo e Nowak 2009), Londra (Tiwarly et

al. 2009), Toronto (Millward e Sabir 2011), Barcellona (Barò et al. 2014), e Roma (Manes et al. 2012a), è stato riconosciuto che l'assorbimento di inquinanti gassosi e adsorbimento di quelli particolati da parte degli alberi urbani può rappresentare una componente importante nelle strategie di riduzione dell'inquinamento atmosferico. Il miglioramento della qualità dell'aria da parte delle cosiddette "foreste urbane" costituisce infatti un importante Servizio Ecosistemico (Escobedo et al. 2011; MA 2005), ossia un beneficio specifico e misurabile per gli esseri umani prodotto dagli ecosistemi. E' noto come i Servizi Ecosistemici siano influenzati dalla relazione tra i processi di funzionamento degli ecosistemi, la loro stabilità e la biodiversità (Balvanera et al. 2006; Costanza et al. 2007; Gamfeldt et al. 2008). In tale contesto, nell'ambito del Progetto VIIAS è stato quantificato l'effetto del verde urbano sulla rimozione di O₃ e PM₁₀ nella città di Roma. In particolare, attraverso l'applicazione di modelli e analisi spaziali (Manes et al. 2012a, b; Manes et al. 2014), è stata stimata la quantità di O₃ e PM₁₀ rimossa da tre gruppi funzionali (latifoglie sempreverdi, latifoglie decidue e conifere) nel corso dell'anno 2005. Tali stime sono state inoltre confrontate con quelle effettuate in precedenza per due anni con differenti condizioni climatiche: l'anno 2003, caratterizzato da un periodo prolungato di intensa aridità, e il 2004, considerato più rappresentativo delle condizioni tipiche dell'area metropolitana romana (Manes et al. 2012a; Manes et al. 2014; Manes e Salvatori 2014). I risultati hanno mostrato come la maggior parte della rimozione di inquinanti da parte degli alberi urbani avvenga nella porzione meridionale dell'area metropolitana romana, dove sono localizzate le foreste urbane (Castel Fusano) e periurbane (Castelporziano) di maggiore estensione, e dove la diversità vegetale è maggiore (Manes et al. 1997) (Fig. 1). Tuttavia, è emerso come anche i parchi urbani, quali le ville storiche come ad esempio Villa Ada, svolgano un ruolo importante migliorando la qualità dell'aria nelle zone più centrali (Silli et al. 2015). Inoltre, lo studio ha evidenziato come le differenze funzionali tra i tre gruppi considerati, come ad esempio durata della stagione vegetativa e strategia di risposta allo stress idrico, assieme alla loro

distribuzione spaziale nella città, siano in grado di stabilizzare il Servizio Ecosistemico di miglioramento della qualità dell'aria in condizioni climatiche differenti, nonostante le fluttuazioni stagionali nell'assorbimento da parte dei singoli gruppi funzionali. L'assorbimento totale di O₃ nell'anno 2005 da parte del verde urbano presente nell'Area Metropolitana Romana è risultato pari a 2761 t (0.018 t/ha), mentre quello di PM₁₀ a 11304.5 t (0.023 t/ha).

Legenda

classificazione_comune

- 1 - Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)
- 2 - Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)
- 3 - Boschi di conifere
- 4 - Boschi a prevalenza di castagno
- 5 - Bosco a prevalenza di faggio
- 6 - Macchia alta
- 7 - Seminativi e incolti
- 8 - Aree urbane e industriali
- 9 - Acque continentali

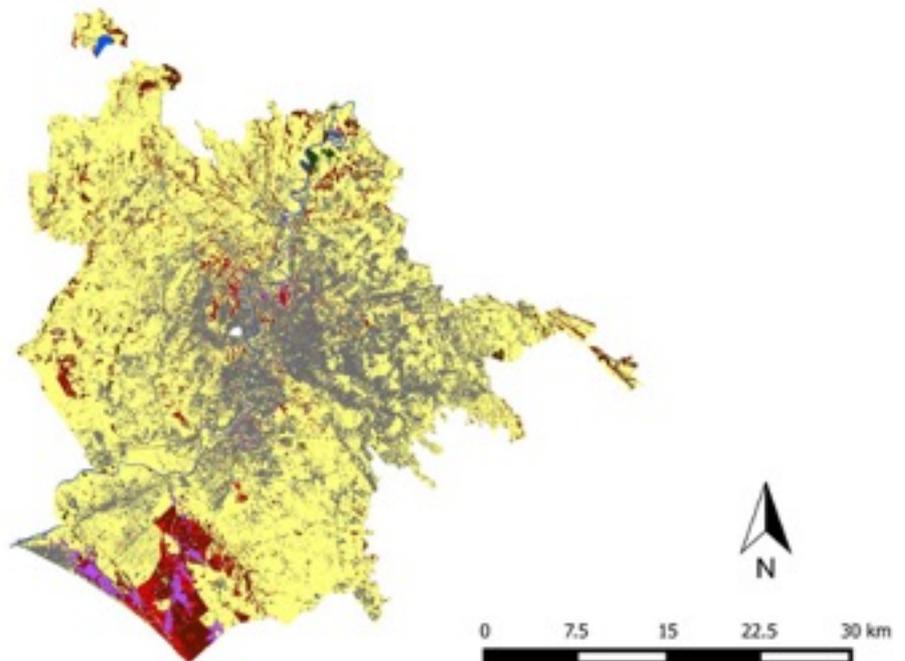


Fig. 1. Carta di uso del suolo del Comune di Roma, derivata dalla classificazione “supervised” dell’immagine Landsat del 23-08-2011.

Infine, è stato quantificato il valore economico del Servizio Ecosistemico svolto dal verde urbano. In base ai costi unitari delle esternalità (6752 \$/ton, Nowak et al. 2006), e alla mortalità associata all’O₃, è stato stimato che il Servizio Ecosistemico di rimozione dell’O₃ fornito dalla foresta urbana di Roma può essere valutato come rispettivamente pari a circa 2 e 3 milioni \$/anno (Manes et al.

2012a). Per quanto riguarda il PM₁₀, invece, attribuendo alla vegetazione urbana di Roma un abbattimento medio del 10% (stima conservativa) e considerando solo la conseguente riduzione della mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie (pari a 1.8% per la città di Roma, Martuzzi et al. 2006), è possibile stimare che grazie alla vegetazione (che copre circa il 20% dell'area urbana) vi sia una riduzione della mortalità attribuibile al PM pari a circa 36 morti/anno. Poiché il valore statistico di una vita umana è stimato pari a 1 milione \$ (Blomquist 2004), il Servizio Ecosistemico di rimozione del PM₁₀ fornito dalle foreste urbane e periurbane di Roma può pertanto essere valutato pari a circa 36 milioni \$/anno (Manes et al. 2014; Silli et al. 2015). Si tratta, tuttavia, di valori lordi, ai quali vanno sottratti i costi di gestione del verde (es. potatura, manutenzione, irrigazione).

In conclusione, lo studio ha evidenziato l'importanza dell'azione sinergica delle tre tipologie vegetazionali nella funzione di rimozione degli inquinanti atmosferici, e in particolare dell'O₃, inquinante fotochimico caratteristico dei periodi primaverili ed estivi. Questa funzione di rimozione degli inquinanti atmosferici si inserisce nel contesto delle strategie europee al 2020 sulla conservazione delle biodiversità anche in ambiente urbano, e sul ruolo che le Infrastrutture Verdi assumono nelle politiche di miglioramento della qualità dell'aria nelle aree metropolitane, al fine di aumentare la fornitura di Servizi Ecosistemici per il benessere umano e la qualità della vita, in un contesto di cambiamento climatico. Infatti, è importante sottolineare come cambiamenti climatici nel Bacino del Mediterraneo, già caratterizzato da un periodo di aridità estivo, potranno influenzare le dinamiche funzionali della vegetazione urbana, modificando la capacità di mitigazione dell'inquinamento atmosferico.

Bibliografia

(* indica i prodotti della presente ricerca)

- Balvanera P., Pfisterer A.B., Buchmann N., He J.-S., Nakashizuka T., Raffaelli D., Schmid B., 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9:1146–1156.
- Baró F., Chaparro L., Gómez-Baggethun E., Langemeyer J., Nowak D.J., Terradas J., 2014. Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies. The case of urban forests in Barcelona, Spain. *Ambio* 43: 466–479.
- Blomquist, G.C. 2004. Self protection and averting behavior, values of statistical lives, and benefit cost analysis of environmental policy. *Review of Economics of the Household* 2: 89–110.
- Costanza R., Fisher B., Mulder K., Liu S., Christopher T., 2007. Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecological Economics* 61:478–491.
- Escobedo F.J., Kroeger T., Wager J.E., 2011. Urban forest and pollution mitigation. Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution* 159: 2078-2087.
- Escobedo F.J., Nowak D.J., 2009. Spatial heterogeneity and air pollution removal by an urban forest. *Landscape and Urban Planning* 90: 102–110.
- Gamfeldt L., Hillebrand H., Jonsson P.R., 2008. Multiple functions increase the importance of biodiversity for overall ecosystem functioning. *Ecology* 89:1223–1231.
- MA - Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute, Washington, DC, USA.
- *Manes F., Blasi C., Salvatori E., Capotorti G., Galante G., Feoli E., Incerti G., 2012b. Natural vegetation and ecosystem services related to air quality Improvement: tropospheric ozone removal by evergreen and deciduous forests in Latium (Italy). *Annali di Botanica* 2, 79-86.
- Manes F., Grignetti A., Tinelli A., Lenz R., Ciccioli P., 1997. General features of the Castelporziano test site. *Atmospheric Environment* 31: 19-25.
- Manes F., Incerti G., Salvatori E., Vitale M., Ricotta C., Costanza R., 2012a. Urban ecosystem services: tree diversity and stability of tropospheric ozone removal. *Ecological Applications* 22(1): 349-360.
- *Manes F., Salvatori E., 2014. Ecosystem Services of urban trees: The case of Rome. *Agrochimica* 58(3): 223-233.
- *Manes F., Silli V., Salvatori E., Incerti G., Galante G., Fusaro L., Perrino C., 2014. Urban Ecosystem Services: tree diversity and stability of PM₁₀ removal in the Metropolitan Area of Rome. *Annali di Botanica* 4, 73-80.
- Manes F., Vitale M., Fabi A.M., De Santis F., Zona D., 2007. Estimates of potential ozone stomatal uptake in mature trees of *Quercus ilex* in a Mediterranean climate. *Environmental and Experimental Botany* 59: 235–241.

- Mannocci A., Salvatori E., Saulle R., Incerti G., Boccia A., Manes F., La Torre G., 2014. Rischi per la salute da inquinamento urbano nei sistemi urbani europei: approfondimento sui risultati dello studio multicentrico HEREPLUS nella città di Roma. *Igiene e Sanità Pubblica* 70: 463-472
- Martuzzi M., Mitis F., Iavarone I., Serinelli M., 2006. Health impact of PM₁₀ and ozone in 13 Italian cities. *World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark*.
- Mills G., Hayes F., Simpson D., Emberson L., Norris D., Harmens H., Büker P., 2011. Evidence of widespread effects of ozone on crops and (semi-)natural vegetation in Europe (1990–2006) in relation to AOT40- and flux-based risk maps. *Global Change Biology* 17: 592–613.
- Millward A.A., Sabir S., 2011. Benefits of a forested urban park: What is the value of Allan Gardens to the city of Toronto, Canada? *Landscape and Urban Planning* 100(3): 177-188.
- Morani A., Nowak D.J., Hirabayashi S., Calfapietra C., 2011. How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative. *Environmental Pollution* 159: 1040-1047.
- Nowak D.J., Civerolo K.L., Rao S.T., Sistla G., Luley C.J., Crane D.E., 2000. A modeling study of the impact of urban trees on ozone. *Atmospheric Environment* 34: 1610–1613.
- Nowak D.J., Crane D.E., Stevens J.C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4: 115–123.
- *Silli V., Salvatori E., Manes F., 2015. Removal of airborne particulate matter by vegetation in an urban park in the city of Rome (Italy): an ecosystem services perspective. *Annali di Botanica* 5, 53-62.
- Tiwary A., Sinnott D., Peachey C., Chalabi Z., Vardoulakis S., Fletcher T., Leonardi G., Grundy C., Azapagic A., Hutchings T.R., 2009. An integrated tool to assess the role of new planting in PM₁₀ capture and the human health benefits: A case study in London. *Environmental Pollution* 157: 2645–2653.
- WHO - World Health Organization, 2008. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution. Derwent, D.; Forsberg, B.; Amann, M. World Health Organization, Regional Office Europe. ISBN: 9289042907 Print ISBN: 9289042893.
- Yang J., McBride J., Zhou J., Sun Z., 2005. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry and Urban Greening* 3: 65–78.
- Yang J., Yu Q., Gong P., 2008. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42: 7266–7273.