

Più alberi per un'aria più sana

Un'analisi globale del ruolo degli alberi urbani nell'affrontare
l'inquinamento da particolato e il caldo estremo.

Executive summary

The Nature
Conservancy 

In collaborazione con

C40
CITIES
OPPORTUNITIES



Entro il 2050

la stragrande maggioranza dell'umanità vivrà
in città, paesi e altre aree urbane.



Più alberi per un'aria più sana

Il XXI secolo sarà il “secolo urbano”, con l'arrivo nelle città di tutto il mondo di oltre due miliardi di persone in più. Questa rapida urbanizzazione non ha precedenti nella storia dell'uomo e si prevede che entro il 2050 la stragrande maggioranza dell'umanità vivrà in città, paesi e altre aree urbane. Eppure, in quest'epoca del “trionfo della città”, le aree urbane di tutto il mondo devono anche far fronte a una serie di sfide importanti, come dover fornire lavoro e servizi di pubblica utilità a sempre più cittadini, proteggere gli abitanti dal crimine e dalla violenza e salvaguardare il patrimonio ambientale urbano. Una delle sfide più pressanti poste dall'ambiente urbano a livello globale è la qualità dell'aria. Nella maggior parte delle città, l'inquinante atmosferico più dannoso è il particolato, derivante da varie fonti e soprattutto dalla combustione di residui agricoli, legna da ardere e combustibili fossili. Il particolato fine (con diametro inferiore a 2,5 micron o μg , noto anche come $\text{PM}_{2,5}$) può essere inalato in profondità nei polmoni e, secondo le stime, causa 3,2 milioni di decessi l'anno (circa il 4% di tutte le affezioni) (Figura E1), dovuti soprattutto a malattie cerebrovascolari (ad es. ictus) e cardiopatia ischemica (ad es. attacco cardiaco). L'esposizione al $\text{PM}_{2,5}$ contribuisce anche a malattie respiratorie croniche e acute, tra cui l'asma. Il problema potrebbe anche aggravarsi: uno studio prevede che, entro il 2050, il particolato fine potrebbe uccidere 6,2 milioni di persone l'anno. Le città e i governi nazionali, ben consapevoli della minaccia rappresentata dal $\text{PM}_{2,5}$, sono all'urgente ricerca di modi per ridurlo.

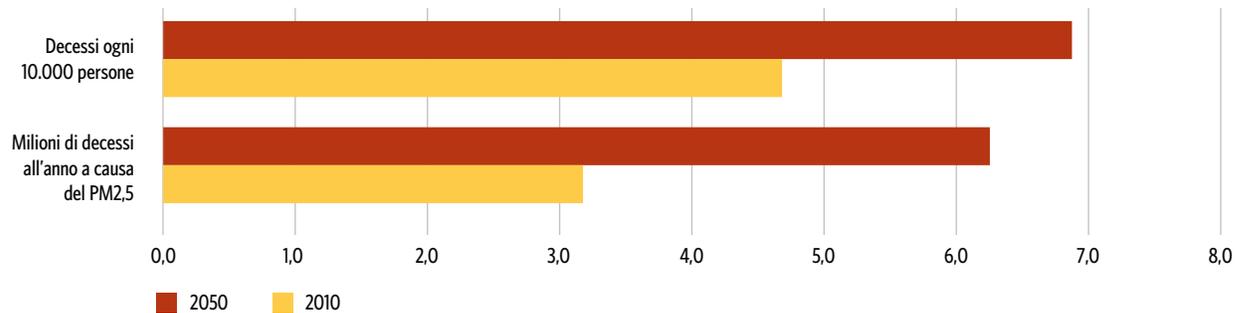


Figura E1. Mortalità globale prevista legata al $\text{PM}_{2,5}$ nel 2050 rispetto al 2010, espressa come numero totale di decessi e come numero di decessi ogni 10.000 persone. Il numero di decessi previsti arriverà quasi a raddoppiare (vale a dire ad aumentare del 100%). In parte questo aumento è dovuto alla crescita della popolazione. Tuttavia, si prevede che il numero di decessi ogni 10.000 persone aumenterà di circa il 50%, principalmente a causa di un aumento delle concentrazioni di $\text{PM}_{2,5}$ nelle città in via di sviluppo. Dati tratti da Lelieveld et al.



Un altro problema urgente che interessa le città è la temperatura dell'aria in estate, così elevata da influire sulla salute umana. Già oggi, le ondate di calore costituiscono la calamità meteorologica che causa la più alta mortalità globale (Figura E2), uccidendo in media circa 12.000 persone l'anno e creando forti disagi per milioni di altre. Il cambiamento climatico non farà che aggravare la minaccia di ondate di calore nelle città, poiché l'incremento dei gas serra che intrappolano l'energia solare aumenterà la frequenza e la gravità del fenomeno. Un rapporto dell'Organizzazione Mondiale della Sanità prevede che, entro il 2050, i decessi per le ondate di calore potrebbero raggiungere i 260.000 l'anno, a meno che le città non facciano fronte alla minaccia. Per questo, le cosiddette "smart city" stanno tentando di ridurre la concentrazione di PM_{2,5} e migliaia di città sono alla ricerca di strategie per gestire e adattarsi in maniera adeguata al caldo eccessivo.

Ma la natura può aiutare ad affrontare la doppia problematica dell'aria inquinata e troppo calda? Gli alberi e la vegetazione in genere, sia che si trovino lungo una strada urbana sia che si trovino in un parco o cortile residenziale, portano numerosi vantaggi per l'uomo, come la bellezza estetica, l'aumento del valore degli immobili, la prevenzione dell'erosione, la gestione delle acque piovane e la riduzione del rumore. Inoltre assorbono il carbonio, contribuendo a mitigare il cambiamento climatico. In più, i parchi forniscono agli abitanti delle città uno spazio ricreativo, offrendo reali benefici per la salute fisica e mentale. Infine, sembra che gli alberi possano anche svolgere un ruolo importante nel migliorare la qualità dell'aria. Decine di studi dimostrano ormai che le foglie degli alberi filtrano il particolato presente nell'atmosfera, insieme a molti altri agenti inquinanti. Inoltre, vari studi scientifici dimostrano che l'ombra generata dagli alberi e la loro traspirazione dell'acqua durante la fotosintesi possono contribuire ad abbassare le temperature dell'aria, riducendo così l'uso di energia elettrica per la climatizzazione residenziale. Ma per chi governa le città e la sanità pubblica restano aperte alcune domande:

- In quale misura il problema della qualità dell'aria (particolato e caldo eccessivo) può essere risolto grazie agli alberi?
- Quali città e quartieri possono essere aiutati maggiormente?
- Quanto occorre investire in termini di alberi da piantare e risorse finanziarie?
- Perché gli alberi sono un investimento redditizio rispetto ad altre strategie volte a ridurre il PM o la temperatura ambiente?

Gli alberi apportano già notevoli benefici

Per rispondere a queste domande, The Nature Conservancy ha condotto il primo studio globale sulle città, in collaborazione con il C40 Cities Climate Leadership Group. L'organizzazione ha raccolto informazioni geospaziali sulla copertura boschiva e agricola, sulla concentrazione dell'inquinante PM_{2,5} e sulla densità della popolazione di 245 città, utilizzando poi le relazioni già consolidate in letteratura per stimare la capacità degli alberi lungo le strade (sia attuali che futuri) di rendere più sana l'aria delle città. Sono stati stabiliti tre scenari (di alto, medio e basso impatto) che illustrano il tasso di riduzione della concentrazione di PM e della temperatura che gli alberi hanno dimostrato di produrre. L'analisi si è concentrata sugli alberi lungo le strade. Dall'esame della letteratura scientifica è infatti emerso che la vicinanza tra gli alberi e l'uomo è necessaria per produrre riduzioni significative del PM o della temperatura. Le 245 città oggetto dello studio contano attualmente circa 910 milioni di persone, circa un quarto della popolazione urbana mondiale.

L'attuale stock di alberi lungo le strade delle città oggetto dello studio sta già apportando benefici concreti. Si stima che, attualmente, gli alberi forniscano in media una riduzione del PM_{2,5} di almeno 10 µg/m³ per 1,3 milioni di persone (tasso tra gli scenari di alto e basso impatto: 0,0-6,1), una riduzione di almeno 5 µg/m³ per 10,2 milioni di persone (1,0-15,4), e una riduzione di almeno 1 µg/m³ per 52,1 milioni di persone (23,8-63,1). Inoltre, gli alberi stanno già producendo per 68,3 milioni di persone una riduzione di circa 0,5-2,0°C delle temperature massime estive. Come discusso in dettaglio nel rapporto, la portata dell'impatto sul PM e sulla temperatura offre reali benefici per la salute delle persone interessate.

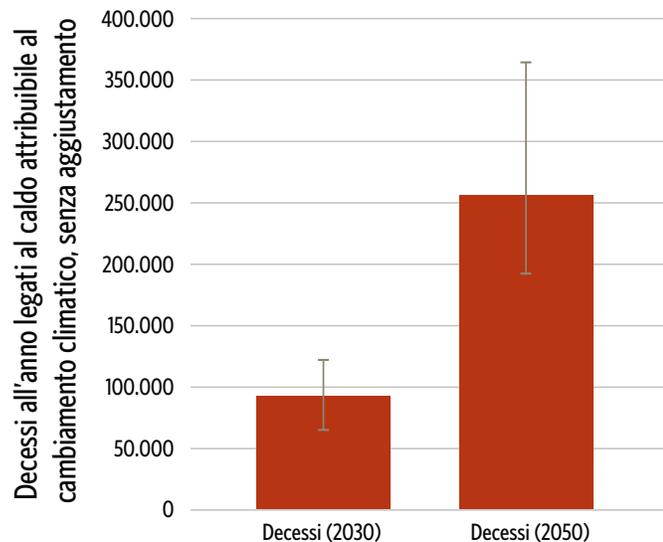
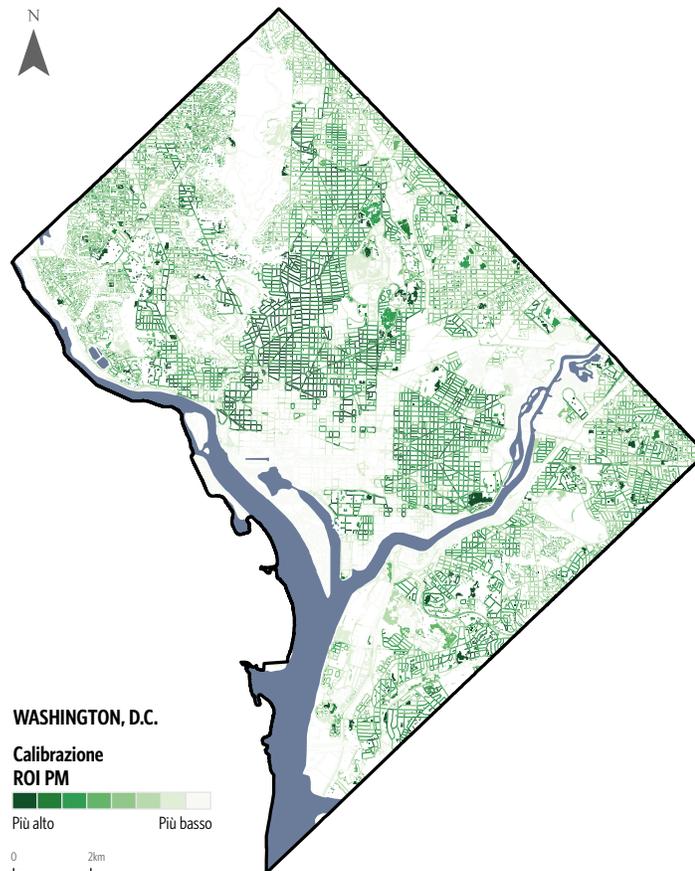


Figura E2. Previsione dell'impatto del cambiamento climatico sui decessi dovuti al calore eccessivo, espresso come numero di decessi nel 2030 e nel 2050. Lo studio dell'OMS esamina una serie di scenari climatici responsabili di un certo tasso di mortalità (indicato dalle righe grigie). Dati tratti dall'OMS (2014).

Inoltre, questi numeri riguardano solo l'attuale stock di alberi lungo le strade. Come mostrato nel rapporto, molte città hanno difficoltà a mantenere i loro attuali alberi, mentre i risultati ottenuti sottolineano l'importanza degli investimenti per la manutenzione dello stock. Tuttavia, diverse città presentano numerose altre possibilità di aumentare la copertura arborea per ridurre ulteriormente l'inquinamento atmosferico e il calore estivo. Questo studio ha valutato l'impatto di interventi fattibili e su larga scala di aumento della copertura arborea, misurando il relativo ritorno sugli investimenti (ROI) in termini di riduzione del $PM_{2.5}$ o mitigazione della temperatura fornita agli abitanti per ogni dollaro speso.

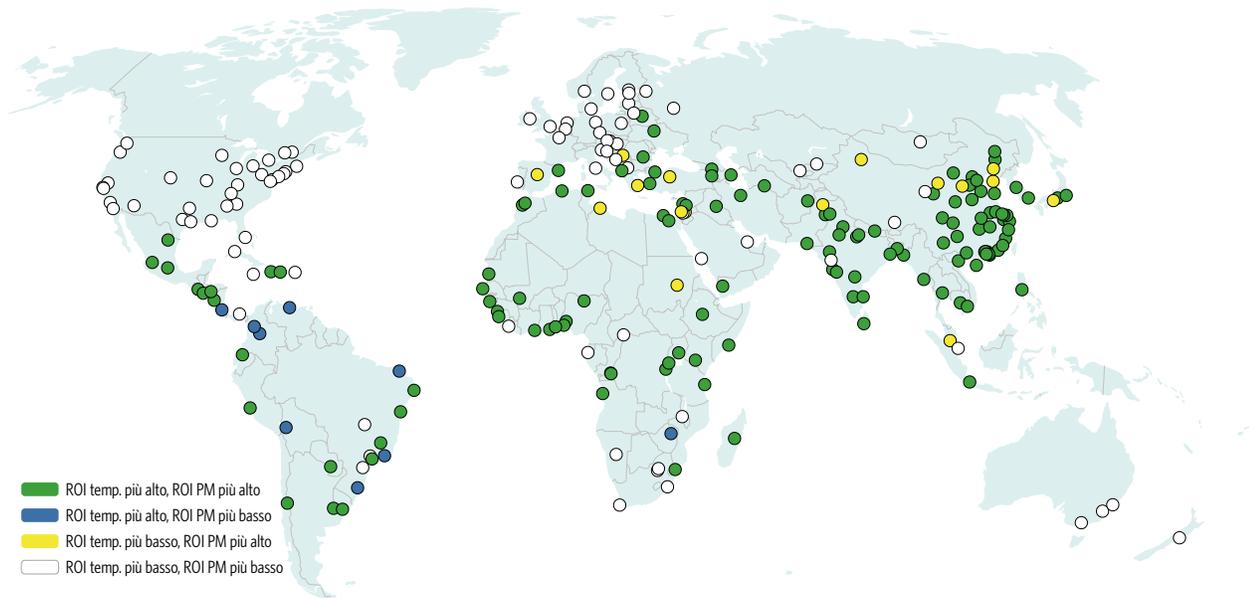
L'importanza di un approccio mirato

Dall'esame della letteratura è emerso che gli alberi producono riduzioni del PM e della temperatura significative, ma concentrate localmente, e che gran parte della mitigazione avviene in genere entro 300 metri di distanza. È pertanto fondamentale rivolgersi ai quartieri con il più alto impatto di mitigazione (Mappa E1). I risultati mostrano variazioni sostanziali all'interno delle città. I quartieri migliori per la piantumazione di alberi lungo le strade presentano spesso un ROI 100 volte maggiore rispetto ai quartieri meno adatti allo scopo. In generale, questi quartieri sono caratterizzati da una più alta densità di popolazione e, di conseguenza, da un maggior numero di abitanti in grado di beneficiare della migliore qualità dell'aria e da maggiori concentrazioni del $PM_{2.5}$ che può essere filtrato dagli alberi. Il rapporto illustra alcune linee guida che possono essere utilizzate per selezionare le specie ad elevata capacità di riduzione del PM, nonché per stabilire il giusto spazio tra le piantumazioni, al fine di evitare l'intrappolamento del flusso d'aria delle fonti di particolato (ad es. autostrade) nelle zone in cui sono presenti abitanti. La densità di popolazione e le concentrazioni di PM comportano variazioni tra le città anche in termini di ROI (Mappa E2). Un ulteriore fattore che varia in base alle città è il costo della piantumazione: a parità di tutte le altre condizioni, le città con minori costi di piantumazione e manutenzione presentano un ROI più elevato. A livello globale, i costi di piantumazione e manutenzione tendono ad essere inferiori nei Paesi meno sviluppati. Tuttavia, ogni Paese presenta notevoli variazioni tra le città dovute alle differenze in termini di disponibilità di postime, costo del lavoro o portata del programma forestale urbano.



Mappa E1. Distribuzione a livello di quartiere del ROI della piantumazione di alberi per ridurre il particolato relativa alla città di Washington D.C. Le strade di colore verde più scuro hanno un maggior ritorno sugli investimenti.

Si osservano tendenze analoghe nel ROI della piantumazione di alberi per mitigare la temperatura dell'aria, con una variazione del ROI pari a 100 volte tra i vari quartieri. Il quartiere ad alto ROI ideale presenta un'alta densità di popolazione (o una concentrazione della popolazione sensibile) e, pertanto, un maggior numero di abitanti in grado di beneficiare della riduzione del calore da parte degli alberi. Il rapporto contiene anche linee guida sulla piantumazione per la mitigazione della temperatura dell'aria, specificando quando le indicazioni per massimizzare la mitigazione della temperatura divergono da quelle per massimizzare la riduzione del PM. La densità di popolazione e i costi di piantumazione comportano ampie variazioni nel ROI relativo alla mitigazione della temperatura tra le varie città (Mappa E2). Si noti tuttavia che, per le città aride, la piantumazione di alberi può avere una contropartita: sebbene gli alberi riducano le temperature massime (e le concentrazioni di PM), almeno durante parte dell'anno necessitano di acqua per l'irrigazione, una risorsa che può essere scarsa.



Mappa E2. Ritorno sugli investimenti della piantumazione di alberi per ridurre la temperatura ambiente nelle città a livello globale.





La natura è una soluzione conveniente

La nostra ricerca conferma che la piantumazione di alberi lungo le strade urbane e l'aumento della copertura arborea possono essere un modo conveniente per migliorare la qualità dell'aria. Per il particolato, il costo della riduzione in dollari per tonnellata varia notevolmente tra i vari quartieri e, in alcuni di essi, è inferiore ai costi pubblicati per il controllo delle emissioni relativi ad altre strategie disponibili (Figura E3). Tuttavia, il costo medio della piantumazione di alberi per la mitigazione del PM è superiore rispetto a 5 delle 6 macrocategorie di strategie considerate, indice che, in molti casi, le strategie convenzionali per la riduzione del PM possono essere meno onerose. Il costo della riduzione delle temperature (in dollari/°C con l'attuazione della pratica su un'area di 100 m²) varia in modo significativo tra i vari quartieri e, in alcuni di essi, è inferiore rispetto a qualsiasi strategia convenzionale disponibile. Il costo medio della piantumazione di alberi è inferiore rispetto a tutte le altre strategie considerate, eccetto le tecnologie cool roof. Naturalmente, nel caso in cui il problema riguardi sia le concentrazioni di PM che le alte temperature, l'attrattiva comparativa dell'aggiunta di copertura arborea è ancora maggiore, poiché nessuna delle tradizionali alternative "grigie" affronta entrambi i problemi. Inoltre, i benefici complementari offerti dagli alberi (assorbimento del carbonio, bellezza estetica, mitigazione delle acque piovane, ecc.) aumentano ulteriormente l'attrattiva comparativa della copertura arborea come soluzione al problema.

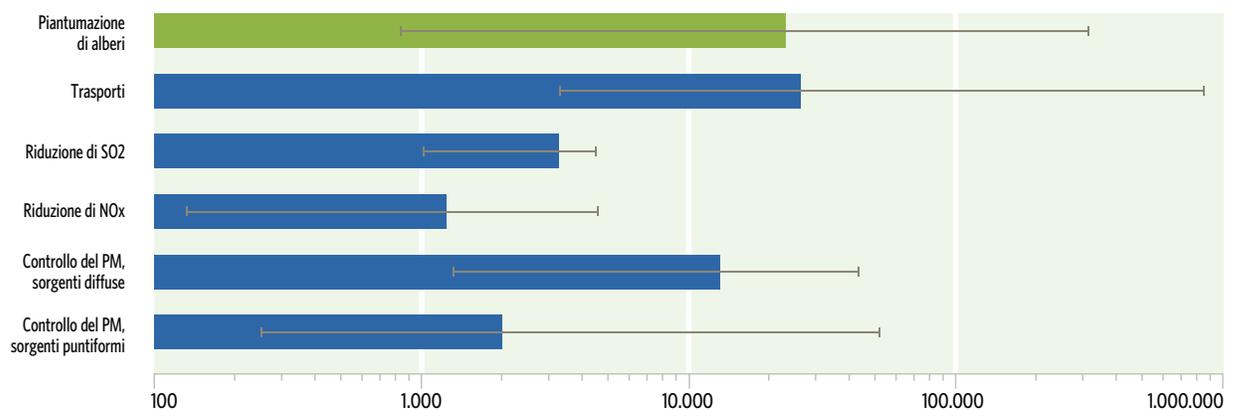


Figura E3. Rapporto costo-efficacia della piantumazione di alberi lungo le strade per ridurre il particolato, rispetto alle principali categorie di strategie convenzionali. La barra verde indica il rapporto costo-efficacia medio della piantumazione di alberi lungo le strade nei vari siti, mentre le righe grigie mostrano il rapporto costo-efficacia minimo e massimo. Tutti i valori relativi al rapporto costo-efficacia sono espressi in dollari per tonnellata nel 2015. Si noti che, sebbene il costo medio per tonnellata di PM eliminato grazie agli alberi lungo le strade sia maggiore rispetto a quello di numerose strategie convenzionali, vi sono variazioni significative e, in molti siti, la piantumazione di alberi è in grado di competere con le strategie infrastrutturali "grigie". Inoltre, il confronto è sbilanciato a favore delle strategie convenzionali, poiché il loro rapporto costo-efficacia è espresso in termini di dollari per tonnellate di emissioni evitate presso la fonte delle emissioni (che non equivalgono necessariamente a una riduzione della concentrazione locale per gli abitanti), mentre per gli alberi è riportato l'effettivo rapporto costo-efficacia nella riduzione a livello locale per gli abitanti.

La piantumazione di alberi lungo le strade in alcuni quartieri non solo può essere un modo conveniente per rendere l'aria più sana, ma può anche offrire questi vantaggi a una parte significativa dei residenti urbani. La curva dell'investimento globale per gli alberi al fine di ridurre l'inquinamento da $PM_{2.5}$ è mostrata nella Figura E4. Per esempio, si stima che, nello scenario di medio impatto, un ulteriore investimento globale annuo di 100 milioni di dollari in alberi (compresi i costi di piantumazione e manutenzione) produrrebbe una forte riduzione del $PM_{2.5}$ ($> 10 \text{ mg/m}^3$) per altri 8 milioni di persone, una moderata riduzione ($> 5 \text{ mg/m}^3$) per 47 milioni di persone e una modesta riduzione ($> 1 \text{ mg/m}^3$) per 68 milioni di persone. La forma della curva dell'investimento per la temperatura ha un aspetto analogo (Figura E5). Un investimento annuale di 100 milioni di dollari fornirebbe ad altri 77 milioni di persone una riduzione di 1°C delle temperature massime nelle giornate calde (scenario di medio impatto).

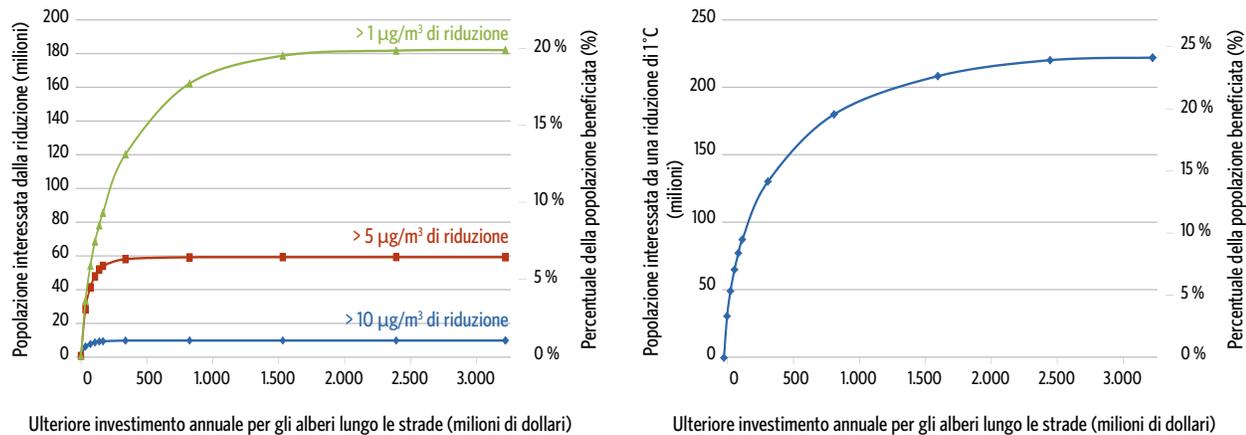


Figura E4 (a sinistra). Il potenziale globale degli alberi lungo le strade di produrre concentrazioni di PM ridotte per gli abitanti delle città, con diversi investimenti annuali per la piantumazione e la manutenzione. I risultati mostrati riguardano lo scenario di medio impatto dell'efficacia degli alberi nella riduzione del PM. Si noti che le curve relative a 5 e $10 \mu\text{g/m}^3$ si appiattiscono all'aumentare dei livelli di investimento, poiché vi sono relativamente poche città (soprattutto le più inquinate) in cui la piantumazione di alberi lungo le strade è in grado di eliminare più di una certa quantità di inquinamento. In queste città, una volta effettuati tutti gli investimenti per lo scopo, gli ulteriori investimenti non accresceranno il numero di persone interessate da una riduzione di oltre $5 \mu\text{g/m}^3$, ma continueranno ad accrescere il numero di persone interessate da più modeste riduzioni di $1 \mu\text{g/m}^3$.

Figura E5 (a destra). Il potenziale globale degli alberi lungo le strade di produrre temperature ridotte per gli abitanti delle città, con diversi investimenti annuali per la piantumazione e la manutenzione. I risultati mostrati riguardano lo scenario di medio impatto. Nello scenario di alto impatto, un numero equivalente di persone avrebbe una riduzione di 2°C , mentre, nello scenario di basso impatto, lo stesso numero di persone avrebbe una riduzione di $0,5^\circ\text{C}$.

La portata di tali riduzioni delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ e della temperatura fornite dalla copertura arborea può produrre riduzioni modeste ma significative delle malattie. Sulla base del consolidato rapporto tra concentrazione di $PM_{2.5}$ all'aperto e mortalità, si stima che piantando il maggior numero di alberi possibile (costo = 3,2 miliardi di dollari l'anno) si ridurrebbe la mortalità legata al PM dal 2,7 all'8,7%, salvando ogni anno tra le 11.000 e le 36.000 vite nelle città oggetto dello studio. Il presente executive summary si concentra solo sui numeri della mortalità, ma vi sono naturalmente anche una serie di ripercussioni sulla salute, dai giorni di assenza a scuola o al lavoro ai ricoveri ospedalieri fino alla morte prematura. La ricerca indica che per ogni decesso legato al $PM_{2.5}$ vi sono numerose persone ricoverate o ammalate a causa del PM. Pertanto, si prevede che il numero di persone che potrebbero beneficiare in qualche modo di tale piantumazione intensiva sarebbe molto superiore rispetto alla cifra dei decessi evitati.

L'effetto delle alte temperature sulla mortalità è ben documentato in letteratura. Sulla base degli studi che collegano in modo funzionale la mortalità alle alte temperature, si stima che piantando il maggior numero di alberi possibile si ridurrebbe la mortalità legata alle alte temperature dal 2,4 al 5,6%, salvando ogni anno tra le 200 e le 700 vite nelle città oggetto dello studio. Si noti che queste cifre si applicano al clima attuale. Poiché è possibile che il cambiamento climatico aumenti di oltre 20 volte la mortalità per il caldo, si presume che la cifra delle vite salvate grazie agli alberi lungo le strade sarà sostanzialmente maggiore in futuro.

Inoltre, la piantumazione di alberi potrebbe ridurre il consumo di energia elettrica e aumentare l'assorbimento del carbonio. Si stima che lo scenario di massimo impatto relativo alla piantumazione di alberi lungo le strade ridurrebbe il consumo elettrico residenziale nelle 245 città oggetto di studio dallo 0,9 al 4,8% l'anno (da 9,3 a 48 miliardi di kWh). In un simile scenario, l'assorbimento netto di carbonio aumenterebbe di 2,7-13 milioni di tonnellate di CO_2 . Considerando anche le stime sulle emissioni di CO_2 evitate grazie al minor uso di energia elettrica, si calcola che l'impatto complessivo in questo scenario equivalga a una riduzione annua di 7,0-35 milioni di tonnellate di CO_2 . Si noti che questi vantaggi in termini di mitigazione climatica si aggiungono ai benefici per la salute umana derivanti dalla riduzione del PM e della temperatura.

La natura acquisterà ancora maggiore importanza in futuro

In definitiva, l'analisi delle tendenze nel tempo indica che i servizi ecosistemici forniti dagli alberi saranno ancora più essenziali in futuro. Si prevede che, entro il 2050, potrà verificarsi un aumento del 50% del tasso di mortalità causata dal $PM_{2.5}$, con concentrazione nelle aree urbane, e che le temperature massime estive nel campione di città esaminato saliranno di 2-5°C nello stesso periodo di tempo. Sebbene questa duplice minaccia rappresenti una sfida per la salute di chi vive in città, a parità di tutte le altre condizioni, essa accrescerà anche l'importanza degli alberi già presenti. Si assisterà inoltre a un drastico aumento della popolazione urbana e, pertanto, del numero di persone in grado di beneficiare dei servizi offerti dalla natura. Infine, l'inarrestabile sviluppo urbano, o semplicemente gli scarsi investimenti per la sostituzione degli alberi distrutti, possono ridurre la quantità di verde urbano. Per esempio, si è rilevato che il 26% delle città ha subito un calo della copertura boschiva tra il 2000 e il 2010, mentre solo il 16% ha registrato un aumento della copertura boschiva nello stesso periodo.

Conclusioni

Siamo all'inizio del secolo urbano. Uno dei compiti preminenti delle città sarà quello di rendersi luoghi vivaci, sani e piacevoli in cui vivere. Questo rapporto si è concentrato solo su un piccolo aspetto, ovvero il tentativo di migliorare la qualità dell'aria urbana. Le città continuano a impegnarsi per ridurre le concentrazioni di particolato e altri inquinanti atmosferici. Inoltre, stanno cominciando ad adottare misure in vista delle più frequenti e intense ondate di calore che saranno probabilmente causate dal cambiamento climatico. Per superare la duplice sfida dell'inquinamento atmosferico e del caldo eccessivo, sarà necessario attuare una serie di approcci. Nel presente rapporto, The Nature Conservancy e il C40 Cities Climate Leadership Group hanno cercato di comprendere se la natura può fornire un contributo per risolvere questi problemi.

La risposta sembra essere un deciso "sì". Gli alberi lungo le strade possono far parte di un ventaglio di interventi convenienti volti a controllare l'inquinamento da particolato e mitigare le alte temperature in città. Sebbene questo approccio non possa e non debba sostituire le altre strategie volte a migliorare la qualità dell'aria, può essere utilizzato in concomitanza con altre misure per rendere l'aria più fresca e pulita. In più, gli alberi offrono innumerevoli altri benefici. Se piantati nel posto giusto, possono contribuire a rendere l'aria più sana e le nostre città più verdi e vivibili.



Ringraziamenti

Autori principali

Rob McDonald, The Nature Conservancy

Timm Kroeger, The Nature Conservancy

Tim Boucher, The Nature Conservancy

Wang Longzhu, The Nature Conservancy

Rolla Salem, The Nature Conservancy

Collaboratori

Jonathan Adams

Steven Bassett, The Nature Conservancy

Misty Edgecomb, The Nature Conservancy;

Snigdha Garg, C40 Cities Climate Leadership Group



Grafica

Paul Gormont, Apertures, Inc

Copy editor

Sonya Hemmings

Un investimento globale di 3,2 miliardi di dollari l'anno,
meno di 4 dollari per abitante,
**può salvare decine di migliaia di vite ogni anno e
migliorare la salute di decine di milioni di persone.**





The Nature Conservancy

4245 North Fairfax Drive, Suite 100
Arlington, Virginia 22203-1606, Stati Uniti

Tel.: +1 703 841 5300
Sito web: www.nature.org

www.nature.org/healthyair

