

Bocconi

IMPLICAZIONI ECONOMICHE DELL'INQUINAMENTO

«Tutti per Aria.
Incontro con la cittadinanza sul tema inquinamento e salute»



**Università
Bocconi**

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Edoardo Croci
IEFE Bocconi
28 settembre 2018

Le implicazioni economiche dell'inquinamento dell'aria

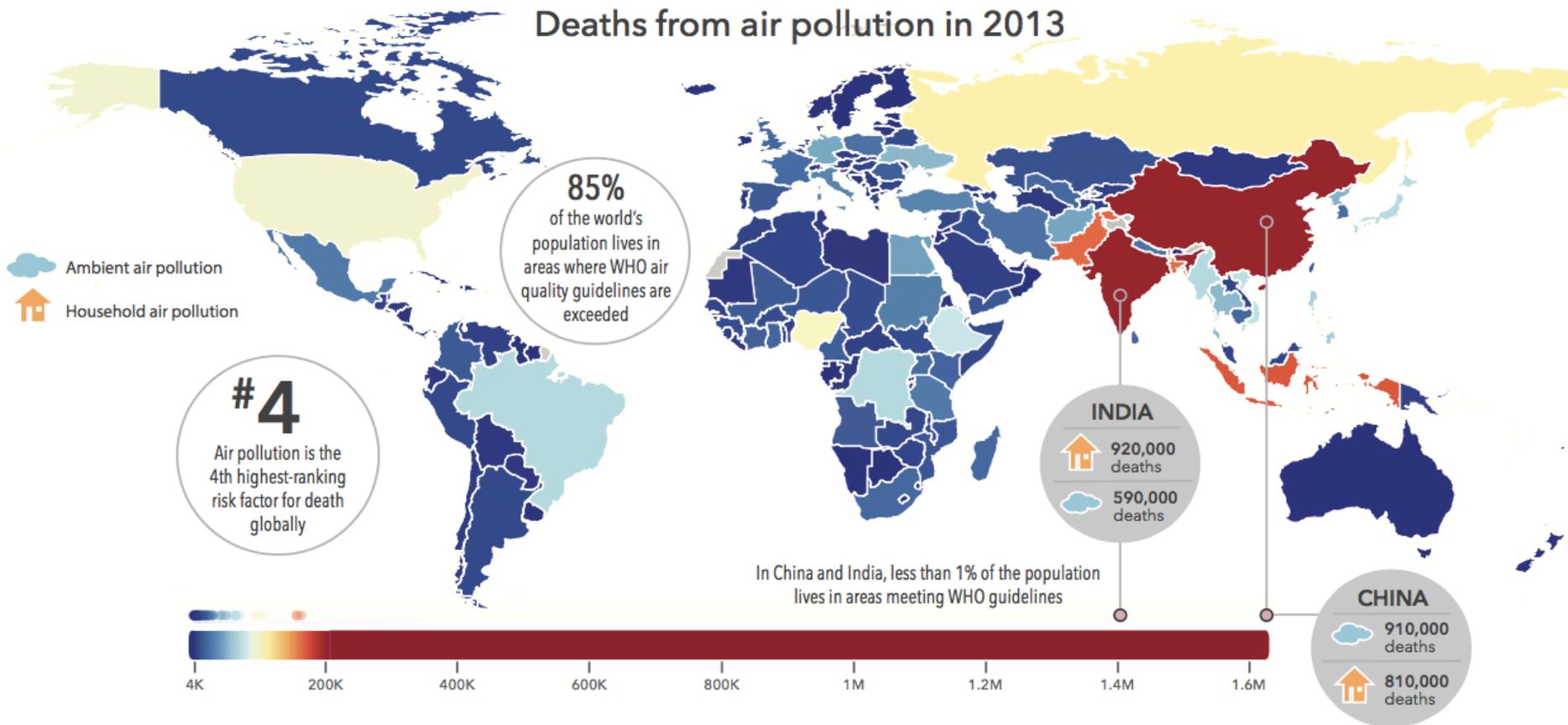
- L'analisi economica applicata all'inquinamento dell'aria ha due principali ambiti di riferimento:
 1. la misurazione dei **costi dell'inquinamento per gli individui e la società**;
 2. la definizione di **misure** per stimolare/obbligare chi inquina a **ridurre le proprie emissioni**
- Sono pochi gli studi che hanno condotto una **valutazione costi-benefici complessiva**, che includa una comparazione tra costi dovuti all'implementazione delle politiche per ridurre l'inquinamento e i benefici ottenuti



Costi economici annuali dell'inquinamento dell'aria

Fonte dati	costi/anno (globali)	costi/anno (UE)	Anno rif.	Copertura	Ambito considerato	Composizione dei costi
EC (2013)		330–940 miliardi €	2010	42 Paesi europei (UE e non UE)	Outdoor	Morti premature (467.000 all'anno), giorni di lavoro persi, costi per la cura della salute, perdita nella resa dei raccolti, danni agli edifici
OCSE (2014)	3.235 miliardi \$	650 miliardi \$	2010	34 Paesi OCSE più Cina e India	Outdoor (PM e ozono)	Morti premature (3.2. milioni, di cui 34.143 in Italia)
WHO, OCSE (2015)		1.431 miliardi \$ (97 in Italia) (>1% del PIL in 44 Paesi)	2010	53 Paesi europei ed asiatici nella "regione Europea WHO"	Outdoor + indoor (PM)	Morti premature (509.100, di cui 32.447 in Italia)
WB, IHME (2016)	5.100 miliardi \$	788 Miliardi \$	2013	180 Paesi	Outdoor (PM2.5 e ozono) + Indoor (PM2.5)	Morti premature (5.5 milioni)
OCSE (2016)	3.160 miliardi \$	730 miliardi \$	2015	Globale	Outdoor (PM2.5 e ozono)	Morti premature (3 milioni a livello mondiale nel 2010)
OCSE (2017)	5.100 miliardi \$	838 miliardi \$	2015	35 Paesi OECD e BRIICS (Brasile, Russia, India, Indonesia, Cina e Sud Africa)	Outdoor (PM e ozono)	Morti premature (3.2 milioni)

Il peso globale dell'inquinamento atmosferico

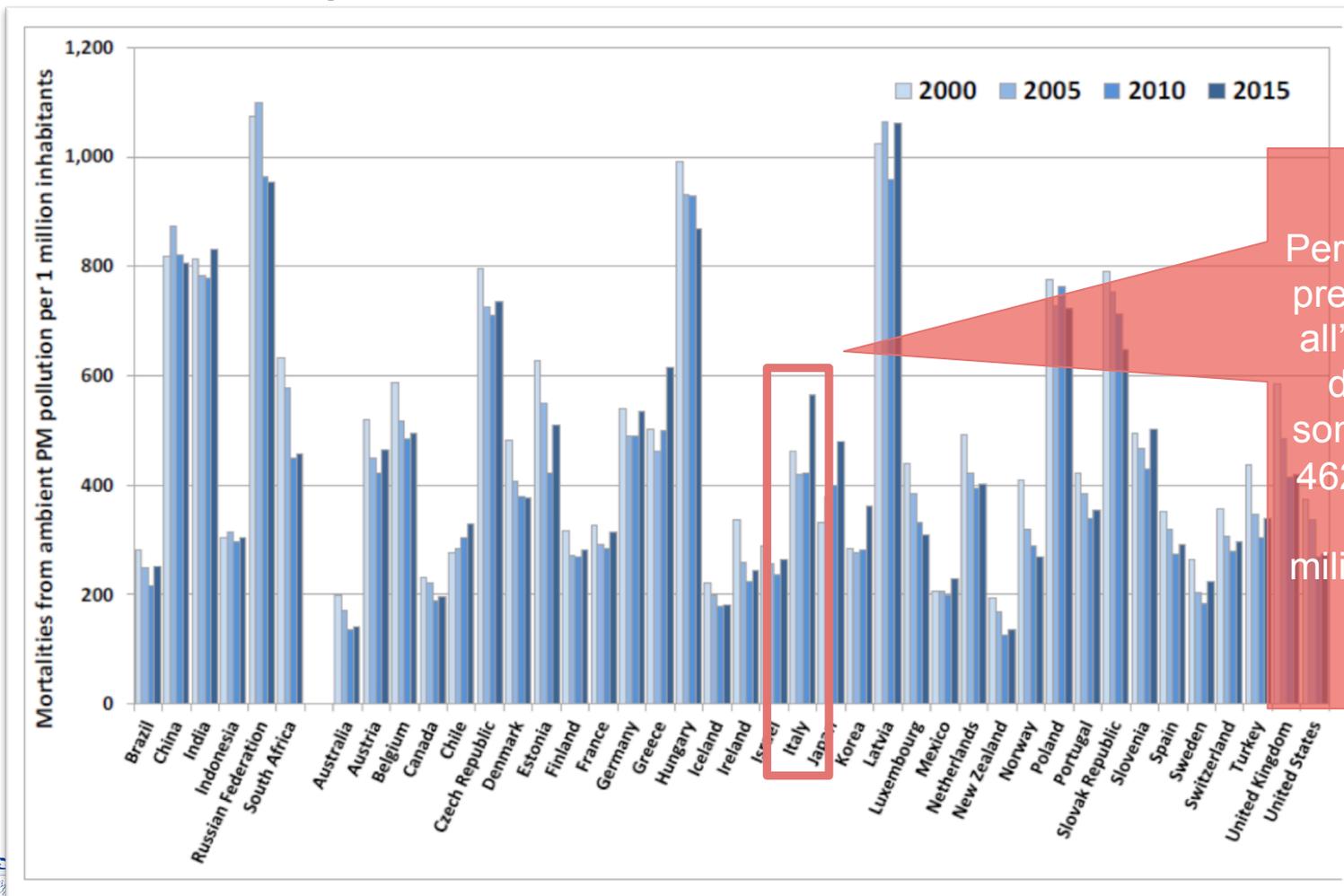


Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Fonte: IHME et al. (2016)

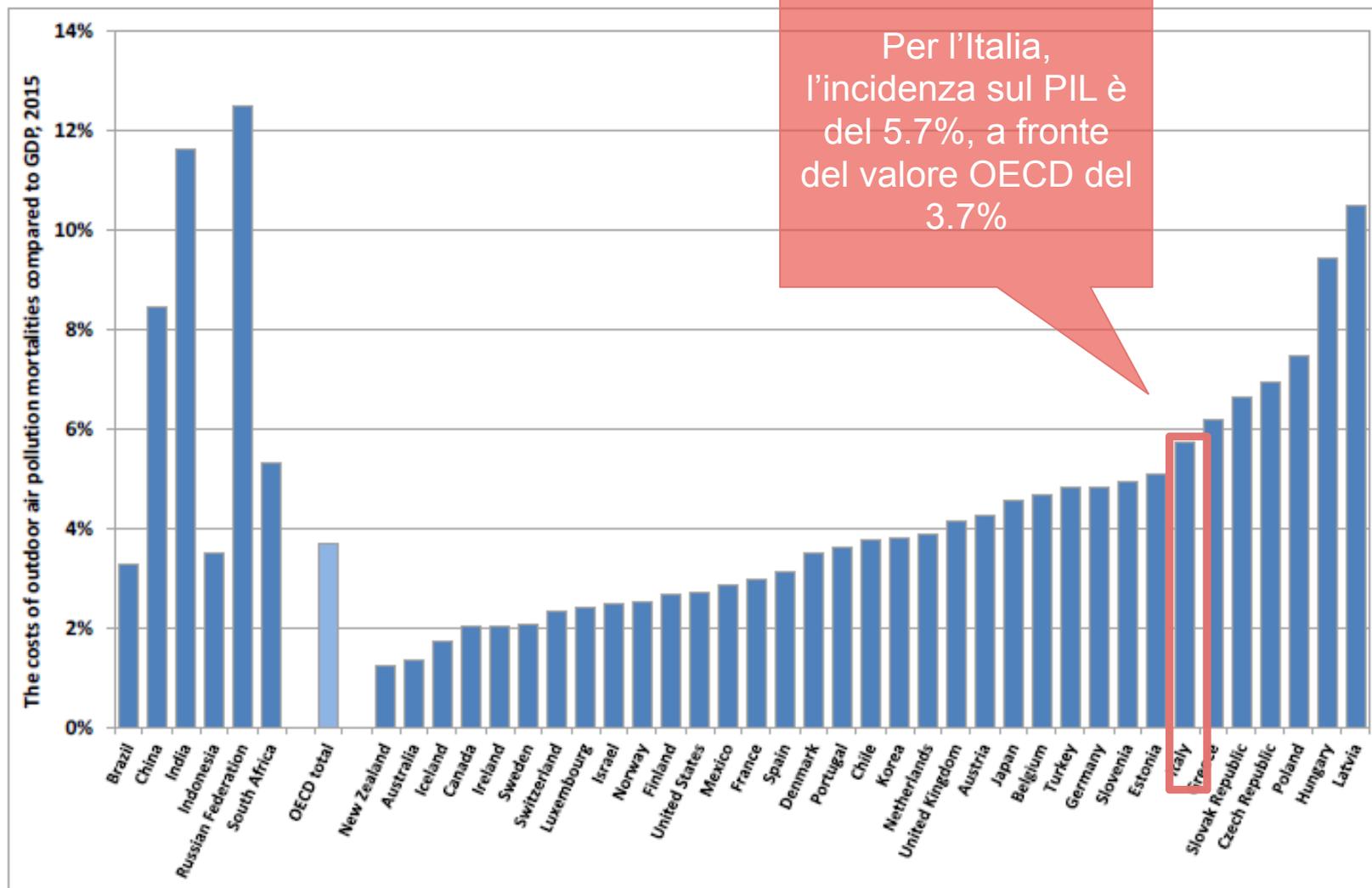
Mortalità per inquinamento ambientale da particolato per 1 milione di abitanti (OCSE, 2017)



Per l'Italia, le morti premature dovute all'inquinamento da particolato sono cresciute da 462 (2000) a 564 (2015) ogni milione di abitanti.



Incidenza dei costi dovuti alla mortalità da inquinamento dell'aria sul PIL in diversi Paesi, 2015 (OCSE, 2017)



La valutazione economica dei danni da inquinamento dell'aria (1/2)

La valutazione delle conseguenze economiche dell'inquinamento dell'aria implica associare un **valore monetario** a ciascun effetto causato dall'inquinamento.

La somma di tutti i valori monetari stimati fornisce il **costo economico complessivo** dell'inquinamento dell'aria.

L'economia ambientale dispone ad oggi di strumenti coerenti ed efficaci, che consentono agli economisti di fare stime monetarie sempre più accurate di questi impatti.



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

La valutazione economica dei danni da inquinamento dell'aria (2/2)

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, sulle colture e sui raccolti, sugli ecosistemi, sul clima e sull'ambiente costruito comportano anche notevoli costi di mercato e non di mercato.

I **costi di mercato** dell'inquinamento atmosferico includono una ridotta produttività del lavoro, spese supplementari per la salute e perdite nelle colture e nelle foreste. L'OCSE prevede che tali costi raggiungano circa il 2% del PIL europeo nel 2060 (OCSE, 2016), determinando una riduzione dell'accumulazione di capitale e un rallentamento della crescita economica.

I **costi non di mercato** (detti anche costi di welfare) sono quelli associati ad un aumento della mortalità e della morbilità (malattia che causa, ad esempio, dolore e sofferenza), degrado della qualità dell'aria e dell'acqua e di conseguenza della salute degli ecosistemi, nonché dei cambiamenti climatici.



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Metodi di valutazione

Approccio	Metodologia
Basato sul mercato	<p>Utilizza costi e prezzi dai mercati convenzionali.</p> <p><i>Costo del danno</i>: il costo effettivo dei danni o della riparazione del danno.</p> <p><i>Costo preventivo</i>: il costo per prevenire il danno.</p>
Basato sul mercato surrogato	<p>Utilizza proxy come i cambiamenti dei valori immobiliari (prezzi edonici) in aree di inquinamento atmosferico estremo.</p>
Basato sulle opinioni	<p>Utilizza risposte a sondaggi o pareri di esperti (disponibilità a pagare per un guadagno ambientale) ottenuti tramite una serie di tecniche di preferenze dichiarate (valutazione contingente).</p>



Impatti

Salute

— Aumento della mortalità

- Anni di vita persi (Years of Life Lost):
YLL=NxL, dove N= n. di morti, L= aspettativa di vita standard
- Disability Adjusted Years of Life Lost:
DALY=YLL (Years of Life Lost) + YLD (Years Lost due to Disability=IxDWxL, dove I= incidenza, DW=indice di disabilità, L=durata media della malattia)

— Aumento della morbilità

- Ricovero
- Giorni lavorativi persi (inclusa l'assistenza all'infanzia)
- Riduzione del tempo libero

Altri impatti

- Danni agli ecosistemi e perdite agricole (riduzione della crescita di colture, foreste e piante, acidificazione di suolo, laghi e fiumi, eutrofizzazione)
- Danni a edifici e monumenti
- Riduzione del valore immobiliare
- Riduzione del turismo
 - Riduzione dell'attrattività dei luoghi
 - Aumento degli incidenti stradali
- Contributo ai cambiamenti climatici
- *Problemi sociali?*



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Metodi di valutazione

Valutazione del mercato

Preferenze dichiarate

Preferenze rivelate

Salute

—Aumento della mortalità

- Il Valore della vita statistica (VSL) è il valore che gli individui attribuiscono ad un cambiamento marginale nella loro probabilità di morte
- Il Valore di un anno di vita (VOLY): quanto un individuo è disposto a pagare (WTP) per vivere un anno in più in salute

—Aumento della morbilità

- Costi per il ricovero e la cura della salute
- Reddito perso
- Valore del tempo libero (WTP per avere un aumento del tempo libero)

Altri impatti

—Prezzo di mercato per i prodotti agricoli

—Costi di restauro per gli edifici

—Prezzi edonici

—Prezzo di mercato per le attività turistiche

—Visibilità ridotta

- Costo dell'incidente e valore del tempo perso nel traffico (WTP per il tempo libero)
- Amenità ridotta (WTP per vivere in un ambiente migliore)

—Valore di mercato delle tCO₂ eq.

—*Costi sociali?*



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Metodi di valutazione dell'aumento di mortalità

Valore della vita statistica (VSL)

definito come il valore che gli individui attribuiscono a un cambiamento marginale nella loro probabilità di morire, in modo che l'aggregazione dei singoli valori delle variazioni marginali stimate restituisca il costo complessivo di ridurre di 1 il numero medio di morti. Il range raccomandato per i Paesi dell'OCSE è US \$ 1,5 - 4,5 milioni, con un valore base consigliato di US \$ 3 milioni.

Valore di un anno di vita (VOLY)

attribuisce un valore monetario agli anni di vita corretti per la disabilità, che costituisce una misura di quanto la gente pagherebbe per vivere un altro anno (in salute).

Il valore di una vita statistica e il valore di un anno di vita sono **correlati**, e spesso quest'ultimo è derivato dal primo.

Uno dei principali **svantaggi** di queste misure è che variano in modo considerevole a seconda del Paese per il quale sono stati stimati, con la frequente conseguenza che il valore di una vita statistica nei Paesi ad alto reddito può essere 10 volte superiore a quello dei Paesi a basso reddito.



Stima del VSL (Valore della vita statistica)

«Per comprendere il concetto VSL, potrebbe essere utile fare un esempio. Supponiamo che in una città composta da 100.000 individui identici, ci sia un progetto di investimento che renderà le strade della città più sicure. È noto che in media 5 persone muoiono ogni anno su queste strade e si prevede che il progetto ridurrà da 5 a 2 il numero di vittime attese all'anno. Supponiamo ora che ogni individuo della città sia disposto a pagare \$ 150 all'anno per beneficiare di questa riduzione del rischio di mortalità indotta dal progetto. Quindi la VSL corrispondente sarebbe $\$ 150 \times 100.000/3 = \$ 5$ milioni. Infatti, in questa città potrebbero essere raccolti \$ 15 milioni per salvare 3 vite statistiche, e quindi il valore di una vita statistica potrebbe essere stabilito a \$ 5 milioni. Questo esempio illustra anche perché le stime sulle VSL individuali possono essere utili.»

(Andersson, Treich, 2011 – nostra traduzione)



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Risultati da letteratura

Salute

€ per persona interessata	Stima più bassa	Stima più alta
Mortalità	15,000	14,000,000
Morbilità		
- Respiratoria	3	30,000
- Cardio	2,900	38,500

Sia per la morbilità che per la mortalità, il range è molto ampio.

Per quanto riguarda la morbilità dipende dalle malattie.

Il valore dei giorni di lavoro persi dipende dalle caratteristiche degli schemi e delle regole di protezione sociale.

Altri impatti

MWTP per % riduzione (in €)	Stima più bassa	Stima più alta
Real estate	120	1,900
Visibility	210	415

I costi non correlati agli impatti sulla salute sono spesso discussi qualitativamente, ma non ci sono molti studi, con la notevole eccezione dei valori immobiliari.

Questi valori rappresentano la disponibilità marginale a pagare per ridurre di 1 punto percentuale l'inquinamento atmosferico.



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Aspetti spaziali e temporali

- I progressi nel monitoraggio (come la tecnologia satellitare di telerilevamento) forniscono dati più precisi e accurati, anche su scala micro
- Gli effetti dell'inquinamento potrebbero essere molto diversi (in termini di concentrazione e composizione degli inquinanti) entro pochi chilometri e poche ore, a seconda dell'inquinante in esame
- Le politiche di mitigazione devono essere efficienti ed efficaci
- Le considerazioni spaziali e temporali aiutano anche a individuare le categorie che affrontano rischi più elevati:
 - *Spazialmente*: lo svantaggio sociale e l'inquinamento atmosferico sono correlati?
 - *Temporalmente*: quali categorie di persone sono più esposte nelle ore di maggior rischio?



Aspetti spaziali

Secondo una recente rassegna della letteratura (Hajat et al., 2015) che valuta 37 studi riferiti a diversi Paesi, la maggior parte degli studi sul Nord America mostra come le aree abitate da comunità svantaggiate dal punto di vista socio-economico siano caratterizzate da concentrazioni più alte di inquinanti dell'aria, mentre gli studi relativi all'Europa mostrano risultati diversificati, che necessitano di ulteriore approfondimento. Gli studi relativi ad Asia, Africa e altre parti del mondo mostrano un trend simile al Nord America, tuttavia per queste aree il numero di studi è limitato.

Aspetti metodologici chiave per future ricerche:

- Approfondire la struttura spaziale dell'inquinamento atmosferico, anche per scegliere il metodo di analisi più adeguato;
- Analizzare i fattori che possono influenzare la relazione tra esposizione all'inquinamento e caratteristiche socio-economiche della popolazione.

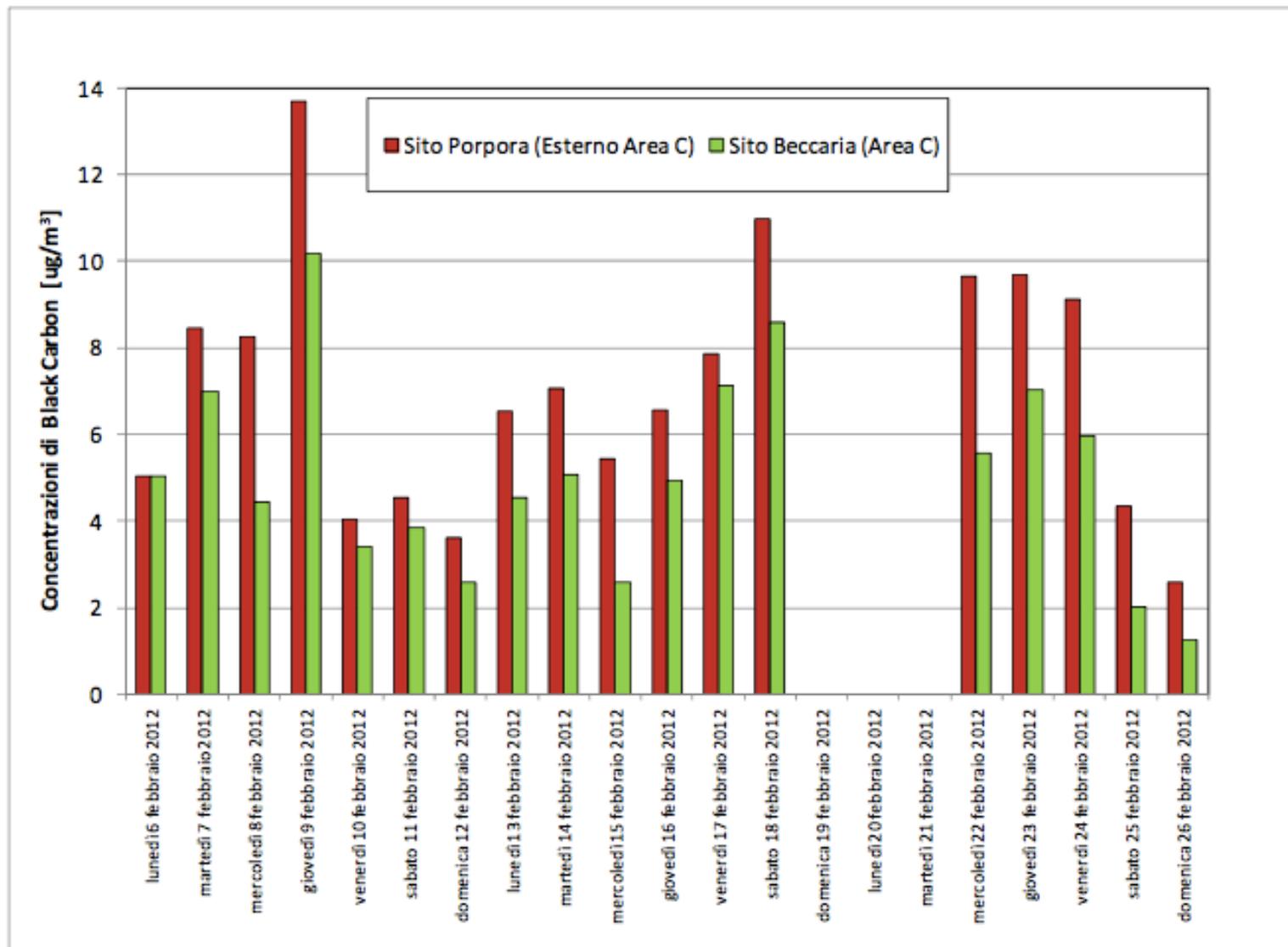


Aspetti spaziali: Roma

Secondo uno studio condotto su **83.253 abitanti a Roma**, le persone con status economico più elevato sono esposte a livelli più alti di PM10 in quanto abitano in zone centrali della città, che sono caratterizzate da volumi di traffico sostenuti (Forastiere et al., 2007). Tuttavia, lo studio riscontrava che le persone con status socio-economico più svantaggiato – che vivono frequentemente nelle zone periferiche - hanno maggiori probabilità di morire per malattie associate agli effetti del PM10, rispetto agli abitanti delle zone centrali. Secondo gli autori, questa maggiore vulnerabilità delle fasce svantaggiate è potenzialmente associata a malattie croniche preesistenti e a stili di vita, come il fumo, la mancanza di attività fisica e l'esposizione durante il lavoro.

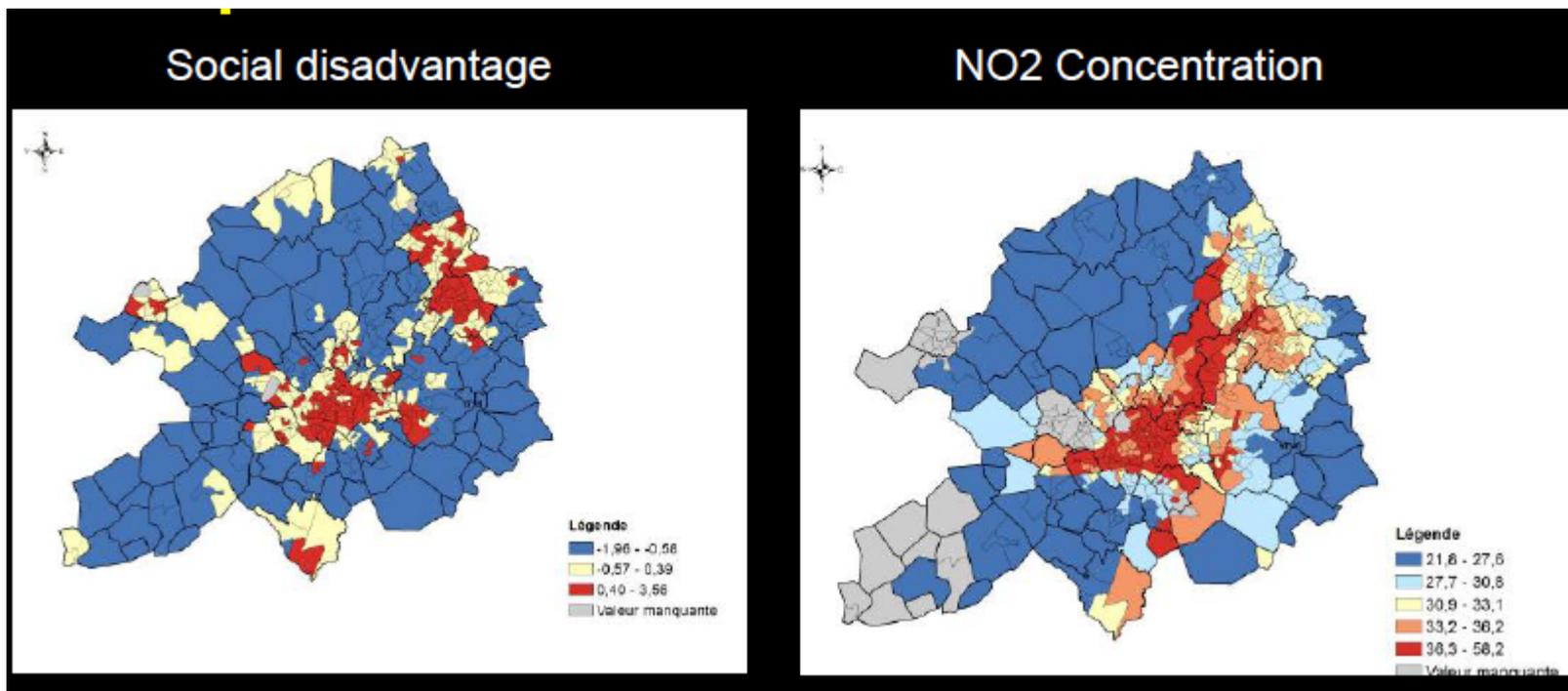


Aspetti spaziali: Milano



Fonte:
AMAT, 2013

Aspetti spaziali: Lille e Roubaix



Distribuzione spaziale dello svantaggio sociale e concentrazione di NO₂ tra Lille e Roubaix - Département du Nord (Source Equit'Area).

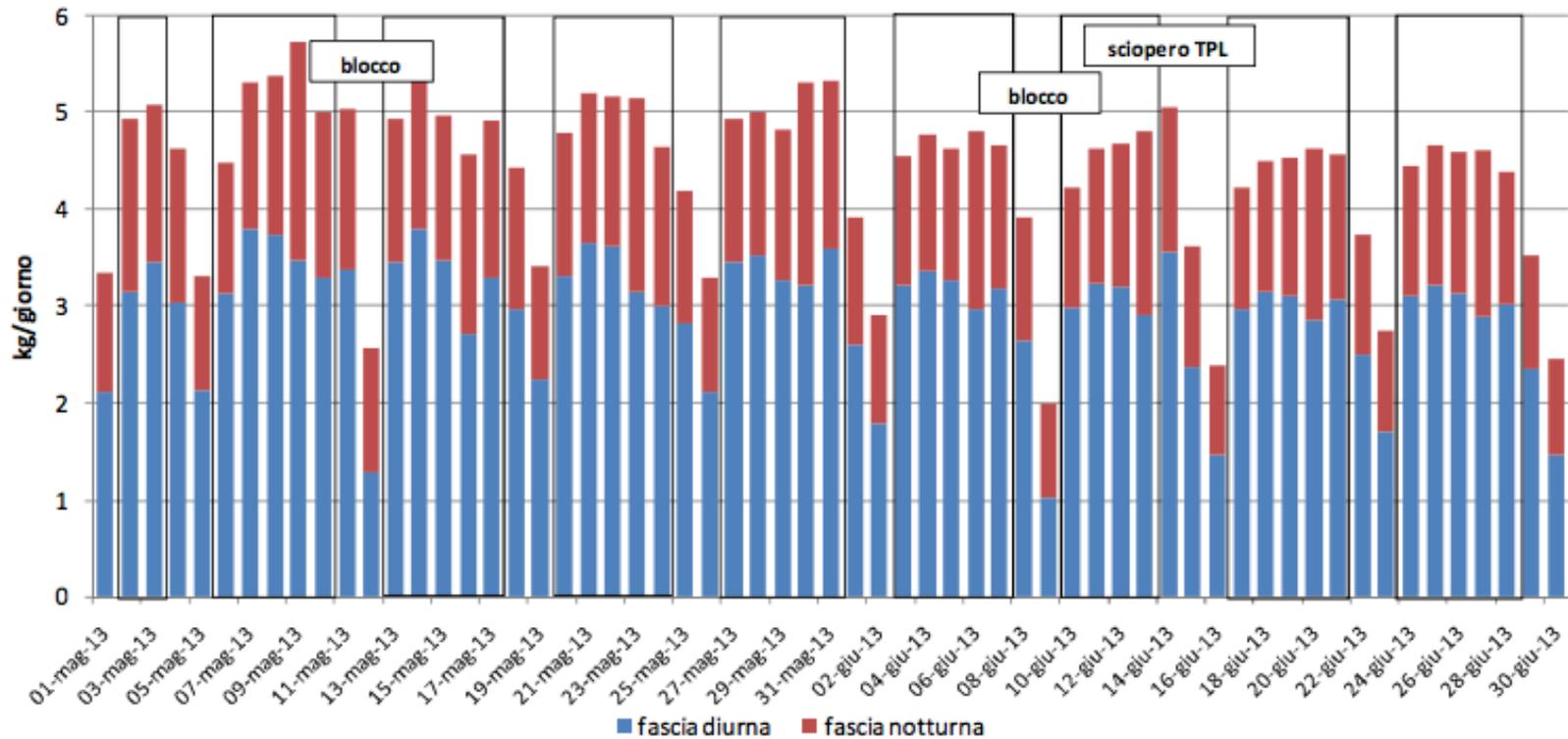


Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Aspetti temporali: un esempio

Andamento giornaliero PM10 allo scarico dovuto al traffico veicolare in Area C (Milano), periodo maggio – giugno 2013 (Fonte: AMAT, 2013)



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Indicazioni di policy

- Il costo dell'inquinamento atmosferico influisce in modo significativo sul nostro benessere
- I policy maker devono affrontare questo problema seguendo soluzioni economicamente vantaggiose e politiche basate sull'evidenza scientifica
- La ricerca offre nuove soluzioni per:
 - Migliore monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e dei suoi impatti
 - Migliori studi di simulazione
 - Stima dei costi più precisa



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Politiche

- **industria**: tecnologie pulite; maggiore efficienza delle risorse
- **trasporto**: cambio modale; reti pedonali e ciclabili nelle città; trasporto interurbano ferroviario di merci e passeggeri; veicoli e carburanti a basse emissioni, tariffazione stradale, tariffe di parcheggio, zone a basse emissioni
- **agricoltura**: migliore gestione del letame, dei fertilizzanti e pesticidi
- **offerta e domanda di energia**: uso di combustibili a basse emissioni e fonti rinnovabili; cogenerazione di calore e elettricità; generazione distribuita di energia; teleriscaldamento e teleraffreddamento; tasse sul carburante, prezzi del carbonio, etichette e / o standard per le apparecchiature;
- **pianificazione urbana**: miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici; promuovere la compattezza della città
- **gestione dei rifiuti**: riduzione dei rifiuti, separazione dei rifiuti, riciclaggio e riutilizzo
- **sociale?**



Politiche di medio lungo e breve periodo

- Mentre le politiche strutturali e di lungo periodo mostrano il potenziale più elevato per ridurre i costi dell'inquinamento atmosferico, le azioni a breve termine e quelle temporanee non dovrebbero essere ignorate.
- Un esempio lampante dei vantaggi derivanti dall'applicazione delle misure per il controllo del traffico e dell'inquinamento deriva dai Giochi olimpici di Pechino 2008. Hou et al (2010) hanno osservato che il mantenimento dell'esposizione al particolato durante il periodo dei Giochi sotto il limite di $100 \text{ mg} / \text{m}^3$ era associato a una riduzione significativa (del 38%) dei costi economici relativi alla salute rispetto ai periodi precedenti e successivi ai Giochi.



Inquinamento e salute nelle aree industriali

La concentrazione di attività industriali (in particolare petrolchimiche, produzione energetica, industria pesante e mineraria) genera una serie di pressioni ambientali, con importanti **ricadute sui residenti e sui lavoratori** (WHO, 2009). Valutarne gli impatti sulla salute risulta essere un'attività complessa per diverse ragioni (valutazione lacunosa dell'esposizione, dati inaffidabili su emissioni e contaminazione, presenza di diverse sostanze e combinazioni nell'esposizione, presenza di elementi confondenti come gli stili di vita e la mobilità delle persone) (Mudu et al., 2014).

Una valutazione condotta sui **18 siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN)** (Crocetti et al., 2014) ha riscontrato che nella maggior parte dei casi vi sono sorgenti emissive diverse ed eterogenee, mentre in alcuni casi vi è esposizione ad un unico inquinante.

La valutazione ha identificato un eccesso di incidenza di alcune forme di tumori in diversi SIN, che dev'essere ulteriormente analizzato per verificare l'associazione causale con l'esposizione a determinati inquinanti.



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Le interazioni tra inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici

- Vi sono importanti interazioni tra inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici:
- Alcuni fonti emissive sono responsabili sia dell'emissione di inquinanti dell'aria che di gas climalteranti (es. uso di combustibili fossili);
 - Alcuni inquinanti dell'aria hanno un effetto riscaldante sul clima a breve termine (es. black particles, l'ozono e i suoi precursori)

Tuttavia, il dibattito scientifico e politico tende ad affrontare questi due temi come separati.

Adottare un **approccio integrato** consentirebbe di **cogliere opportunità di policy** e di **risparmiare costi** nelle misure di implementazione, es. alcuni miglioramenti tecnologici possono comportare benefici su entrambi i fronti. Tuttavia, vanno valutati i **potenziali co-benefici** ed **eventuali trade-offs** (es. alcune misure per ridurre i gas serra - quali l'utilizzo di biomasse – possono comportare un peggioramento della qualità dell'aria).



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

(Fonte: UNECE)

Cambiamenti climatici e salute

Anche i cambiamenti climatici comportano rilevanti effetti sulla salute umana e degli ecosistemi. Impattano sulle principali determinanti sociali e ambientali della salute (aria pulita, acqua potabile, produzione di cibo sufficiente e disponibilità di abitazioni sicure), esacerbando gli effetti di alcuni fenomeni:

- **Calore estremo:** contribuisce direttamente alle morti da malattie cardiovascolari e respiratorie, e aumenta i livelli di inquinamento dell'aria che esacerbano tali malattie;
- **Disastri naturali:** sono responsabili ogni anno di circa 60.000 morti, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo; distruggono abitazioni e servizi essenziali; influiscono sulla qualità dell'acqua (alluvioni);
- **Variazione nella piovosità:** impatta sulla disponibilità di acqua potabile e la produzione di cibo, comportando un aumento del numero di persone colpite da malnutrizione e denutrizione;
- **Propagazione di malattie e infezioni:** i cambiamenti climatici influiscono in modo significativo sulla diffusione delle malattie trasmesse tramite l'acqua e gli insetti (aumentano la durata delle stagioni di trasmissione e allargano l'area geografica di diffusione)

Secondo stime del WHO, i cambiamenti climatici causeranno circa 250.000 morti addizionali all'anno tra il 2030 e il 2050, per malnutrizione, malaria, diarrea e stress da calore.

I costi diretti per la salute (esclusi i costi per l'agricoltura, acqua e sanità – settori collegati alla salute umana) sono stimati tra i **2 - 4 miliardi/anno \$ al 2030**.



Università
Bocconi

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

GRAZIE.



**Università
Bocconi**

IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy

Università Commerciale Luigi Bocconi

Via Röntgen 1 | 20136 Milano – Italia |
Tel +39 02 5836.3820 | www.iefe.unibocconi.it