

# ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpae  
Agenzia regionale  
prevenzione, ambiente ed energia  
dell'Emilia-Romagna  
N° 3, luglio 2023, anno XIV

## FARE I CONTI CON L'AMBIENTE

I SISTEMI DI CONTABILITÀ  
AMBIENTALE INTEGRATA A SUPPORTO  
DELLE POLITICHE DI SOSTENIBILITÀ

UNA TERRA PER TUTTI, È ORA DI  
AGIRE PER UN SISTEMA ECONOMICO  
ORIENTATO AL BENESSERE

**QUALITÀ DELL'ARIA**  
DAL PROGETTO PREPAIR VALUTAZIONI  
E STRUMENTI PER IL RISANAMENTO





# UN AIUTO PER L'EMILIA-ROMAGNA

Raccolta fondi per sostenere persone  
e comunità colpite da alluvioni e frane

IBAN: IT69G0200802435000104428964

**CAUSALE: "ALLUVIONE EMILIA-ROMAGNA"**

intestato a "Agenzia per la sicurezza territoriale e  
la protezione civile dell'Emilia-Romagna"

# IL BENESSERE IN GIOCO, L'AMBIENTE CHIAMA

Giuseppe Bortone • Direttore generale Arpa Emilia-Romagna



“Accelerare l’impegno comune per avere persone più sane, un pianeta prospero, un futuro sostenibile”: con questa dichiarazione di intenti si apre il documento finale della settima Conferenza ministeriale su ambiente e salute, promossa dalla Regione europea dell’Organizzazione mondiale della sanità, che si è tenuta dal 5 al 7 luglio a Budapest. Dopo la dichiarazione di Ostrava del 2017, si ribadisce quindi la forte interconnessione tra lo stato del pianeta e la salute umana, alla luce di quella che viene definita la “triplice crisi” che le nostre società si trovano ad affrontare (cambiamento climatico, inquinamento ambientale e perdita di biodiversità). Nel frattempo, la pandemia di Covid-19 ha ulteriormente evidenziato l’interconnessione e l’interdipendenza tra la salute di persone, animali, piante ed ecosistemi e ha messo in luce le pressanti questioni relative alle disuguaglianze sociali.

L’obiettivo deve quindi essere la messa in atto di una “transizione equa” che porti ad avere società resilienti, sane e sostenibili, da un lato aumentando l’impegno per la prevenzione e la *preparedness* (la capacità della società di essere pronta ad affrontare situazioni di crisi e di emergenza) e dall’altro aumentando l’impegno per contrastare le minacce e gli impatti collegati ai determinanti ambientali della salute. Gli impegni sottoscritti nella dichiarazione di Budapest, accompagnati da una *roadmap* al 2030 che contiene

l’indicazione delle azioni prioritarie da adottare, convergono nel potenziamento dei sistemi sanitari, nel garantire un accesso universale ai servizi di base, nella mitigazione dei cambiamenti climatici, nella riduzione dell’impatto degli inquinanti, nella salvaguardia della natura e della biodiversità. Soprattutto, emerge con forza la necessità dell’integrazione delle conoscenze e della collaborazione in un’ottica che consideri integralmente persone, animali ed ecosistemi (è prevista l’attivazione di speciali *partnership* che coinvolgono anche la società civile, le comunità locali e il settore privato). L’auspicio è che, al di là delle dichiarazioni di principio che possono sembrare già sentite (la dichiarazione non contiene obiettivi puntuali e gli impegni dovranno essere poi declinati dai decisori in misure specifiche), l’attenzione alle nuove generazioni – che è stata particolarmente rimarcata – diventi concreta in tempi rapidi.

Intanto, è bene che si affermi un contesto culturale che riconosce che l’approccio alle problematiche e alle crisi non può essere settoriale e limitato ad aspetti parziali. Alla conferenza di Budapest ha partecipato anche il sindaco di Cesena, Enzo Lattuca, in rappresentanza dei territori colpiti dall’alluvione di maggio. Quell’evento è “il chiaro segno – ha detto nel suo intervento – di come i cambiamenti climatici stiano generando singoli eventi meteorologici estremi che dobbiamo fronteggiare con interventi strutturali necessari e immediati che

necessitano di importanti risorse. Siamo convinti che non ci sia più tempo da perdere e che non possiamo limitarci a delegare ad altri il compito di trovare le soluzioni”.

Pochi giorni dopo la conferenza Oms, il Parlamento europeo ha approvato (esito assolutamente non scontato) la proposta di legge sul ripristino della natura (*nature restoration law*). La direzione è la stessa: la tutela della società, il benessere, anche la prosperità economica dipendono da un rapporto con l’ambiente che inverta il trend di sfruttamento delle risorse e di occupazione del territorio che si è rivelato insostenibile.

I dettagli saranno definiti nel negoziato con il Consiglio europeo, ma alcuni paletti sono stabiliti: il ripristino dovrà interessare almeno il 20% del territorio terrestre e marino (a patto di mantenere condizioni di sicurezza alimentare a lungo termine) e 25 mila km di corsi d’acqua dovranno essere restituiti alla natura assicurando la continuità ecosistemica. Ci sarà bisogno pertanto di investimenti significativi, nuovi approcci, un cambiamento nella gestione delle città e degli ambienti naturali.

Le crisi in cui ci troviamo rischiano di farci concentrare sulle emergenze (che si intensificano in frequenza e proporzioni). È sempre più evidente che la risposta dovrà mettere insieme azioni immediate e una visione di lungo periodo. In gioco c’è il benessere di tutti.





Rivista di Arpae  
Agenzia regionale  
prevenzione, ambiente ed  
energia dell'Emilia-Romagna

**arpae**  
agenzia  
prevenzione  
ambiente energia  
emilia-romagna

ISSN 2039-0424

Numero 3 • Anno XIV  
Luglio 2023

---

**DIRETTORE**  
Giuseppe Bortone

**Segreteria:**  
Ecoscienza, redazione  
Via Po, 5 40139 - Bologna  
Tel 051 6223887  
ecoscienza@arpae.it

**Progetto grafico**  
Miguel Sal & C.

**Impaginazione,  
grafica e copertina**  
Tempo Libro Srl

**Stampa**  
Premiato stabilimento  
tipografico dei comuni  
Santa Sofia (FC)

Registrazione Trib. di Bologna  
n. 7988 del 27-08-2009

**DIRETTORE RESPONSABILE**  
Stefano Follì

**In redazione:**  
Daniela Merli  
Barbara Galzigna

**COMITATO EDITORIALE**  
Coordinatore  
Eriberto De' Munari  
Paola Angelini  
Raffaella Angelini  
Giuseppe Battarino  
Vito Belladonna  
Francesco Bertolini  
Gianfranco Bologna  
Giuseppe Bortone  
Roberto Coizet  
Nicola Dall'Olio  
Paolo Ferrecchi  
Matteo Mascia  
Michele Munafò  
Giancarlo Naldi  
Giorgio Pineschi  
Attilio Raimondi  
Karl Ludwig Schibel  
Andrea Segrè  
Stefano Tibaldi  
Alessandra Vaccari

---



Tutti gli articoli, se non altrimenti specificato,  
sono rilasciati con licenza Creative Commons  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

---

Chiuso in redazione: 04/08/2023

Stampa su carta  
Cocoon Offset



**RICICLATO**  
Carta prodotta da  
materiale riciclato  
FSC® C107186

# SOMMARIO

3 **Editoriale**  
**Il benessere in gioco,  
l'ambiente chiama**  
Giuseppe Bortone

## Economia ambientale

- 6 **Oltre la crescita  
per un benessere sostenibile**  
Robert Costanza, Till Kellerhoff
- 8 **Una Terra per tutti: è ora di agire**  
Gianfranco Bologna
- 10 **Un capitale naturale  
da valutare e contabilizzare**  
Alessandra La Notte
- 13 **Contabilizzare la relazione  
tra economia e ambiente**  
Massimiliano Mazzanti, Alessandro Montanaro
- 16 **I conti ambientali  
delle emissioni regionali**  
Elisa Bonazzi, Maurizio Marengon,  
Alessandro Montanaro
- 18 **Metodologia top-down  
per costruire la matrice Ramea**  
Maurizio Marengon, Elisa Bonazzi
- 20 **Metodologia bottom-up  
e aggiornamento di Ramea**  
Alessandro Montanaro, Elisa Bonazzi
- 24 **Lo sviluppo sostenibile  
e il sistema multilivello**  
Barbara Budini

## Attualità

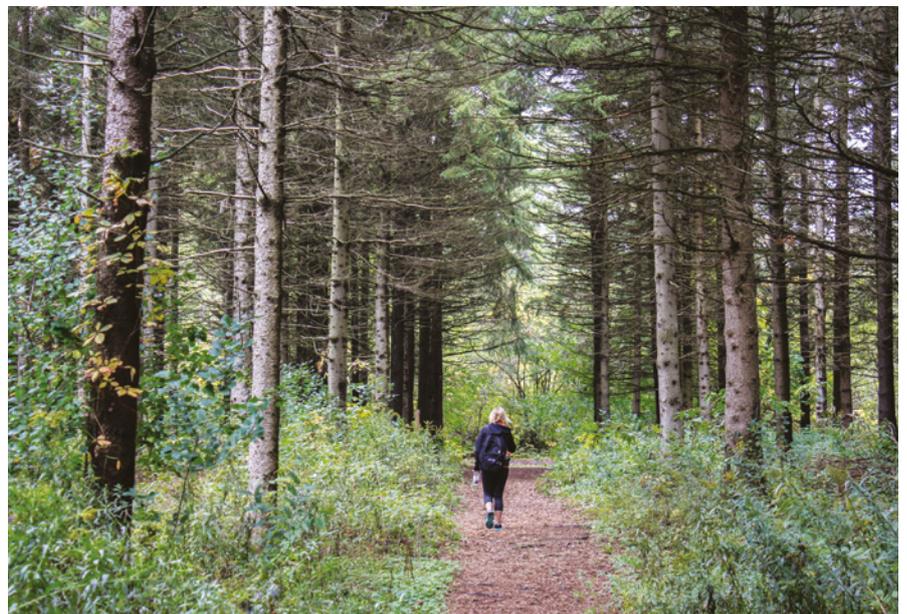
26 **Cambiamenti climatici  
e tartarughe in Toscana**  
Carlotta Alaura, Cecilia Mancusi

## Prepair

- 30 **Prepair, un progetto  
per un'aria migliore**  
Katia Raffaelli, Giulia Righi, Gianluca Iannuzzi
- 32 **Strumenti e risultati  
su vasta scala di Prepair**  
Elisabetta Angelino, Michele Stortini
- 35 **Stima delle emissioni da traffico  
e grafo stradale**  
Francesca Bissardella, Giuseppe Fossati, Stefania  
Ghigo, Alessandro Marongiu, Elisabetta Angelino
- 38 **Le sorgenti di emissione  
e il dataset Prepair**  
Alessandro Marongiu, Elisabetta Angelino,  
Gabriele Distefano, Giuseppe Fossati
- 40 **Biomassa legnosa,  
uso residenziale e stima emissiva**  
Silvia Pillon, Laura Susanetti, Alessandro Marongiu
- 42 **Valutazioni modellistiche annuali  
del bacino padano**  
Stefano Bande, Roberta Amorati
- 44 **Strumenti di screening  
per la qualità dell'aria**  
Michele Stortini, Stefano Bande, Giovanni Bonafè
- 48 **La stima delle emissioni  
dal comparto zootecnico**  
Matteo Balboni
- 51 **Composizione del PM  
e studi di source apportionment**  
Eleonora Cuccia, Arianna Trentini
- 54 **"Air Up, parole per l'aria"  
Gli elaborati premiati**

## Rubriche

- 56 **Legislazione news**  
57 **Osservatorio ecreati**  
58 **Mediateca**



# FARE I CONTI CON L'AMBIENTE

## Strumenti, modelli e dati per una contabilità ambientale integrata

**D**all'economia della crescita infinita all'economia del benessere per tutti entro i limiti del pianeta. Questo è un passaggio necessario per garantire un pianeta vivibile.

In questo servizio di *Ecoscienza* si parla di capitale naturale, di conti e rendicontazione delle politiche e azioni ecologiche e dell'importanza della diffusione e dell'utilizzo di strumenti, modelli e informazioni ambientali completi come base per scelte politiche e imprenditoriali lungimiranti e consapevoli, che considerino il valore della natura e dell'ambiente tra i capitoli del bilancio.

La variabile ambientale è entrata di prepotenza nel sistema politico ed economico. I pericoli, i disastri e i danni ambientali sempre più attuali e frequenti rendono sempre più evidente che non possiamo pensare di misurare il nostro benessere,

il tenore di vita o il progresso basandoci sul Pil. Il Club di Roma ha lanciato l'allarme con l'iniziativa *Earth4all*, auspicando un "balzo da gigante" per trasformare il sistema attuale a favore della sostenibilità.

Con il progetto Inca, supportato dalla Commissione europea, si è testata la fattibilità e l'implementazione della contabilità sui servizi ecosistemici in Europa.

I sistemi Namea e Ramea sono uno strumento importante per misurare, a livello nazionale e regionale, la relazione tra economia e ambiente, le interazioni tra i settori economici e l'uso delle risorse naturali, nonché la generazione di emissioni e di rifiuti.

I conti dell'ambiente al servizio della sostenibilità ambientale, economica e sociale sono la chiave per una corretta visione e programmazione del nostro futuro.  
(BG)

# OLTRE LA CRESCITA PER UN BENESSERE SOSTENIBILE

EARTH4ALL È LA NUOVA INIZIATIVA DEL CLUB DI ROMA, LANCIATA A 50 ANNI DA “I LIMITI DELLA CRESCITA”. SERVE UN “BALZO DA GIGANTE” PER UN CAMBIAMENTO RADICALE DEL SISTEMA ECONOMICO GLOBALE. I FATTORI SOCIALI E AMBIENTALI DEVONO ESSERE INTEGRATI, PER PUNTARE AL REALE BENESSERE DELLA SOCIETÀ IN UN PIANETA VIVIBILE.



**S**iamo in corsa verso un punto di non ritorno. Stiamo superando i limiti biofisici del pianeta, il clima muta rapidamente e si avvicina a livelli critici, potenzialmente irreversibili, che potrebbero consegnare alla civiltà umana un mondo nuovo mai sperimentato prima. Il cambiamento climatico, tuttavia, è solo l'aspetto più evidente: siamo nel bel mezzo della sesta estinzione di massa; dal 1970 a oggi, la fauna selvatica ha subito una preoccupante flessione (circa del 70%) e un milione di specie si trovano ad affrontare l'imminente minaccia di estinzione nei prossimi decenni. Inoltre, il capitale sociale si sta erodendo a causa della crescente disuguaglianza e della polarizzazione politica. Molte persone in tutto il mondo riconoscono che la vita non sta migliorando. I livelli di ansia, depressione e *burnout* stanno salendo alle stelle in tutto il mondo occidentale. Dipendenti a tempo pieno che non riescono a pagare l'affitto, persone impiegate in lavori precari con poche tutele per arrivare a fine mese, datori di lavoro che tagliano il personale aumentando il carico di lavoro per chi resta: sono condizioni diventate normali in questo sistema che estrae risorse naturali, energia e tempo.

La causa principale di questa crisi è la dipendenza della nostra società da un paradigma economico ormai obsoleto, basato unicamente sul perseguimento della crescita del Pil a tutti i costi. Si tratta di un sistema che sostiene che i desideri delle persone siano riconducibili unicamente all'aumento del reddito e dei consumi senza limiti; un sistema convinto che l'economia di mercato possa crescere per sempre; che una massiccia disuguaglianza sia giustificata per fornire incentivi alla crescita e che gli sforzi per fronteggiare le sfide del clima e di altri problemi ambientali non debbano interferire con la crescita.

In questo contesto, il Pil è stato interpretato erroneamente come un indicatore affidabile di progresso. Già nel 1934, uno dei principali ideatori del Pil, l'economista Simon Kuznets, sosteneva che “il benessere di una nazione difficilmente può essere dedotto dalla misurazione del reddito nazionale definito dal Pil”.

Nel 1968, Robert Kennedy sottolineava che il Pil “misura tutto tranne ciò che rende la vita degna di essere vissuta”. Pertanto, questo indicatore non è mai stato concepito per misurare il benessere della società, poiché quantifica solo

produzione e consumo commercializzati, confondendo i risultati, positivi e negativi. Inoltre, il Pil non dice nulla sulla distribuzione del reddito, sul lavoro non retribuito o sui danni all'ambiente. Continuare a utilizzarlo come obiettivo politico, sta portando le nostre società verso un futuro insostenibile che avvantaggia porzioni sempre più piccole di popolazione, impoverendo invece la grande maggioranza. Tutti questi elementi devono essere presi in considerazione in ogni tentativo di misura del reale benessere della società. Ma come perseguire questo obiettivo? Considerando che la finestra di opportunità per garantire un pianeta vivibile per tutti si sta rapidamente restringendo, è urgente attuare politiche di trasformazione che ci guidino verso un nuovo sistema economico globale che metta al primo posto il benessere sostenibile degli esseri umani e degli ecosistemi naturali.

Un recente tentativo di tracciare la rotta verso questo futuro di benessere sostenibile è l'iniziativa Earth4All, presentata dal Club di Roma. Earth4All esplora due scenari di base per il futuro, fino al 2050.

Lo scenario “Troppo poco e troppo tardi” prevede che si continui come si è sempre fatto, proseguendo con l’aumento delle disuguaglianze, con lo sconvolgimento climatico e con la generale diminuzione di benessere, anche se concomitanti alla crescita del Pil.

Viceversa, è possibile investire su uno scenario “Balzo da gigante”, che punti a sensibili trasformazioni in 5 ambiti: povertà, disuguaglianza, responsabilizzazione (*empowerment*), energia e alimentazione (*figura 1*).

Questo cambio di passo potrebbe garantire un benessere sostenibile, prospero ed equo per gli esseri umani e per i sistemi naturali e stimolare il passaggio a un sistema economico basato sul benessere.

Donella Meadows ha descritto questi punti di svolta come “luoghi all’interno di un sistema complesso (un’azienda, un’economia, un corpo vivente, una città, un ecosistema) in cui un piccolo cambiamento in un ambito, può produrre grandi cambiamenti nell’insieme”. Gli obiettivi di Earth4All, da sostenere tramite soluzioni politiche concrete, sono i seguenti:

1. porre fine alla povertà. Tutti i Paesi a basso e medio reddito devono aver raggiunto una soglia minima di reddito di 15.000 dollari per persona all’anno
2. affrontare il problema della disuguaglianza lorda. Il 10% più ricco dovrebbe avere meno del 40% del reddito nazionale
3. accelerare l’equità di genere, a livello globale, per migliorare il benessere e contribuire a stabilizzare la crescita demografica entro il 2050
4. trasformare il sistema alimentare in un’agricoltura rigenerativa e sostenibile, fornire diete sane alle persone entro i confini del pianeta
5. attuare la transizione verso l’energia pulita seguendo un percorso di “Carbon Law” che preveda la riduzione dei combustibili fossili e dei gas serra, dimezzandoli ogni decennio, per raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050.

L’attuazione di questi cambiamenti richiederà investimenti sostanziali, che dovranno essere sostenuti principalmente da un aumento della spesa pubblica. Pertanto, un elemento cruciale da inserire in agenda dovrebbe prevedere l’incremento delle tasse, in particolare per persone immensamente ricche e per le grandi aziende. Inoltre, è fondamentale affrontare il tema dei consumi di lusso degli ultra-ricchi per ridurre efficacemente le emissioni di anidride carbonica e minimizzare gli sprechi. Tuttavia, questo non è un progetto

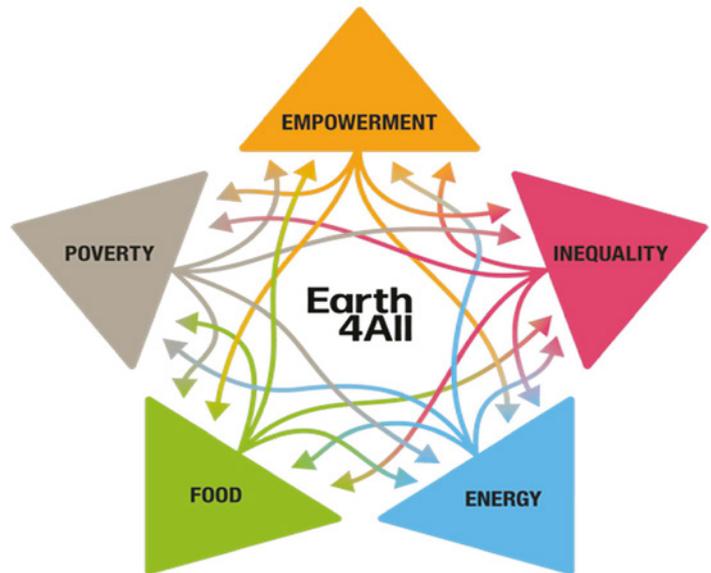


FIG. 1  
LE 5 SVOLTE

I cinque ambiti individuati da Earth4All per cambiare il paradigma economico e sociale verso la sostenibilità.



ben definito. Le soluzioni da mettere in campo saranno diverse a seconda dei luoghi, ma riteniamo che sia fondamentale adottare una visione olistica ed essere consapevoli della natura sistemica dei nostri problemi attuali. È assolutamente necessario considerare insieme i fattori sociali e ambientali. Spesso si sostiene che nella crisi climatica siamo tutti sulla stessa barca. Non è vero. Mentre a livello globale il 10% delle persone più ricche è responsabile di oltre la metà delle emissioni di gas serra, la metà più povera della popolazione mondiale non vi contribuisce quasi per nulla. E mentre è soprattutto una minoranza ricca a essere responsabile dei maggiori danni a livello globale, le conseguenze sono più sentite ed evidenti per le popolazioni dei Paesi a basso reddito.

Le società devono chiedersi fino a che punto sia possibile tollerare l’aumento delle disuguaglianze. Nell’affrontare la crisi climatica, è imperativo garantire un’adeguata redistribuzione e misure compensative, assicurandosi contemporaneamente che i maggiori responsabili dell’inquinamento sostengano i costi delle trasformazioni necessarie.

Tuttavia, dobbiamo essere consapevoli che tutti i soggetti interessati a mantenere l’attuale sistema (tra cui i miliardari, il settore dei combustibili fossili, le Big Pharma, il settore militare, l’industria agroalimentare) continueranno a cercare di impedire un cambiamento trasformativo. Per superare la dipendenza della nostra società dall’attuale sistema sarà necessario un ampio consenso e una spinta dal basso dei movimenti verso l’obiettivo condiviso di benessere sostenibile per gli esseri umani e per gli ecosistemi naturali. Spesso il timore è che queste trasformazioni richiedano sacrifici e minore benessere. In realtà è vero il contrario. Sacrifichiamo il nostro benessere globale se continuiamo a percorrere lo scenario del “troppo poco e troppo tardi”. Svoltare e cambiare direzione con il “balzo da gigante” può migliorare sostanzialmente la vita di tutti gli abitanti della Terra, la biodiversità e la qualità degli ecosistemi da cui tutti dipendiamo.

**Robert Costanza<sup>1</sup>, Till Kellerhoff<sup>2</sup>**

1. Institute for global prosperity, University College London  
2. Club di Roma

Traduzione di Roberta Renati

# UNA TERRA PER TUTTI: È ORA DI AGIRE

IL RAPPORTO DEL CLUB DI ROMA MOSTRA L'URGENZA DI UN CAMBIO DI ROTTA PER COLLOCARSI SULLA STRADA DELLA SOSTENIBILITÀ. LA CONOSCENZA SCIENTIFICA DEL SISTEMA TERRA DEVE ESSERE LA BASE PER UNA VISIONE SISTEMICA E DI LUNGO TERMINE. L'OBIETTIVO È L'ECONOMIA DEL BEN-ESSERE PER TUTTI ENTRO I LIMITI DEL PIANETA.

Nel marzo 1972 fu presentato il primo rapporto pubblicato per il Club di Roma<sup>1</sup>, il prestigioso *think tank* internazionale voluto e fondato nel 1968 da un grande italiano, Aurelio Peccei, *The limits to growth (I limiti alla crescita)*. Questo rapporto ha avuto il merito di chiarire un concetto che, di fatto, costituisce l'autentica base della sostenibilità: l'impossibilità di una crescita umana materiale e quantitativa illimitata in un mondo dai chiari limiti biogeofisici come la nostra Terra. Il rapporto era basato su un primo modello mondiale realizzato dal System dynamics group del prestigioso Mit, che valutava gli andamenti, da allora al 2100, di 5 importanti variabili per l'esistenza umana, l'andamento della popolazione, la disponibilità di cibo, le riserve e i consumi di materie prime, lo sviluppo industriale e l'inquinamento. Il testo dimostrava che, ove non si fossero diminuiti gli impatti della nostra specie sui sistemi naturali che supportano la vita di tutti noi, entro il secolo successivo (quello che oggi stiamo vivendo) ci saremmo trovati in serie difficoltà.

Nell'occasione del 50° anniversario dalla pubblicazione di quel volume, il Club di Roma ha pubblicato *Una Terra per tutti* (Edizioni Ambiente)<sup>2</sup>. Si tratta del 54° rapporto sin qui pubblicato che propone quello che penso possa essere definito come uno dei migliori percorsi sino a oggi individuati e ancora praticabili (nonostante l'enormità del tempo perduto e del susseguente aggravarsi delle situazioni ambientali e sociali ormai ad alto rischio) per avviare il cambio di rotta necessario all'umanità intera per collocarsi sulla strada della sostenibilità. Tutti i dati scientifici e sociali ci dicono infatti, con chiarezza, che l'attuale sistema economico dominante è in rotta di collisione con il dinamico funzionamento dei sistemi naturali e con un'ingiustizia sociale, una diffusione della povertà e dei livelli di disuguaglianza ormai totalmente

insostenibili per l'immediato futuro<sup>3</sup>. Sulla base di un nuovo sistema operativo per l'economia, che il Club di Roma propone essere quello dell'*economia del ben-essere (wellbeing economy)*, che riguarda la teoria e la pratica della cosiddetta economia rigenerativa della post crescita), ormai ampiamente approfondito e proposto da tanti autorevoli economisti di fama internazionale, il rapporto prevede 5 straordinarie inversioni di rotta da attuarsi congiuntamente e che riguardano la riduzione della povertà, la riduzione della disuguaglianza, la concretizzazione dell'emancipazione femminile, la modifica del sistema alimentare e la modifica del sistema energetico.

La perdita di ormai almeno 50 anni di azioni decise e concrete che sarebbero state necessarie per invertire la rotta, ci richiede oggi una trasformazione economica sistemica nello spazio di decenni e non certo di secoli. Alcuni obiettivi da raggiungere sono ormai ineludibili, come una reale redistribuzione della ricchezza, un dividendo di base universale per consentire un'equa trasformazione del benessere sociale, una decisa riduzione del sovraconsumo, l'adozione di nuovi indicatori economici del benessere (andando oltre il Pil), gli investimenti fondamentali per una sicurezza energetica e per la sostenibilità del sistema alimentare attuale, che oggi purtroppo costituiscono le basi nefaste che causano il cambiamento climatico e la perdita di biodiversità in atto in tutto il mondo. Questa incredibile sfida che richiede la creazione della più ampia coalizione che il mondo abbia mai visto, come consapevolmente ricorda il rapporto, si deve attivare in un periodo che riguarda soprattutto i prossimi dieci anni. È una sfida da realizzare in un momento difficilissimo sotto tutti i punti di vista, dove riappare addirittura la minaccia dell'uso degli ordigni nucleari e dove il concetto di democrazia è in pericolo,



## UNA TERRA PER TUTTI

Il più autorevole progetto internazionale per il nostro futuro

A cura di Jørgen Randers, Johan Rockström, Sandrine Dixson-Declève, Owen Gaffney, Jayati Ghosh, Per Espen Stoknes. Edizione italiana a cura di Gianfranco Bologna Edizioni Ambiente, 2022, 279 pp.

anche a causa del comportamento che tanti governi hanno tenuto per reagire alla catastrofe del sistema finanziario tra il 2007 e il 2009. In quella fase tra l'altro sono state sostenute le banche in dissesto con cifre enormi, pagate di fatto dai cittadini stessi, scatenando conseguentemente forti politiche di austerità che, a loro volta, hanno prodotto un'ulteriore e significativa crescita di povertà e disuguaglianza. Tutto ciò ha contribuito a creare quel senso di ingiustizia tra le persone purtroppo all'origine della crescita dei leader populistici, che promuovono scientemente forti divisioni e disinformazione diffusa nelle società sempre più disorientate. Una situazione devastante che sta stimolando in maniera pericolosissima la tensione sociale in tutto il mondo.

Ma è una sfida che deve e può essere condotta a tutti i livelli, da quello internazionale fino a quello delle singole nazioni e delle singole persone. Non possiamo più perdere altro tempo e il momento di agire è ora, proprio per cercare di evitare l'ulteriore restrizione delle finestre temporali, che come ci dimostra la conoscenza scientifica sono sempre più ridotte<sup>4</sup>.

La conoscenza scientifica sull'individuazione dei cambiamenti globali causati dall'intervento umano rispetto a quelli causati dalle dinamiche geologiche del nostro pianeta e persino dalle dinamiche del nostro sistema solare, in questi ultimi decenni, a partire soprattutto dai decenni Sessanta e Settanta del secolo scorso, hanno fatto veramente progressi straordinari, proprio con l'avvio delle scienze del sistema Terra. Oggi, anche grazie all'utilizzo dei tanti satelliti capaci di monitorare il nostro pianeta, siamo in grado di avere straordinarie informazioni, che in molti casi hanno ormai registrato modificazioni verificatisi in diversi decenni, e ci aiutano a comprendere al meglio il pesantissimo ruolo che abbiamo avuto nella trasformazione dei sistemi naturali. La scienza del sistema Terra ha proprio il compito di ottenere la conoscenza scientifica dell'intero sistema Terra su di una scala globale descrivendo come le parti che lo compongono e le loro interazioni si evolvano, come funzionano e come possiamo aspettarci possano evolversi a tutti i diversi livelli, come veniva indicato in un pionieristico documento della Nasa e del National research council Usa del 1986<sup>5</sup>. Le avanzate ricerche in tutti questi campi ci hanno consentito di avere programmi internazionali di grande valore ai quali i governi dovrebbero riferirsi per calibrare le loro politiche<sup>6</sup> e imparare ad avere due elementi molto significativi per le politiche del futuro sui quali il Club di Roma ha sempre insistito sin dalla sua fondazione: la visione sistemica che collega e connette i vari ambiti che la politica normalmente continua a seguire in maniera disgiunta e separata e una visione di lungo termine che non ha niente e che vedere con il corto termine al quale assistiamo continuamente. È perciò necessario agire rapidamente, anche nel nostro paese, rifacendoci a *Una Terra per tutti*, per un'autentica attivazione di un modello di sviluppo sostenibile capace di una visione di lungo periodo che si basi su di una serie di punti fondamentali per un autentico cambio di rotta.

Volendo riassumere si tratta sostanzialmente:

- 1) del riconoscimento della centralità del capitale naturale come base essenziale per il nostro benessere e il nostro sviluppo, perché senza un capitale naturale sano e resiliente si mina alla radice la possibilità di avere società prospere e in salute, pregiudicando il nostro futuro e quello delle nuove generazioni; per questo è fondamentale avere un sistema agricolo basato sui principi dell'agroecologia
- 2) di abbandonare l'assunzione di un'infinita espansione dei consumi di energia, di materie prime e di continua trasformazione di sistemi naturali (vedi ad esempio la continua perdita di suolo) e che, attraverso i propri obiettivi del governo, delle pubbliche amministrazioni, delle imprese, della società civile i nostri territori e le nostre città vengano considerati e trattati come un bene comune per realizzare un benessere equo e realmente sostenibile
- 3) di investire senza esitazioni e ambiguità nel risparmio energetico e nelle energie rinnovabili (solare, eolico, geotermia, onde, correnti) e per un uso efficiente di tali risorse, nel rispetto della biodiversità e del paesaggio
- 4) di avviare con risorse economiche adeguate un processo robusto di ripristino ambientale e restauro ecologico tale da restituirci il capitale naturale perso negli ultimi decenni e con esso i beni e servizi ecosistemici necessari al nostro benessere, favorendo con tali investimenti, opportunità di lavoro per i giovani e per quanti dovessero riconvertire la propria attività durante la transizione a una diversa economia non fondata sulla crescita
- 5) di impegnarsi ad avviare processi produttivi circolari, e non più lineari come in passato, promuovendo la riduzione, la riutilizzazione, la riparazione, il recupero, il riciclo e la riqualificazione degli stessi
- 6) di favorire lo sviluppo di una contabilità nazionale, territoriale e d'impresa capace di considerare pienamente l'impatto delle attività umane sul capitale naturale e quindi il pesante costo sino a ora non esplicito e tenuto "nascosto" a causa di una mancanza totale di contabilità ambientale, seguendo il *system of environmental economic accounting* (Seea), delle Nazioni unite con l'apposito *ecosystem accounting*<sup>7</sup>
- 7) di fornire misure più adeguate della performance economica rispetto al Pil (prodotto interno lordo), in grado di cogliere anche il benessere delle persone e lo stato degli ecosistemi e della biodiversità

8) di realizzare politiche che promuovano la conoscenza scientifica del capitale naturale e la sua ampia divulgazione e diffusione, poiché è difficile gestire e salvaguardare quel che non conosciamo.

Abbiamo una sfida gigantesca davanti a noi, ma possiamo affrontarla e risolverla. Dobbiamo essere pronti a diventare protagonisti di un profondo cambio di rotta delle nostre società e non possiamo lasciare alle prossime generazioni l'onere di farlo, perché potrebbe essere troppo tardi.

### Gianfranco Bologna

Presidente onorario Comunità scientifica  
Wwf Italia  
Full member Club of Rome  
Segretario generale Fondazione Aurelio Peccei

### NOTE

<sup>1</sup> [www.clubofrome.org](http://www.clubofrome.org)

<sup>2</sup> <https://earth4all.life>

<sup>3</sup> Vedasi ad esempio, Ipbes, 2019, *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*, [www.ipbes.net/global-assessment](http://www.ipbes.net/global-assessment); Ipcc, 2023, *Climate change 2023. AR6 Synthesis report*, [www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle](http://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle); World Inequality Lab 2023, *Climate inequality report*, <https://wid.world/news-article/climate-inequality-report-2023-fair-taxes-for-a-sustainable-future-in-the-global-south>; World inequality lab, 2022, *World inequality report 2022*, <https://wir2022.wid.world>; Unep, 2019, *Healthy planet, healthy people*, Global environment outlook 6, [www.unep.org/geo/geo-resources/geo-6](http://www.unep.org/geo/geo-resources/geo-6)

<sup>4</sup> Vedasi tra i tantissimi paper scientifici in merito McKay D.A. et al, 2022, "Exceeding 1.5 °C global warming could trigger multiple climate tipping points", *Science*, <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>; van Vuuren D.P. et al., 2022, "Defining a sustainable development target space for 2023 and 2050", *One Earth*, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.01.003>; Folke C. et al., 2021, "Our future in the Anthropocene biosphere", *Ambio*, <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8>; Rockstrom J. et al., 2023, "Safe and just Earth system boundaries", *Nature*, <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8>.

<sup>5</sup> National research council, 1986, *Earth system science. Overview, a program for global change*, National Academy Press, <https://doi.org/10.17226/19210>. Vedasi anche Steffen W. et al., 2004, *Global change and Earth system: a planet under pressure*, the Igbp Books, Springer Verlag.

<sup>6</sup> Vedasi il grande programma internazionale di ricerche e innovazione sulla sostenibilità *Future Earth*, voluto dall'International science council, <https://futureearth.org> e la Earth commission <https://earthcommission.org>

<sup>7</sup> Vedasi <https://seea.un.org> e <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.

# UN CAPITALE NATURALE DA VALUTARE E CONTABILIZZARE

IL PROGETTO EUROPEO INCA HA L'OBIETTIVO DI TESTARE LA FATTIBILITÀ DELLA CONTABILITÀ SU ECOSISTEMI E SERVIZI ECOSISTEMICI. UNA VOLTA IDENTIFICATE E CLASSIFICATE LE VARIE TIPOLOGIE, SONO STATE APPLICATE DIVERSE TECNICHE DI QUANTIFICAZIONE. IL PROGETTO ORA MIRA A SUPPORTARE UN INTERVENTO LEGISLATIVO E AD AFFINARE GLI STRUMENTI OPERATIVI.

Quando si parla di capitale naturale non ci si riferisce solo alle risorse naturali tangibili, come ad esempio acqua, legna, pescato. La generazione di tali risorse è solo una parte dei servizi che l'ecosistema fornisce all'uomo. Ragionare solo in termini di risorse naturali sarebbe infatti riduttivo e fornirebbe un messaggio fuorviante ai decisori politici e a chi è responsabile per la gestione del territorio. Ad esempio, il disboscamento di un'area non implica perdere solo la fornitura di legname, ma anche l'assorbimento di carbonio per mitigare i cambiamenti climatici, la protezione dal rischio di valanghe, inondazioni e di erosione del suolo, la possibilità di praticare attività ricreative e così via.



milioni di euro	Ecosistema urbano	Agroecosistema	Prati e pascoli	Ecosistema forestale	Zone umide	Brughiera e arbusteti	Aree scarsamente vegetate	Corpi idrici interni	Aree costiere	Totale
crescita biomassa agricola		11.407								11.407
crescita biomassa arborea				22.714						22.714
impollinazione agricola		4.517								4.517
ritenzione del suolo		11.512								11.512
sequestro carbonio	-	-	-	9.189	-	-	-	NA	NA	9.189
mitigazione rischio inondazione	89	1.015	3.129	11.388	333	357	1	NA	NA	16.312
purificazione dell'acqua	1.105	31.041	4.128	15.374	330	312	170	3.114	NA	55.576
mantenimento habitat e specie	NA	5.516	985	20.416	1.689	1.176	369	2.363	NA	32.515
ricreazione basata sulla natura	77	4.073	7.482	30.723	2.296	3.097	1.351	1.015	279	50.393
<b>Valore totale</b>	<b>1.272</b>	<b>69.081</b>	<b>15.724</b>	<b>109.805</b>	<b>4.649</b>	<b>4.941</b>	<b>1.891</b>	<b>6.493</b>	<b>279</b>	<b>214.134</b>
euro/km <sup>2</sup>	6.026	42.972	31.014	69.051	47.525	27.361	32.202	59.586	14.531	48.877
% per ecosistema	0,6%	32,3%	7,3%	51,3%	2,2%	2,3%	0,9%	3,0%	0,1%	100 %

TAB. 1 CONTABILIZZAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

Approccio Inca per la contabilizzazione dei servizi ecosistemici.

Fonte: adattata da La Notte et al., 2022b, capitolo 7.

Da uno studio pilota (riferito all'anno 2012) condotto nell'ambito del progetto Inca (*Integrated system for natural capital accounting*)<sup>1</sup> il servizio di approvvigionamento fornito dalle aree forestali in Europa è risultato essere solo il 22% rispetto al totale di 9 servizi ecosistemici quantificati, valutati e contabilizzati (*tabella 1*).

Inca è un progetto creato, finanziato e supportato dalla Commissione europea per testare la fattibilità e l'implementazione della contabilità sugli ecosistemi e servizi ecosistemici in Europa. Coordinato da Eurostat, l'Inca partnership ha coinvolto attivamente il Joint research centre (Jrc), l'Agenzia europea per l'ambiente (Eea), Dg Ambiente e Dg Ricerca e sviluppo ed è rimasta in vigore dal 2015 al 2020. Una corretta interpretazione della *tabella 1* richiede di definire alcuni concetti chiave:

1. cosa sono i servizi ecosistemici (SE)
2. come si quantificano e valutano i servizi ecosistemici
3. come si contabilizzano i servizi ecosistemici.

I SE sono il contributo dell'ecosistema alle attività umane (Teeb, 2010). Tale definizione, pur basandosi sul *Millennium assessment* (2005), si evolve in due direzioni:

- considera il servizio come "processo ecologico" che contribuisce a generare un beneficio tangibile (es. la biomassa) o intangibile (es. il trekking), senza ridurlo al beneficio in sé
- raggruppa solo SE che si possono considerare "finali": i servizi di supporto ad altri servizi possono creare problemi di doppio conteggio in ambito economico. Il *Common international classification for ecosystem services* (Cices)<sup>2</sup> enumera 90 SE, sia biotici sia abiotici, di cui specifica la spiegazione ecologica e quella economica. La *figura 1* sintetizza come i tre macro raggruppamenti di Cices (approvvigionamento, regolazione e mantenimento, valori culturali) si collegano ai diversi ruoli che i SE svolgono nel sostenere le attività umane (fornitura di input ecologici, rimozione di externalità negative, protezione dal rischio di origine antropica e naturale, conformità agli obiettivi internazionali).

Una volta effettuato il primo passo (identificazione dei SE), occorre procedere alla loro quantificazione e valutazione. Non esiste un'unica tecnica di quantificazione. Burkhard e Maes (2017) individuano diverse tecniche con altrettanti diversi livelli di complessità: si

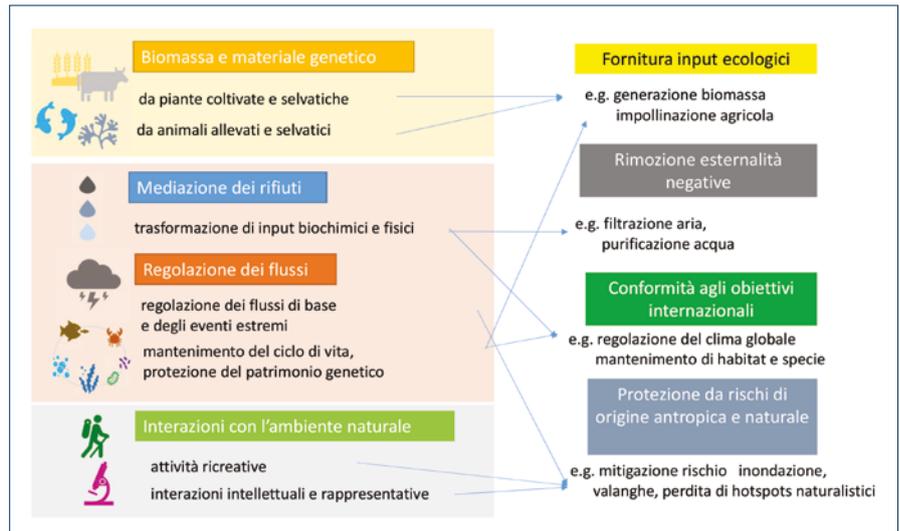


FIG. 1 SERVIZI ECOSISTEMICI

Ruolo dei servizi ecosistemici nel sostenere le attività umane.

Fonte: adattata da La Notte et al., 2022a, capitolo 3.

Servizi ecosistemici	Quantificazione biofisica	Valutazione monetaria
crescita biomassa agricola	Combinazione di modellazione biofisica e dati già esistenti	Prezzi di mercato aggiustati: dati disponibili (modellizzazione non necessaria)
crescita biomassa arborea	Dati di partenza già disponibili (modellizzazione non necessaria)	Prezzi di mercato: dati disponibili (modellizzazione non necessaria)
impollinazione agricola	Combinazione di modellazione biofisica e dati già esistenti	Prezzi di mercato aggiustati: dati disponibili (modellizzazione non necessaria)
ritenzione del suolo	Modellizzazione biofisica (senza configurazione di dipendenza spaziale)	Costi di surrogazione e prezzi di mercato: elaborazione moderata
sequestro carbonio	Modellizzazione biofisica (con configurazioni di dipendenza spaziale)	Costo del danno evitato: modellizzazione necessaria
mitigazione rischio inondazione	Modellizzazione biofisica (con configurazioni di dipendenza spaziale)	Costo di surrogazione: modellizzazione necessaria
purificazione dell'acqua	Dati di partenza già disponibili (modellizzazione non necessaria)	Tassi legati al costo del carbonio: dati disponibili (modellizzazione non necessaria)
mantenimento habitat e specie	Modellizzazione biofisica (senza configurazioni di dipendenza spaziale)	Esperimenti di scelta: modellizzazione necessaria
ricreazione basata sulla natura	Modellizzazione biofisica (senza configurazioni di dipendenza spaziale)	Metodo del costo del viaggio: modellizzazione necessaria

TAB. 2 QUANTIFICAZIONE BIOFISICA E VALUTAZIONE MONETARIA

Tecniche di quantificazione biofisica e valutazione monetaria: da semplici (verde) a moderatamente (giallo, arancione) e molto (rosso) complesse.

va dall'adattare dataset già esistenti, alla modellizzazione dei processi ecologici. Una volta stimati in termini fisici i flussi dei SE identificati, si può procedere alla loro "traduzione" in termini monetari. La valutazione non può infatti prescindere dalla quantificazione biofisica: è quest'ultima che determina quantità e qualità dei SE e se delle variazioni occorrono nell'ecosistema, sono le variabili e i parametri usati nella quantificazione che devono rappresentarli. Tali variazioni saranno a cascata "tradotti" in termini monetari. In Inca diversi SE hanno richiesto tecniche

sia di quantificazione sia di valutazione, come riassunto in *tabella 2*.

Le tecniche di valutazione si distinguono per tipologia di uso (diretto, indiretto, non-uso) e per l'approccio (analisi valori – prezzi e costi – di mercato vs costruzione curve di domanda – preferenze rivelate ed espresse) (Masiero, 2015). Nell'utilizzare un sistema integrato di contabilità ambientale è importante tener distinte le stime dei SE che entrano nel sistema di mercato per essere trasformati – come ad esempio i SE che forniscono input ecologici come

impollinazione agricola e ritenzione del suolo – dai SE che vanno direttamente agli utilizzatori finali senza essere ulteriormente trasformati – come ad esempio l'uso ricreativo di cui beneficiano i residenti e l'assorbimento del carbonio e il mantenimento degli habitat e delle specie di cui beneficia la società globale per ottemperare convenzioni internazionali relative ai cambiamenti climatici e alla perdita di biodiversità. Nel primo caso si tratta usi diretti e indiretti e andranno utilizzate tecniche di valutazione basate sull'analisi dei prezzi e dei costi, per essere coerenti con i valori riportanti nel sistema di contabilità nazionale, a loro volta basati su valori di mercato. Nel secondo caso, si tratta sia di valori di uso sia di non-uso che non entrano nel sistema di mercato, in quanto non subiscono ulteriori trasformazioni. Sarebbe quindi in questo caso possibile, all'insegna della massima trasparenza, utilizzare anche tecniche basate sulla stima delle preferenze rivelate ed espresse. Per la contabilizzazione dei SE, la Commissione statistica delle Nazioni unite ha adottato nel marzo 2021 il *System of integrated environmental and economic accounting – Ecosystem accounts* (Seea-Ea) composto da diversi moduli fra cui le tabelle *Impieghi e risorse* (*Supply and use tables*, Sut)<sup>3</sup>. Attraverso le Sut si contabilizza il flusso annuale di SE generato dai diversi ecosistemi (*supply*) e utilizzato da settori economici, famiglie e società (*use*). Seea-Ea stabilisce una struttura contabile generale senza imporre delle procedure specifiche. Il progetto Inca, seguendo lo standard Seea-Ea, propone e applica un approccio per la contabilizzazione dei SE (figura 2) che prevede:

- la quantificazione del potenziale dell'ecosistema di fornire SE indipendentemente dall'essere poi utilizzati (*Ecosystem services potential*, Es-P)
  - la quantificazione della domanda da parte del sistema socio-economico di SE indipendentemente dalla loro effettiva disponibilità (*Ecosystem services demand*, Es-D)
  - il calcolo del SE effettivo derivante dall'interazione fra Es-P e Es-D (*Ecosystem services match*)
  - il calcolo del SE domandato, ma non fornito dall'ecosistema poiché assente, mal gestito o degradato (*Ecosystem services mis-match*).
- L'approccio utilizzato in Inca (La Notte et al., 2022b) consente quindi non solo la valutazione del flusso dei SE effettivamente forniti dagli ecosistemi, ma anche del flusso dei SE di cui il sistema

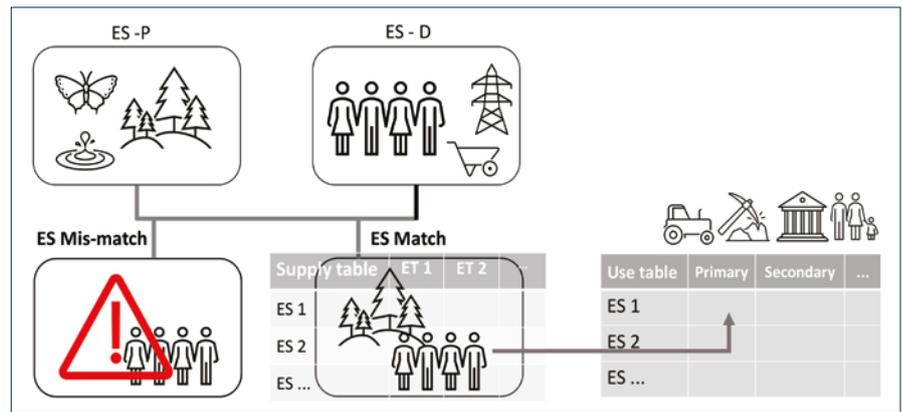


FIG. 2 CONTABILIZZAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI  
Approccio Inca per la contabilizzazione dei servizi ecosistemici.  
Fonte: adattata da La Notte et al., 2022b.

socio-economico avrebbe bisogno e che non è fornito (*Es mis-match*, per una stima v. capitolo 2 in La Notte et al., 2022a). I risultati di tale approccio hanno dimostrato la fattibilità della contabilità del capitale naturale che include anche i servizi ecosistemici e coerenza con il Seea-Ea, al cui sviluppo hanno attivamente contribuito. Le fasi successive di Inca sono volte a:

- supportare la proposta legislativa sull'introduzione della contabilità sugli ecosistemi e servizi ecosistemici in tutti gli stati membri<sup>4</sup>
- creare gli strumenti (*Gis plug-in tools*) per dare la possibilità di replicare i modelli biofisici e le tecniche di valutazione monetaria a scale diverse e in modo sistematico anno dopo anno

- introdurre un ventaglio di possibili utilizzazioni dei moduli contabili soprattutto in combinazione con strumenti economici già in uso.

**Alessandra La Notte**

Consulente presso il Joint research centre della Commissione europea (Jrc)

**NOTE**

<sup>1</sup> <https://ecosystem-accounts.jrc.ec.europa.eu>  
<sup>2</sup> <https://cices.eu>  
<sup>3</sup> <https://seea.un.org/content/ecosystem-accounting-news>  
<sup>4</sup> Annex IX in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:329:FIN>

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

Burkhard B., Maes J., 2017, *Mapping ecosystem services*, Advanced Books 1: Advanced Books, disponibile su <https://ab.pensoft.net/article/12837/>

La Notte A., Grammatikopoulou I., Zurbaran Nucci M., et al., 2022a, *Linking accounts for ecosystem services and benefits to the economy through bridging (Lisbeth)*, Part II, Publications Office of the European Union, Luxembourg, disponibile su <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC130438>

La Notte A., Vallecillo S., Grammatikopoulou I. et al., 2022b, "The Integrated system for natural capital accounting (Inca) in Europe: twelve lessons learned from empirical ecosystem service accounting", *One Ecosystem*, 7, disponibile su <https://oneecosystem.pensoft.net/article/84925/>

La Notte A., Vallecillo S., Garcia Bendito E., et al, 2021, *Ecosystem services accounting: Part III - Pilot accounts for habitat and species maintenance, on-site soil retention and water purification*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, disponibile su <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC126566>

Masiero M., 2015, "Come misurare il valore dei beni naturali", *Ecoscienza*, 1/2015, pp. 12-14, disponibile su [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2015/numero-1-anno-2015/capitale-naturale/come-misurare-il-valore-dei-beni-naturali/view](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2015/numero-1-anno-2015/capitale-naturale/come-misurare-il-valore-dei-beni-naturali/view)

Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and human well-being. Synthesis*, Island Press, Washington, DC., disponibile su [www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf](http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf)

Teeb, 2010, *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*, Earthscan, London.

# CONTABILIZZARE LA RELAZIONE TRA ECONOMIA E AMBIENTE

PER SUPERARE LE MISURAZIONI ECONOMICHE STANDARD BASATE SUL PIL, SONO STATI SVILUPPATI APPROCCI E STRUMENTI CHE PERMETTANO DI INTEGRARE L'UTILIZZO DELLE RISORSE NATURALI E LA GENERAZIONE DI EMISSIONI E RIFIUTI. NAMEA E RAMEA OFFRONO UN SUPPORTO AI DECISORI PER L'ELABORAZIONE DI POLITICHE DI SVILUPPO SOSTENIBILE.

“**I**f the Gpd is up, why is America down?”. In questo articolo del 1995 della rivista mensile statunitense *Atlantic Monthly*, gli autori descrivevano un periodo in cui l'economia stava prosperando secondo le misure economiche standard: la produttività e l'occupazione erano alte e l'inflazione era sotto controllo. Tuttavia, il popolo americano non stava vivendo l'euforia auspicata dai risultati economici (Cobb et al., 1995).

Il prodotto interno lordo (Pil) è stato introdotto dopo la Grande depressione al fine di aiutare i politici a orientare l'economia verso obiettivi economici chiave e fornire una base solida per affrontare le decisioni di politica economica. Tuttavia, senza mettere in discussione i suoi meriti, il Pil non è mai stato pensato per essere utilizzato come misura del benessere, del tenore di vita o del progresso. Il suo stesso creatore, Simon Kuznets, nel 1962 metteva in guardia dal suo uso improprio: *“Dovrebbero essere tenute presenti le distinzioni tra quantità e qualità della crescita, tra i suoi costi e i suoi rendimenti e tra il breve e il lungo periodo. [...] Gli obiettivi per una 'crescita maggiore' dovrebbero specificare una crescita maggiore di cosa e per quale scopo”*.

Negli ultimi 40 anni gli esperti hanno cercato di ridurre l'attenzione sul Pil come misura chiave del progresso nazionale, sostituendo, modificando o integrando i conti nazionali con altri indicatori più approfonditi che riflettano il benessere delle società. In questo contesto la contabilità ambientale nasce con l'adozione da parte dei governi del concetto di sviluppo sostenibile, unitamente alla consapevolezza che le attività economiche e gli incentivi economici appropriati svolgono un ruolo centrale nel determinare se lo sviluppo sia ambientalmente sostenibile o meno. Con il tempo, sono emersi due approcci metodologici distinti per la contabilizzazione dell'ambiente. Da un lato, alcuni economisti suggeriscono



di adattare il prodotto interno lordo al valore dei danni ambientali per ottenere un “Pil verde”. Dall'altro lato, si sviluppa l'idea di correlare le performance economiche di un'economia ai danni ambientali misurati in termini fisici. La differenza di metodo è ben rappresentata dalla domanda: “Ha senso monetizzare i danni ambientali?”. Dibattito ancora acceso, ma che esula dallo scopo di questo articolo, ci limiteremo a indicare che il secondo approccio, la scelta di non monetizzare l'impatto ambientale, rappresenta la pietra angolare di Namea (*National accounting matrix including environmental accounts*): uno strumento di contabilità ibrida che permette di misurare e valutare la relazione tra economia e ambiente, consentendo di analizzare le interazioni tra i settori economici e l'utilizzo delle risorse

naturali, nonché la generazione di emissioni e rifiuti. Namea è oggi un sistema con forti basi metodologiche, internazionalmente riconosciuto ed elaborato periodicamente dall'Istat e standardizzato da Eurostat.

## Ramea, la contabilità economico-ambientale subnazionale

Ramea (*Regional accounting matrix including environmental accounts*) è la versione regionale di Namea: un sistema di contabilità ambientale integrata sviluppato su scala regionale, disponibile per la Regione Emilia-Romagna, utile per la valutazione integrata delle prestazioni economiche e ambientali regionali. Ramea e Namea si propongono

come matrici per una contabilità ibrida (conti economico-ambientali integrati), strumenti di supporto alle decisioni in materia di sviluppo sostenibile, per il monitoraggio e la valutazione delle pressioni esercitate da settori produttivi e famiglie sull'ambiente. Allo stato attuale la matrice segue un sistema rigoroso (UN, 2015) che collega grandezze economiche (ad esempio euro di valore aggiunto, unità di lavoro - occupazione) e ambientali (ad esempio tonnellate di emissioni o di rifiuti) riferite alle attività di produzione e consumo di un dato territorio. Si tratta di un sistema contabile capace di rappresentare l'interazione tra economia e ambiente coerentemente con la logica della contabilità nazionale. I conti della matrice sono riferiti alle stesse entità, ossia a raggruppamenti omogenei di attività economiche e consumi delle famiglie secondo la classificazione statistica europea Nace, declinata nei Paesi membri con proprie classificazioni nazionali (Ateco nel caso italiano). È importante riflettere sulla duplice natura di Ramea:

- 1) un modello statico di valutazione a consuntivo che permette l'organizzazione delle informazioni economico-ambientali integrate
- 2) un modello di valutazione preventiva se accoppiato a opportune matrici *input/output* che, qualora disponibili,

Classificazione attività economiche (Nace, Ateco)	RAM (Conti economici)				EA (Conti ambientali)			
	Matrice input-output (Eur)	Produzione (Eur)	Valore aggiunto (Eur)	Occupati (UL)	Emissioni in atmosfera (ton)	Consumi di energia	Produzione di rifiuti	Imposte ecologiche
Consumi delle famiglie (Coicop)	Consumi per trasporti e riscaldamento (Eur)				Emissioni in atmosfera (ton)	Consumi di energia	Produzione di rifiuti	Imposte ecologiche

TAB. 1 RAMEA  
Schema semplificato della matrice Ramea adattato per la Regione Emilia-Romagna dalla matrice Namea, Eurostat 2007.

permettono di modellare l'evoluzione di un sistema territoriale (analisi di scenario) in termini di sviluppo economico e pressioni ambientali.

Il sistema Namea e Ramea è quindi tendenzialmente descrittivo: differenti tipologie di dati sono organizzati al fine di evidenziare i contributi diretti delle industrie e delle famiglie alle prestazioni economiche e ambientali del sistema economico analizzato, ogni attività di produzione e consumo è così direttamente collegata con le pressioni ambientali generate per supportare l'attività stessa. L'argomento più importante in favore dell'approccio Ramea è che, pur essendo uno strumento "eterodosso", si basa su un sistema contabile neutrale dal punto di vista valoriale. Non fa presupposizioni o giudizi sulle preferenze o sugli obiettivi

sociali. Questo lo rende adatto a essere utilizzato da diverse prospettive teoriche o scuole di pensiero economico, poiché non impone una specifica visione o agenda.

### Un supporto per i policy maker

La struttura informativa di Namea e Ramea offre oggi una base necessaria sia per il management della sostenibilità nelle imprese sia per il *policy making* nazionale (Mazzanti e Zoboli, 2009) e regionale (Costantini et al. 2013). Il dato declinato su base settoriale e geografica, alla luce della necessità di esplorare in modo raffinato l'andamento dinamico degli indicatori ibridi (Corradini et al., 2014; Marin e Mazzanti, 2013) di performance (ad esempio si pensi al rapporto CO<sub>2</sub>/valore



FOTO: REGIONE EMILIA - FRANCESCO GRAZIOI

aggiunto, settore e impresa), consente di esaminare su cambiamenti strutturali, effetti dell'innovazione, non linearità dello sviluppo economico e delle transizioni, relazioni tra settori e regioni. Per il *management* delle imprese, è oggi di primaria importanza una (auto) valutazione delle performance su indicatori sia economici sia ambientali, e la conseguente costruzione di indicatori ibridi. La contabilità Namea permette di definire *benchmark* utili per il miglioramento delle performance e per eventuali progetti di certificazione (Iso, Emas) che devono avere come base una struttura informativa di impresa e di settore, con un monitoraggio costante delle performance.

Sul piano delle *policy*, è assolutamente cruciale ottenere evidenze empiriche degli impatti delle politiche in ambito di clima, energia, circolarità a un livello sia macroeconomico sia meso-settoriale-geografico, al fine di definire ove necessario date eterogeneità tecnologiche e di costi di abbattimento delle emissioni, *design di policy* "adattati" ai settori (più o meno ambiziosi rispetto al target medio, o pacchetti di *policy* differenziati usando tasse, sussidi, accordi volontari, *liability*). Infatti, la transizione verso la sostenibilità sociale, ambientale ed economica (Eea, 2019) è guidata dalla coevoluzione di diverse transizioni, che si verificano a diverse dimensioni geografiche e settoriali.

"Sistemi settoriali di innovazione" e "sistemi nazionali di innovazione" sono entrambi ambiti concettuali rilevanti, con forte applicazione empirica, data la possibile pervasività dei cambiamenti nei sistemi industriali e di consumo, nelle catene del valore integrate tra locale e globale (Marin et al. 2012).

Il *policy maker* nazionale e regionale deve possedere una base informativa solida, dettagliata, dinamica nella sua struttura, per definire azioni coerenti con le eterogeneità settoriali e geografiche e nel caso di cambiamenti strutturali (Gilli et al. 2013) e forti non linearità, mutare e adattare le *policy* ai contesti in evoluzione. Queste azioni di politica sono sempre più dipendenti dalla produzione di dati che rappresentino sia la media sia la varianza, derivante dalle eterogeneità settoriali e geografiche, di un dato sistema socio-economico.

**Massimiliano Mazzanti,  
Alessandro Montanaro**

Università degli studi di Ferrara  
Seeds, [www.sustainability-seeds.org](http://www.sustainability-seeds.org)

## IL CENTRO INTERUNIVERSITARIO SEEDS



Seeds è un centro interuniversitario che sviluppa attività di ricerca e progetti di alta formazione nei campi dell'economia ecologica e ambientale e dello sviluppo sostenibile, con un focus specifico sul ruolo delle politiche e dell'innovazione. I principali campi di azione sono la politica ambientale, l'economia dell'innovazione, l'economia e la politica dell'energia, la valutazione economica mediante tecniche di preferenza dichiarata, la gestione e la politica dei rifiuti, il cambiamento climatico.

Attivo da 10 anni, il centro unisce 10 università italiane (Ferrara, Siena, Roma Tor Vergata, Roma Tre, Urbino Carlo Bo, Università Cattolica, Udine, Bologna, Padova, Unitelma Sapienza), sotto il coordinamento dell'Università di Ferrara.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Cobb C., Halstead T., Rowe J., 1995, "If the Gdp is up, why America is down?". *The Atlantic*, ottobre 1995, [www.theatlantic.com/magazine/archive/1995/10/if-the-gdp-is-up-why-is-america-down/415605](http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1995/10/if-the-gdp-is-up-why-is-america-down/415605)
- Corradini M., Costantini V., Mancinelli S., Mazzanti M., 2014, "Unveiling the dynamic relation between R&D and emission abatement", *Ecological economics*, Volume: 102, pp. 48-59, DOI: [10.1016/j.ecolecon.2014.03.017](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.03.017)
- Costantini V., Massimiliano M., Montini A., 2013, "Environmental performance, innovation and spillovers. Evidence from a regional Namea", *Ecological economics*, 89(2013):101-114.
- Ecoscienza, 2/2010, "Il Pil, una bussola ormai superata", [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2010/numero-2-anno-2010/es2010\\_2.pdf/view](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2010/numero-2-anno-2010/es2010_2.pdf/view)
- Gilli M., Mazzanti M., Nicolli F., 2013, "Sustainability and competitiveness in evolutionary perspectives: Environmental innovations, structural change and economic dynamics", the Eu. *Journal of socio-economics*, volume 45, pp. 204-215, DOI: [10.1016/j.socec.2013.05.008](https://doi.org/10.1016/j.socec.2013.05.008)
- Marin M., Mazzanti M., 2013, "The evolution of environmental and labor productivity dynamics", *Journal of evolutionary economics*, volume 23, fasc. 2, pp. 357-399, DOI: [10.1007/s00191-010-0199-8](https://doi.org/10.1007/s00191-010-0199-8)
- Mazzanti M., Montini A., Costantini V., 2013, "Environmental performance, innovation and spillovers. Evidence from a regional Namea", *Ecological economics*, volume 89, pp. 101-114, DOI: [10.1016/j.ecolecon.2013.01.026](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.01.026)
- Mazzanti M., Marin G., Montini A., 2012, "Linking Namea and input output for 'consumption vs. production perspective' analyses. Evidence on emission efficiency and aggregation biases using the Italian and Spanish environmental accounts", *Ecological economics*, volume 74, pp. 71-84.
- Mazzanti M., R. Zoboli, 2009, "Environmental efficiency and labour productivity: Trade-off or joint dynamics? A theoretical investigation and empirical evidence from Italy using Namea", *Ecological economics*, volume 68, fasc. 4, pp. 1182-1194, DOI: [10.1016/j.ecolecon.2008.08.009](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.08.009)
- Stauvermann P. J., 2013, "The Namea: methodological questions and historical disputes in the Dutch experience", *Hybrid Economic-Environmental Accounts - Routledge studies in Ecological economics*.
- United Nations, 2015, *Sea: System of environmental-economic accounting - Central Framework*.

# I CONTI AMBIENTALI DELLE EMISSIONI REGIONALI

NEL SUPPORTO ALLA STRATEGIA REGIONALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE SI È RIVELATO NECESSARIO SVILUPPARE SISTEMI DI CONTABILITÀ AMBIENTALE INTEGRATA. GLI INDICATORI RAMEA CONSENTONO ANALISI INTERSETTORIALI DEI SETTORI ECONOMICI E DELLE FAMIGLIE AL FINE DI PERSEGUIRE LINEE DI SVILUPPO SOSTENIBILE E INTEGRATO.

Con l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile dell'Onu (25 settembre 2015) 193 Paesi hanno riconosciuto l'insostenibilità dell'attuale modello di sviluppo. L'Agenda prevede 17 obiettivi (*Sustainable development goals*, Sdg) articolati in 169 target da raggiungere entro il 2030, basati su una visione integrata delle tre dimensioni della sostenibilità: ambientale, economica e sociale.

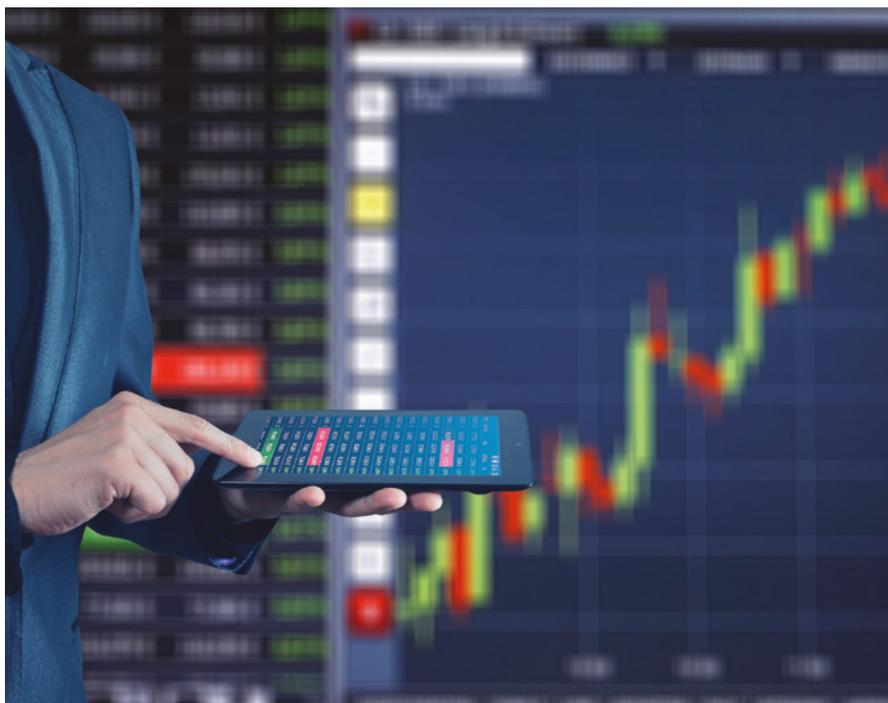
Nel corso del 2019 la *task force* Snpa su Agenda 2030 [1], che Arpae ha coordinato insieme a Ispra, si era proposta la condivisione di pratiche o metodologie in atto e utili al perseguimento di alcuni dei principi di sostenibilità e degli Sdg.

In particolare, con riferimento a modellistica e indicatori, due sono gli ambiti formativi in cui Arpae ha potuto diffondere le proprie conoscenze e esperienze acquisite.

Grazie al Protocollo d'intesa Istat-Ispra e alla convenzione Istat-Mattm "Creiamo Pa", Istat aveva ripreso a lavorare sui sistemi di conti delle emissioni atmosferiche su scala regionale e alla diffusione e consolidamento di altri conti satellite. Uno degli obiettivi era considerare indicatori e indici integrati economico ambientali della struttura produttiva regionale, utili anche ad analisi e valutazioni integrate [2].

Nel supporto a politiche integrate di sostenibilità si è rivelato necessario sviluppare sistemi di contabilità ambientale integrata, conti satellite e conti delle emissioni, così come condiviso con Istat.

Tale attività di sviluppo per la strategia regionale, come anticipato nel *working paper* [3], è stata portata avanti con due modalità differenti, sia grazie alla collaborazione tra Arpae e Seeds sia grazie alla collaborazione tra Arpae e Regione Emilia-Romagna, Settore Innovazione digitale, dati, tecnologia e polo archivistico. Lo sforzo principale



richiesto nella costruzione di una matrice Ramea è quello di assicurare la coerenza tra i dati statistici del modulo ambientale e la struttura del modulo economico. In tal senso si sono distinte due metodologie, una *top-down* e una *bottom-up*.

### La metodologia top-down

Derivazione dalle stime delle emissioni su un'entità territoriale più ampia (nazionale) delle emissioni sull'entità territoriale di interesse (regionale). Questa operazione viene effettuata utilizzando variabili proxy (valore aggiunto, occupati, consumo energetico ecc.) che sono fortemente correlate all'attività delle fonti di emissione e i cui valori sono noti sia nell'area più ampia sia nel dettaglio territoriale di interesse. L'ipotesi alla base della metodologia è che la quantità di inquinante emessa sull'intera area abbia la stessa distribuzione spaziale della variabile proxy. Il valore assunto da questa variabile

sull'entità territoriale di interesse può essere in questo modo considerato come un fattore di peso nella ripartizione spaziale delle emissioni.

### La metodologia bottom-up

La raccolta di informazioni sulle emissioni è eseguita alla scala spaziale più piccola a disposizione. Le diverse metodologie di stima dipendono dalla diversa natura dei processi di produzione delle emissioni e permettono un'informazione più accurata rispetto alla metodologia *top-down*. Per questa ragione il vantaggio principale dell'utilizzo di Ramea *bottom-up* è dato dall'elevata granularità delle informazioni che genera. Caratteristica che ha una duplice natura: settoriale e geografica<sup>1</sup>.

A partire quindi da Ramea [5], una matrice regionale di contabilità ambientale integrata nata per le emissioni in atmosfera che presenta una rendicontazione divisa in due

parti, economica e ambientale, è possibile elaborare indici integrati economico-ambientali e compiere analisi intersettoriali dei settori economici (Ateco) e delle famiglie (Coicop), per ognuno dei quali sono confrontati il determinante (valore economico o consumi prodotti) e le pressioni ambientali generate. Seguendo le metodologie internazionali, si possono così ricostruire i rapporti causali di inquinamento nella logica del modello Dpsir [6].

Gli indicatori di Ramea consentono di:

- calcolare i tassi di crescita delle variabili economiche e delle pressioni ambientali
- monitorare come le attività produttive e i consumi delle famiglie contribuiscano all'economia e alle pressioni ambientali regionali
- valutare un eventuale *delinking*/disaccoppiamento e di conseguenza le performance integrate delle attività produttive (unità di pressione per determinante prodotto)
- condurre valutazioni ambientali e analisi di scenario per determinate fasi della pianificazione regionale
- valutare (in itinere ed ex post) gli effetti economico-ambientali di piani e programmi regionali
- quantificare le criticità ambientali regionali (*hotspot*) per ciascun settore economico.

All'opportunità di elaborare indicatori regionali economici e ambientali è collegato l'obiettivo di analizzare gli effetti dell'interazione economia ambiente in un approccio sistemico al fine di determinare linee di indirizzo sostenibili per le politiche ambientali in stretta relazione con quelle di sviluppo e di offrire un supporto alla pianificazione regionale, interpretando l'esigenza di riformare i processi decisionali e seguendo l'ottica di integrazione tra economia e ambiente, come anticipato già dall'Agenda 21 nel 1992, fino ad arrivare a un dettaglio molto più completo e articolato con l'Agenda 2030 dell'Onu.

**Elisa Bonazzi<sup>1</sup>, Maurizio Marengon<sup>2</sup>, Alessandro Montanaro<sup>3</sup>**

1. Arpa Emilia-Romagna

2. Regione Emilia-Romagna

3. Università degli studi di Ferrara, Dottorando in Environmental sustainability and wellbeing

## NOTE

<sup>1</sup> I dati sulle emissioni provenienti da Inemar, base dei conti Ramea, vengono raccolti su scala comunale.



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Luise A., 2019, "Una task force per lo sviluppo sostenibile", *Ecoscienza*, 3/2019, pp. 33-34, <https://bit.ly/Luise2019>
- [2] Bonazzi E., Budini B., 2021, "Indici integrati e misurazione della sostenibilità", *Ecoscienza*, 3/2021, pp. 38-40, <https://bit.ly/BonazziBudini2021>
- [3] Bonazzi E., Budini B., 2020, *Verso un modello di sostenibilità integrata. Dagli indici integrati proposte metodologiche per la strategia regionale 2030*, Arpa e Regione Emilia-Romagna, [https://bit.ly/sostenibilitaintegrata\\_ER](https://bit.ly/sostenibilitaintegrata_ER)
- [4] Costantini V., Mazzanti M., Montini A. (eds.), 2012, *Hybrid economic-environmental accounts*, Routledge studies in ecological economics, UK.
- [5] Bonazzi E., Sansoni M., 2010, "Fare i conti con l'ambiente, le matrici Namea e Ramea", *Ecoscienza*, 2/2010, pp. 44-45, <https://bit.ly/BonazziSansoni2010>
- [6] Costantino C., 2010, "'Pil verde', il modello Dpsir e i conti satellite", *Ecoscienza*, 2/2010, pp. 42-43, <https://bit.ly/Costantino2010>
- [7] *Ecoscienza*, 2/2010, "Il Pil una bussola ormai superata", [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2010/numero-2-anno-2010](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2010/numero-2-anno-2010)
- [8] *Ecoscienza*, 3/2019, "Obiettivo sostenibilità", [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2019/numero-3-2019/obiettivo-sostenibilita-1/obiettivo-sostenibilita-1](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2019/numero-3-2019/obiettivo-sostenibilita-1/obiettivo-sostenibilita-1)
- [9] *Ecoscienza*, 3/2021, "La sostenibilità al centro", [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2021/numero-3-anno-2021](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2021/numero-3-anno-2021)
- [10] Regione Emilia-Romagna, *Strategia regionale Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile*, novembre 2021, disponibile su [www.regione.emilia-romagna.it/agenda2030](http://www.regione.emilia-romagna.it/agenda2030)

*Link di approfondimento*

[www.arpae.it/it/temi-ambientali/sostenibilita/economia-ambientale/critiche-al-modello-della-crescita](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/sostenibilita/economia-ambientale/critiche-al-modello-della-crescita)

[www.arpae.it/it/temi-ambientali/sostenibilita/economia-ambientale/un-modello-di-sostenibilita-integrata/ramea](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/sostenibilita/economia-ambientale/un-modello-di-sostenibilita-integrata/ramea)

# METODOLOGIA TOP-DOWN PER COSTRUIRE LA MATRICE RAMEA

A FRONTE DI UNA RICHIESTA DI DATI SEMPRE PIÙ INSISTENTE E DETTAGLIATA DA PARTE DEGLI ENTI E DEI SINGOLI CITTADINI E IN FUNZIONE DI UNA PIÙ APPROFONDATA CONOSCENZA DEL PROPRIO TERRITORIO, SI È CERCATO DI REGIONALIZZARE LA MATRICE NAMEA. L'OBIETTIVO FINALE È UNA PIÙ EFFICACE PROGRAMMAZIONE DI INTERVENTI E POLITICHE ATTUATIVE.

**A** fronte di una domanda che richiede un processo di maggior granularità territoriale, rispondono i dati Namea (*National accounts matrix including environmental accounts*, ovvero “matrice di conti economici nazionali integrata con conti ambientali”) che vengono raccolti solamente a livello nazionale e purtroppo pubblicati dopo due anni rispetto all'annualità di riferimento. Namea rappresenta il sistema contabile di interazione tra economia e ambiente, coerente alla logica della contabilità nazionale, assicurando la confrontabilità dei dati economici e sociali con quelli relativi all'incidenza delle attività umane sull'ambiente naturale.

Alla base di tale possibile confronto e di lettura congiunta, le grandezze socioeconomiche e quelle ambientali sono di volta in volta riferite alle medesime entità, ovvero a raggruppamenti omogenei di attività economiche o di consumo.

Questa leggibilità congiunta costituisce peraltro una caratteristica distintiva dei sistemi di contabilità ambientale, offrendo così un'informazione ad alto valore aggiunto.

Risulta evidente che tali informazioni ai diversi livelli (regionale, provinciale o comunale) aumenterebbe notevolmente il potenziale informativo della matrice, in considerazione dell'importanza che le tematiche ambientali ricoprono sempre di più nella vita quotidiana e sulla sensibilità dell'opinione pubblica.

## La Namea

Nel manuale di contabilità nazionale *Integrated environmental and economic accounts 2003* (Seea, 2003) il termine Namea designa genericamente gli schemi matriciali di tipo ibrido, nei quali a un modulo economico costituito da conti nazionali in termini monetari (Nam) è accostato un modulo

Modulo economico (dati monetari)		Modulo ambientale (dati fisici)	
	Consumi intermedi	Impieghi finali	
		Consumi delle famiglie per finalità	Pressione ambientale causata dai consumi delle famiglie: emissioni atmosferiche; emissioni in acqua; rifiuti
Produzione delle attività economiche			Pressione ambientale causata dalla produzione delle attività economiche: emissioni atmosferiche; emissioni in acqua; rifiuti
	Valore aggiunto		
Importazioni			
Pressione ambientale causata dalle attività economiche: prelievo di risorse			

FIG. 1 NAMEA

Esempio di schema Namea con modulo economico di tipo *supply and use*.

Fonte: Costantino C., Falcitelli F., Femia A., Tudini A. (2000)

ambientale costituito da conti in unità fisiche (Ea), utilizzando in entrambi i principi della contabilità nazionale (il termine “ibrido” si riferisce alla duplice presenza delle diverse unità di misura, monetaria e fisica). Lo schema Namea realizza pertanto l'integrazione dei sistemi di informazione ambientale ed economica prescindendo da ogni ipotesi di correzione degli aggregati macroeconomici e dalla monetizzazione delle implicazioni ambientali dello sviluppo economico.

Il modulo economico è strutturato come una tavola *supply and use* o una tavola input-output o una Nam (*National accounts matrix*). Nello schema di figura 1, il modulo ambientale rappresenta le pressioni sull'ambiente – emissioni e prelievi di risorse – in unità fisiche, mentre il modulo economico rappresenta i dati economici e sociali delle attività economiche e i consumi finali delle famiglie che sono all'origine delle sollecitazioni sull'ambiente naturale in unità monetarie. Nel caso delle imprese, il confronto tra i risultati economici delle diverse attività produttive e le conseguenze ambientali a esse ascrivibili

è ottenuto attraverso la considerazione di due differenti risultati congiunti di ciascuna attività produttiva: da un lato i valori economici creati e dall'altro le pressioni sull'ambiente naturale generate per creare tali valori. Nel caso delle famiglie, invece, partendo dalle pressioni ambientali generate nella fase del consumo – contabilizzate per completare il quadro – vengono a esse associate le spese sostenute dalle famiglie stesse per acquistare i prodotti il cui uso è all'origine delle pressioni ambientali in questione. Sia nel caso delle attività economiche sia in quello delle famiglie, inoltre, le pressioni ambientali vengono attribuite ai soggetti che risultano direttamente (ossia a causa dei propri processi produttivi, nel caso delle imprese, e delle proprie attività di consumo, nel caso delle famiglie) responsabili della generazione delle pressioni stesse.

Da un punto di vista metodologico lo sforzo principale richiesto dalla costruzione della matrice Namea è quello di garantire la coerenza tra i dati statistici che figurano nel modulo ambientale e la struttura del modulo economico. Tale

coerenza non è in generale assicurata a priori, dal momento che i dati di base sulle pressioni ambientali vengono prodotti utilizzando definizioni e classificazioni diverse da quelle proprie della contabilità nazionale. Pertanto se, da un lato, la costruzione di matrici Namea fa leva sull'utilizzo di dati economici e ambientali esistenti, dall'altro, l'inserimento di statistiche ambientali nello schema Namea implica un lavoro di omogeneizzazione con i dati economici, in particolare il problema si pone soprattutto per quanto riguarda le emissioni atmosferiche. Nel caso dei prelievi di risorse naturali dall'ambiente, invece, l'omogeneizzazione con i dati economici è meno complessa, in quanto i dati di base in genere coincidono con le quantità prodotte da alcune specifiche attività economiche.

Le tematiche sviluppate sono perfettamente in linea con i nuovi indirizzi delle politiche internazionali sulla tutela dell'ambiente collegata allo sviluppo e alla crescita economica per raggiungere un benessere equo e sostenibile. Le politiche internazionali, per essere attuate e realizzate in ambito locale necessitano di informazioni, di dati microfondati, con un dettaglio tale da permettere il raggiungimento della più piccola particella amministrativa del Paese. Per rispondere a questa esigenza si è cercato di "regionalizzare" la Namea.

### La costruzione della Ramea top-down

Per ottenere informazioni in ambito regionale dalla matrice Namea relativamente ai dati nazionali si è cercato di ottenere informazioni sulla struttura economico-produttiva a livello sia nazionale sia regionale, ovvero di trovare informazioni con lo stesso livello di classificazione sia in ambito regionale sia nazionale, aventi lo stesso sistema di classificazione in cui si articola la Namea e corrispondenti allo stesso anno di riferimento della medesima (2020). Purtroppo, le fonti disponibili non sono esattamente sovrapponibili, perciò è stato necessario considerare più fonti di dati in modo che si integrassero a vicenda. Sono state considerate le fonti di:

- Asia (Archivio statistico delle imprese attive) unità locali 2020
- Conti e aggregati economici territoriali di contabilità nazionale: valore aggiunto per branca di attività a valori concatenati con anno di riferimento 2015

(continua a pag. 20)

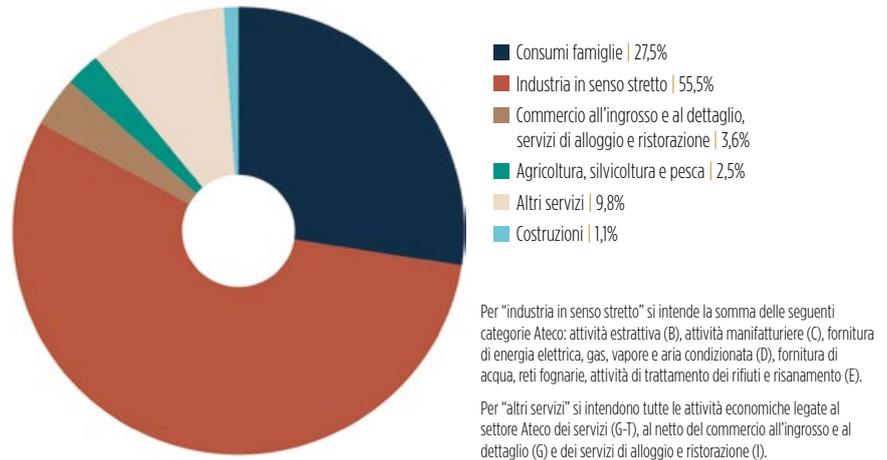


FIG. 2 PRESSIONI AMBIENTALI

Responsabilità delle pressioni ambientali dirette di alcuni settori produttivi e dei consumi delle famiglie (dati 2020). I totali degli inquinanti atmosferici (emissioni gas serra, acidificazione e ozono atmosferico) sono stati calcolati prendendo in considerazione sia alcuni dei settori produttivi più importanti sia il totale dei consumi delle famiglie, in modo da confrontare le derivanti pressioni ambientali.

FIG. 3 PRESSIONI AMBIENTALI

Composizione delle pressioni ambientali attribuite alle attività economiche e ai consumi delle famiglie (dati 2020), così da evidenziare il peso relativo delle pressioni ambientali sul totale delle emissioni inquinanti (misurate in tonnellate).

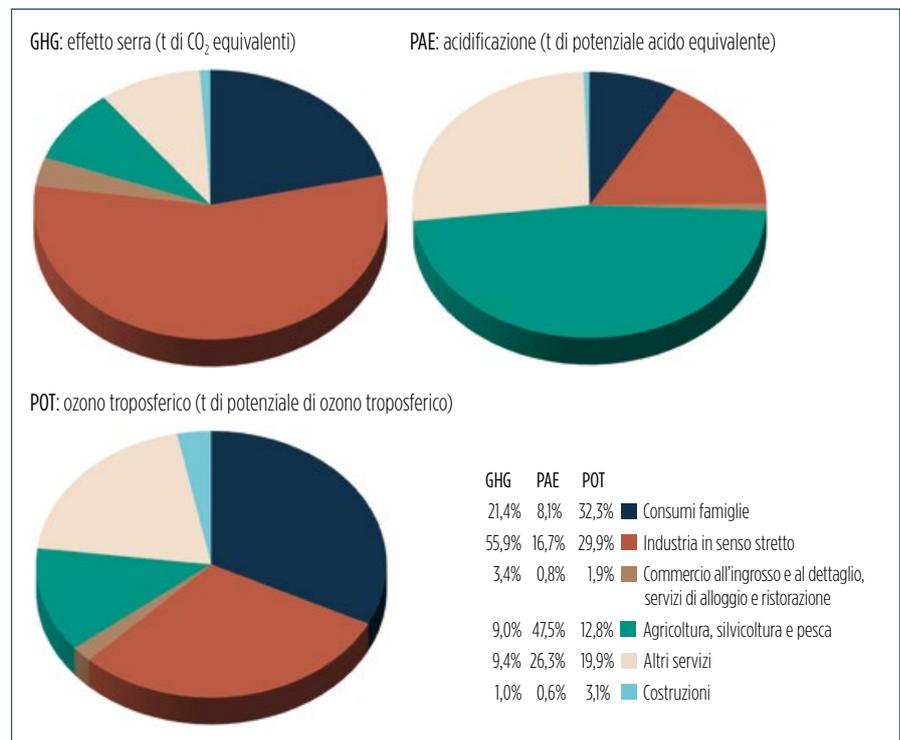
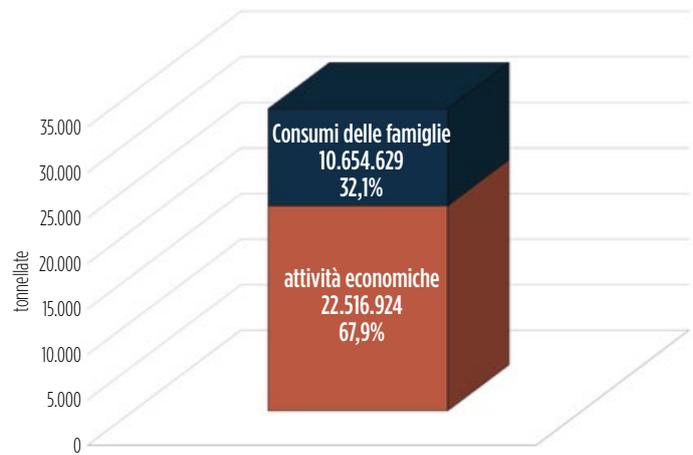


FIG. 4 DATI RAMEA 2020

Visualizzazione dei dati aggregati elaborati dalla matrice Ramea top-down, relativi ai tre indici sintetici di inquinamento in aria: effetto serra, acidificazione e ozono troposferico.

# METODOLOGIA BOTTOM-UP E AGGIORNAMENTO DI RAMEA

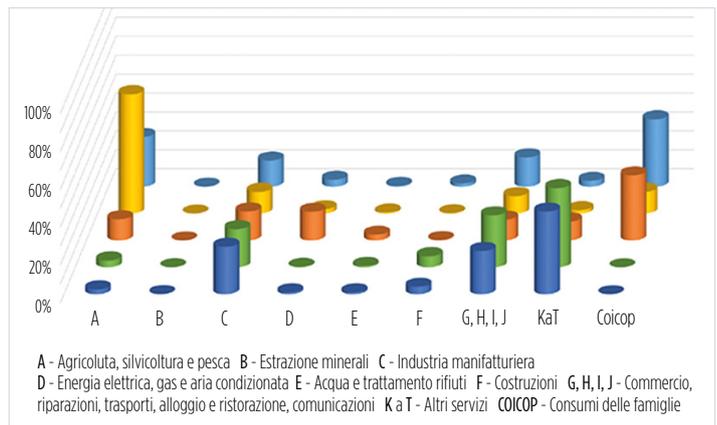
SFRUTTARE LA GRANULARITÀ DELLE INFORMAZIONI ECONOMICO-AMBIENTALI PER INFORMARE LE POLITICHE DI SVILUPPO SOSTENIBILE: LA SINERGIA TRA L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI INEMAR 2019 E LA CONTABILITÀ ECONOMICO-AMBIENTALE RAMEA IN EMILIA-ROMAGNA PER VALUTARE LE PRESSIONI AMBIENTALI ESERCITATE DA SETTORI PRODUTTIVI E FAMIGLIE.

**R**amea (*Regional accounting matrix including environmental accounts*) è un sistema di contabilità ambientale integrato sviluppato su scala regionale e utile per la valutazione integrata delle prestazioni economiche e ambientali regionali. Il sistema ha forti basi metodologiche che ne assicurano la coerenza con strumenti analoghi a livello nazionale, internazionalmente riconosciuti (*National accounting matrix including environmental accounts*, Namea) elaborati periodicamente da Istat e standardizzati da Eurostat. La matrice Ramea connette grandezze economiche (ad esempio euro di valore aggiunto) e ambientali (ad esempio tonnellate di emissioni e/o di rifiuti) riferite alle attività di produzione e consumo di un dato territorio, rappresentando in questo modo l'interazione tra economia e ambiente coerentemente con la logica della contabilità nazionale. Il sistema si propone come strumento di supporto alle decisioni per il perseguimento dei principi di sviluppo sostenibile, quindi per il monitoraggio e la valutazione delle pressioni ambientali esercitate da settori produttivi e famiglie sull'ambiente. Grazie a tale elaborazione, si possono allocare le responsabilità dirette delle pressioni in atmosfera e quindi dei fenomeni inquinanti tra i settori produttivi regionali. L'utilità di Ramea come strumento di

FIG. 1  
RAMEA 2019 IN  
EMILIA-ROMAGNA

Rappresentazione grafica della matrice con dettaglio su acidificazione, effetto serra e ozono troposferico.

- Valore aggiunto
- Occupazione
- Effetto serra
- Acidificazione
- Ozono



analisi delle performance economico-ambientali della regione si concretizza nella possibilità di analizzare:

- profili economico-ambientali delle attività produttive (in quale misura attività produttive e consumi delle famiglie contribuiscono alle emissioni in atmosfera e in che misura le singole industrie contribuiscono al valore economico prodotto)
- intensità di emissione, ovvero eco-efficienza delle attività produttive, indice sintetico della valutazione integrata economico-ambientale

L'oggetto delle analisi sono pertanto i settori economici Ateco e le famiglie. Sono stati confrontati il valore economico creato e le pressioni ambientali generate per ciascun settore, espressi in dati ufficiali

(per le famiglie, le pressioni generate dai consumi vengono associate alle spese in consumi). Ramea può quindi essere utilizzato per quantificare i fattori critici regionali (*hotspot*), come le pressioni ambientali esercitate dalle attività economiche e dai consumi delle famiglie. Può essere utilizzato per analizzare le correlazioni tra le performance ambientali e quelle socioeconomiche, sviluppare indici di efficienza economico ambientale, ovvero di disaccoppiamento, e condurre analisi statistiche differenziali come le *shift-share*. Grazie alla disponibilità di una matrice Ramea per il 2010 e alla nostra elaborazione delle matrici per gli anni 2013, 2015, 2017 e 2019, è possibile ottenere informazioni per un periodo significativo, dal 2010 al 2019.

(continua da pag. 19)

- Conti e aggregati economici territoriali di contabilità nazionale: occupazione regolare e irregolare per branca di attività e popolazione; unità di lavoro
- Conti e aggregati economici territoriali di contabilità nazionale: spesa per consumi finali sul territorio economico delle famiglie residenti e non residenti per voce di spesa (Coicop a due cifre) a valori concatenati con anno di riferimento 2015. A questo punto è stato calcolato il peso del valore regionale sul dato nazionale. Con riferimento al *valore aggiunto* e

alle *unità di lavoro* da una parte e alle *unità locali* e agli *addetti* dall'altra, è stata calcolata una media aritmetica, per ogni coppia di dati, delle frequenze calcolate. Le frequenze sono state utilizzate per ottenere i valori regionali moltiplicandole per i dati nazionali delle emissioni atmosferiche ovvero per i dati presenti nella matrice Namea.

Maurizio Marengoni<sup>1</sup>, Elisa Bonazzi<sup>2</sup>

1. Regione Emilia-Romagna
2. Arpae Emilia-Romagna

I grafici sono a cura di Lorenzo Mondaini, tirocinante presso il Servizio Osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati, Arpae Emilia-Romagna.

I riferimenti bibliografici sono a p. 23.

## NOTE

<sup>1</sup> Asia: Archivio statistico delle imprese attive, le unità locali e gli addetti afferenti desumibili.

<sup>2</sup> Coicop a due cifre.

## L'armonizzazione dei dati: da Inemar a Ramea

La metodologia bottom-up necessita di informazioni ambientali raccolte nel territorio subnazionale considerato. Requisito soddisfatto per le emissioni atmosferiche in Emilia-Romagna grazie alla presenza dell'Inventario regionali delle emissioni in aria (Inemar) pubblicato da Arpa e con cadenza almeno triennale, come previsto dalla normativa (Dlgs 155/2010, art.22). Inemar è una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera a seguito di attività antropiche e da sorgenti naturali. Le attività antropiche e naturali che possono dare origine a emissioni in atmosfera sono ripartite in 11 macrosettori<sup>1</sup> e le stime emissive sono organizzate per inquinante, tipo di attività, combustibile eventualmente utilizzato, unità territoriale, periodo di tempo. Grazie alla pubblicazione dell'inventario per gli anni 2010, 2013, 2015, 2017 e 2019 e alla disponibilità dei conti economici regionali suddivisi per attività produttiva (Ateco) e consumi delle famiglie (Coicop) divulgati da Istat, è stato possibile procedere alla costruzione delle matrici Ramea 2010, 2013, 2015, 2017 e 2019 attraverso l'armonizzazione dei dati economici e ambientali al fine di permettere un diretto

confronto tra i valori riferiti una medesima classificazione Ateco/Coicop. Il processo di armonizzazione fa riferimento alle metodologie svolte per passare dalla nomenclatura orientata ai processi che caratterizza Inemar (Snap97<sup>2</sup>) alla nomenclatura socioeconomica Ramea (codici Ateco, più classificazione Coicop per consumi delle famiglie). L'obiettivo principale è quello di allocare le emissioni di inquinamento atmosferico a uno specifico settore produttivo o a una specifica funzione di consumo familiare. Tuttavia, prima di procedere con l'assegnazione delle emissioni alle attività Ramea, è necessario considerare solo le emissioni direttamente attribuibili o alle attività economiche o alle famiglie consumatrici. Tutte le emissioni dei macrosettori Snap97 sono coerenti con questo approccio, a eccezione dell'11° settore che riporta le emissioni prodotte dalle risorse naturali, dai fiumi, dai laghi e dal suolo: queste emissioni non sono attribuibili direttamente ad agenti economici e quindi non trovano collocazione in Ramea. Nella maggior parte dei casi i processi Snap97 sono correlati a una sola attività Ateco/Coicop (associazioni qualitative o univoche). Lo sforzo di armonizzare si pone quando le correlazioni sono multiple: un singolo codice Snap riguarda più di un'attività Ateco/Ramea. In questi casi la strategia è quella di individuare un indicatore proxy

(ad esempio consumo energetico o livello di attività economica) per allocare le emissioni derivanti dal singolo processo Snap ai diversi settori economici. A tal proposito, analizziamo qui il codice Snap 030100, che riguarda la combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna per la produzione in loco di energia necessaria per le attività industriali. Le diverse emissioni associate a questo singolo codice sono attribuibili a ben 11 attività produttive presenti in Ramea. Il primo passo consiste nella scelta dell'indicatore proxy, cioè lo strumento utilizzato per "pesare" le emissioni tra i vari codici Ateco. Poiché si tratta di combustione interna per la produzione di energia elettrica, l'indicatore più appropriato è il consumo energetico, misurato in Tep - tonnellate equivalenti petrolio (fonte: Osservatorio regionale energia di Arpa). In *tabella 1* è rappresentata in forma matriciale tale allocazione.

## L'utilità degli indici di eco-efficienza e di disaccoppiamento

Il passaggio da Inemar a Ramea è basato sul principio che una corretta valutazione delle prestazioni ambientali debba prescindere dalla considerazione dell'eco-efficienza e quindi dalla lettura

Snap 030100 - Combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna															
Ateco	Descrizione Ateco	Consumo energetico 2019 % sul totale	NOx	Pts	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	Cov	As	BaP	Cd	Ni	Pb
C10 C11 C12	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	15%	616	54	37	36	156	295	2	27	2	0	1	11	34
C13 C14 C15	Industrie tessili, confezione di articoli di abbigliamento e di articoli in pelle e simili	4%	175	15	11	10	44	84	1	8	1	0	0	3	10
C16 C17 C18	Industria del legno, della carta, editoria	9%	381	34	23	22	96	182	1	17	1	0	0	7	21
C19 C20 C21	Cokerie, raffinerie, chimiche, farmaceutiche	16%	660	58	40	38	167	316	2	29	2	0	1	12	37
C22 C23	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche e altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	20%	866	77	52	50	219	414	3	38	3	0	1	16	48
C24 C25	Attività metallurgiche; fabbricazione di prodotti in metallo, esclusi macchinari e attrezzature	12%	509	45	31	29	128	243	2	22	2	0	1	9	28
C26 C27 C28	Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica, fabbricazione di apparecchiature elettriche, fabbricazione di macchinari e apparecchiature n.c.a.	15%	645	57	39	37	163	308	2	28	2	0	1	12	36
C29 C30	Fabbricazione di mezzi di trasporto	1%	55	5	3	3	14	26	0	2	0	0	0	1	3
C31 C32 C33	Fabbricazione di mobili; altre industrie manifatturiere; riparazione e installazione di macchine e apparecchiature	3%	126	11	8	7	32	60	0	6	0	0	0	2	7
E	Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di trattamento dei rifiuti e risanamento	3%	126	11	8	7	32	60	0	6	0	0	0	2	7
F	Costruzioni	2%	72	6	4	4	18	34	0	3	0	0	0	1	4
<b>TOTALE</b>			<b>4.232</b>	<b>374</b>	<b>256</b>	<b>245</b>	<b>1.069</b>	<b>2.023</b>	<b>15</b>	<b>185</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>236</b>

TAB. 1 ALLOCAZIONE EMISSIONI

Allocazione multipla di emissioni da Inemar a Ramea: ripartizione delle emissioni dal codice Snap 030100 a 11 codici Ateco presenti in Ramea.

Fonte: Elaborazione Seeds su dati Arpa.

delle performance integrate dei singoli settori economici. L'efficienza economico-ambientale è definita come la produzione di "beni e servizi che in modo competitivo soddisfano i bisogni umani e migliorano la qualità di vita mentre progressivamente riducono gli impatti ambientali". Il concetto è strettamente legato a quello di disaccoppiamento, utilizzato per indicare la rottura del legame tra "pressioni ambientali" e "beni economici" (Ocse, 2002). L'intensità di pressione ambientale, driver sintetico di interpretazione delle performance integrate economico-ambientali, è qui calcolata come rapporto tra emissioni inquinanti, espresse in kg di CO<sub>2</sub>, e valore aggiunto prodotto, in unità di euro. Può essere considerato rappresentativo, come indice inverso, dell'eco-efficienza delle attività economiche. Minore è l'indice, maggiore è l'eco-efficienza rappresentata dal settore considerato (in quanto sono minori le tonnellate di inquinante emesso per unità di valore aggiunto creato). Analisi e comprensione di questo driver possono essere di valido supporto per un processo decisionale consapevole, chiamato a integrare, all'interno delle tradizionali analisi economiche, aspetti correlati alle pressioni esercitate sull'ambiente. Possono altresì essere un utile contributo informativo per politiche e azioni rivolte alla valutazione economico ambientale e alla conseguente innovazione tecnologica dei settori produttivi.

Le analisi di disaccoppiamento applicate alle informazioni contenute in Ramea permettono di informare la strategia regionale per lo sviluppo sostenibile su diversi indicatori. In questo articolo è presentata un'analisi del Sdg 9.4.1 – Intensità di emissione di CO<sub>2</sub> del valore aggiunto (industria manifatturiera) che rientra nell'obiettivo numero 9 dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile<sup>3</sup>. L'emissione di CO<sub>2</sub> è largamente associata all'effetto serra, fenomeno che indica un graduale incremento della temperatura media dell'atmosfera a causa della riduzione del suo potere disperdente, derivante dalle modifiche delle concentrazioni di alcuni gas che la compongono (cd. gas serra). La maggior parte di questi gas sono di origine antropica come quelli ad esempio derivanti dalle produzioni agricole, allevamenti, reflui zootecnici e consumo di carburanti. I principali gas serra sono l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e il metano (CH<sub>4</sub>). Nella figura 2 si osserva il confronto tra Italia ed Emilia-Romagna in termini di intensità di emissione di CO<sub>2</sub> della manifattura: nel 2019 il singolo euro prodotto

dall'industria emiliana-romagnola emetteva quasi la metà delle emissioni rispetto al 2010, con un livello nettamente inferiore alla media nazionale.

Grazie alla granularità delle informazioni presenti in Ramea è possibile analizzare le performance economico-ambientali dei singoli settori manifatturieri regionali, individuando eventuali differenze e fornendo informazioni rilevanti per politiche settoriali specifiche. Ad esempio, nella figura 3 è possibile osservare in dettaglio le tendenze degli indici di intensità di emissione di CO<sub>2</sub> relativi a tre settori manifatturieri strategici per l'Emilia-Romagna, sia in termini di Pil sia di emissioni di gas serra:

- C19 C20 C21 (cokerie, raffinerie, chimiche, farmaceutiche)
- C22 C23 (fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche e altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi)
- C24 C25 (attività metallurgiche; fabbricazione di prodotti in metallo, esclusi macchinari e attrezzature).

Si nota un miglioramento generale delle performance economico-ambientali dei settori presi in considerazione, con particolare riferimento al cambiamento di rotta nel biennio 2017-2019, periodo nel quale solo il settore chimico farmaceutico registra un ulteriore miglioramento delle performance economico-ambientali.

In conclusione, l'integrazione di Inemar con Ramea rappresenta un passo significativo verso l'analisi accurata delle prestazioni economico-ambientali. Questo approccio fornisce una visione dettagliata dei settori produttivi e dei consumi delle famiglie, consentendo di valutare l'effettiva sostenibilità e promuovere strategie per perseguire il disaccoppiamento. I risultati ottenuti evidenziano il progresso raggiunto dalla regione Emilia-Romagna nell'adozione di politiche sostenibili, aprendo la strada a nuove opportunità per un futuro equilibrato ed eco-responsabile.

**Alessandro Montanaro<sup>1</sup>, Elisa Bonazzi<sup>2</sup>**

1. Università degli studi di Ferrara, Dottorando in Environmental sustainability and wellbeing
2. Arpa Emilia-Romagna

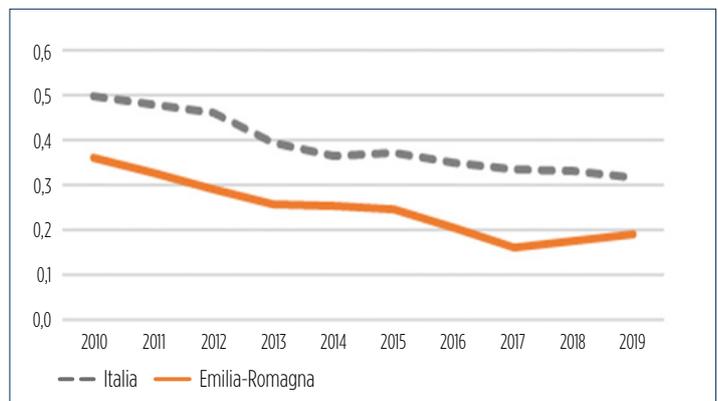
**NOTE**

- <sup>1</sup> Inemar registra le emissioni di sedici inquinanti atmosferici, parte dei quali utilizzati per l'elaborazione di tre macroinquinanti (acidificazione, effetto serra, ozono troposferico)
- <sup>2</sup> Selected nomenclature for sources of air pollution.
- <sup>3</sup> Goal 9: Costruire un'infrastruttura resiliente, promuovere una industrializzazione inclusiva sostenibile e favorire l'innovazione.

**FIG. 2**  
INTENSITÀ DI CO<sub>2</sub> SU VALORE AGGIUNTO

Rapporto tra CO<sub>2</sub> emessa (kg) e valore aggiunto prodotto (euro), industria manifatturiera Emilia-Romagna.

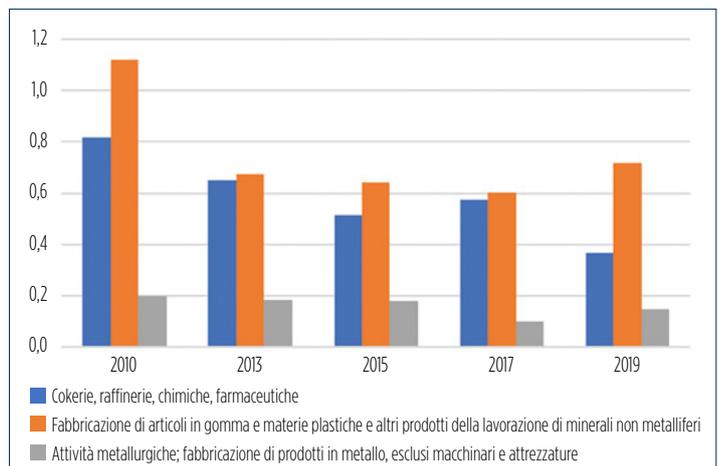
Fonte: Elaborazione Seeds su dati Arpa e Istat.



**FIG. 3**  
INTENSITÀ DI CO<sub>2</sub> SU VALORE AGGIUNTO

Rapporto tra CO<sub>2</sub> emessa (kg) e valore aggiunto prodotto (euro), dettaglio settori manifatturieri, industria manifatturiera Emilia-Romagna.

Fonte: Elaborazione Seeds su dati Arpa.



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Arpae, 2022, *Aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera dell'Emilia-Romagna relativo all'anno 2019 (Inemar-ER 2019)*, Rapporto finale, novembre 2022.
- Bonazzi E., 2013, *A regional environmental accounting matrix and integrated environmental economic analyses to support regional planning*, tesi di dottorato, <https://bit.ly/bonazzi2013>
- Bonazzi E., 2021, "L'analisi shift-share a supporto dei decisori", *Ecoscienza*, 2/2021 pp. 36-37, <https://bit.ly/Bonazzi2021>
- Bonazzi E., Budini B., 2020, *Verso un modello di sostenibilità integrata. Dagli indici integrati proposte metodologiche per la strategia regionale 2030*, Arpae e Regione Emilia-Romagna.
- Bonazzi E., Budini B., 2021, "Indici integrati e misurazione della sostenibilità", *Ecoscienza*, 3/2021, pp. 38-40, <https://bit.ly/BonazziBudini2021>
- Bonazzi E., Sansoni M., 2010, "Fare i conti con l'ambiente, le matrici Namea e Ramea", *Ecoscienza*, 2/2010, pp. 44-45, <https://bit.ly/BonazziSansoni2010>
- Bonazzi E., Sansoni M., 2012, "Development and use of a regional Namea in Emilia-Romagna (Italy)", in *Hybrid economic environmental accounts*, a cura di Costantini V., Mazzanti M., Montini A., Routledge, UK, pp. 65-79.
- Bonazzi E., Sansoni M., Cagnoli P., Setti M., 2011, "Regional environmental accounting matrices and eco-efficiency indicators to support sustainable policies", *18° European annual conference of environmental and resource economists*, Roma, 29 giugno-2 luglio 2011.
- Casini Benvenuti S., Paniccchia R., 2003, "A multi-regional input-output model for Italy", *Interventi, note e rassegne*, Irpet, Firenze, 2003, 85.
- Commissione europea, 1994, "Directions for the Eu on environmental indicators and green national accounting - The integration of environmental and economic, information systems", COM (94) 670, Bruxelles.
- Costantini V., Mazzanti M., Montini A. (eds.), 2012, *Hybrid economic-environmental accounts*, Routledge studies in ecological economics, UK.
- Costantini V., Mazzanti M., 2013, *The dynamics of economic and environmental systems. Innovation, policy and competitiveness*, Springer.
- Costantino C., Falcitelli F., Femia A., Tudini A., 2000, in Giovanelli et al. (a cura di), *La natura nel conto*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Dalmazzone S., La Notte A., 2009, "The Namea approach for air emissions and wastes applied at regional, provincial and municipal level", *Economics and policy of energy and the environment*, 3/2009: 61-86.
- De Haan M., Kee P., 2004, "Accounting for sustainable development: the Namea-based approach", in *Oecd, Measuring sustainable development. Integrated economic, environmental and social frameworks*.
- De Lauretis R., Tudini A., Vetrella G., 2002, *Namea air emission accounts: the Istat methodology*, Istat, Roma, 2002, [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Air/Istat\\_2002\\_Namea.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Air/Istat_2002_Namea.pdf)
- Ecoscienza, 3/2019, "Obiettivo sostenibilità", [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2019/numero-3-2019/obiettivo-sostenibilita-1/obiettivo-sostenibilita-1](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2019/numero-3-2019/obiettivo-sostenibilita-1/obiettivo-sostenibilita-1)
- Ecoscienza, 3/2021, "La sostenibilità al centro", [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2021/numero-3-anno-2021/la-sostenibilita-al-centro](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2021/numero-3-anno-2021/la-sostenibilita-al-centro)
- European environment agency, 2013, *Environmental pressures from European consumption and production. A study in integrated environmental and economic analysis*, Eea Technical report 2/2013.
- European topic centre on sustainable consumption and production (Eea), 2009, *Environmental pressures from European consumption and production. A study in integrated environmental and economic analysis*, Etc/Scp working paper 1/2009.
- Eurostat, 2007, *Namea for air emissions - Compilation guide*, Preliminary draft, European commission 86.
- Eurostat, 2009, *Manual for air emissions accounts*, Methodologies and working papers: Environment and energy, European commission.
- Eurostat, 2015, *Manual for air emissions accounts*, European commission.
- Goralczyk M., Stauvermann P.J., 2007, "The usefulness of hybrid accounting systems for environmental policy, advice regarding sustainability", *16° International Input-output conference*, Istanbul.
- Istat, 2006, *La Namea per la Regione Lazio*, Direzione centrale della Contabilità nazionale, Roma.
- Istat, 2021, *Conti ambientali Namea*, [http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=dccn\\_contiematmrev2](http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=dccn_contiematmrev2)
- Mazzanti M., Montini A., Zoboli R., 2006, *Struttura produttiva territoriale ed indicatori di efficienza ambientale attraverso la Namea regionale: Il caso del Lazio*, Università di Ferrara, Università di Bologna, Università Cattolica di Milano, Ceris-Cnr.
- Mazzanti M., Montini A., 2009, *Environmental efficiency and economic performances. Empirical evidence and theoretical insights from micro to macro perspectives*, Routledge, London.
- Mazzanti M., Montini A., 2010, "Embedding emission efficiency at regional level. Analyses using Namea", *Ecological economics*, October.
- Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffman A., Giovannini E., 2005, *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*, Working statistical paper, STD/DOC (2005)3: OECD.87.
- Oecd, 2002, *Indicators to measure decoupling of environmental pressures from economic growth*, General secretariat, SG/SD, 2002, 1/Final.
- Oecd, 2004, *Measuring sustainable development. Integrated economic, environmental and social frameworks*, <https://doi.org/10.1787/9789264020139-en>
- Ramea, 2007a, *Construction Manual*, Interreg III C grow Ramea project report, <https://bit.ly/RAMEA2007a>
- Ramea, 2007b, *User Manual*, Interreg III C grow Ramea project report, <https://bit.ly/RAMEA2007b>
- Ramea, 2007c, *Ramea - Case Studies. Regional economic environmental accounts*, Interreg III C project report.
- Sansoni M., Bonazzi E., Goralczyk M., Stauvermann P.J., 2010, "Ramea: how to support regional policies towards sustainable development", *Sustainable Development*, 18(4), Doi: [10.1002/sd.490](https://doi.org/10.1002/sd.490), pp. 201-210.
- Tudini A., Vetrella G., 2004, *Italian Namea: 1990-2000 air emission accounts - Final report to Eurostat*, Istat, Roma, [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Air/Italian\\_Namea\\_1990-2000.PDF](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Air/Italian_Namea_1990-2000.PDF)
- United Nations, 2003, *The handbook of national accounting: Integrated environmental and economic accounting*, United Nations, European commission, International monetary fund, Oecd, World bank, Series F 61, Rev. 1 (ST/ESA/STAT/SER.F/61/Rev.1).
- Unep, 2011, *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*, Working group on decoupling to the international resource panel, <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9816>

# LO SVILUPPO SOSTENIBILE E IL SISTEMA MULTILIVELLO

SONO 100 I TARGET DA RAGGIUNGERE ENTRO IL 2030 CHE LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA SI È ASSEGNATA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE. LA SINERGIA CON ENTI LOCALI E STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SONO NELLA CASSETTA DEGLI ATTREZZI PER IL MONITORAGGIO DELLO STATO DI AVANZAMENTO E DELLE AZIONI CORRETTIVE LUNGO IL PERCORSO DI SOSTENIBILITÀ.

La Regione Emilia-Romagna ha approvato la propria Strategia regionale Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile a novembre 2021<sup>1</sup>, nel quadro di quanto previsto dall'art. 34 del Dlgs 152/2006, realizzando la propria visione di declinazione degli obiettivi dell'Agenda 2030 dell'Onu<sup>2</sup> nel contesto territoriale di riferimento.

La Strategia approvata dalla Giunta regionale riconduce ai 17 *goal* dell'Onu, gli obiettivi strategici e le linee di intervento, non solo del programma di mandato 2020-2025, ma anche del Patto per il lavoro e per il clima, strumento partecipativo che da anni coinvolge la Regione insieme al partenariato sociale, produttivo e istituzionale di tutto il territorio regionale, dai Comuni capoluogo alle parti sociali, agli atenei, alle associazioni, alle fondazioni bancarie<sup>3</sup>.

Sulla base di questo impianto, che intende rispondere a un'idea di futuro condiviso, sono stati definiti 100 target quantitativi da raggiungere entro il 2025 e il 2030, con un sistema di misurazione che permetterà di monitorare il posizionamento dell'Emilia-Romagna rispetto agli obiettivi di sviluppo sostenibile e valutare l'impatto del contributo delle politiche regionali al raggiungimento degli obiettivi qualitativi e quantitativi individuati. In questo modo gli obiettivi dell'Agenda 2030 sono diventati la cornice dell'azione di governo regionale e un riferimento concreto per orientarne le scelte – dalla programmazione dei fondi europei 2021-2027 alle pianificazioni settoriali – interpretando la sostenibilità come processo orizzontale, da accompagnare perché sia adeguato e aggiornato rispetto alle sfide da affrontare.

La Strategia regionale Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile si coordina necessariamente con una pluralità di strumenti di programmazione



e *governance* sia interni sia esterni all'amministrazione. Su questo aspetto sia l'Agenda dell'Onu sia la Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile rendono infatti evidente che si possono raggiungere determinati obiettivi solo attraverso una *governance* integrata, collaborativa, multilivello – in senso verticale e orizzontale – catalizzatrice degli impegni di tutti gli attori coinvolti nel territorio. Per questi motivi la Regione ha previsto di accompagnare l'attuazione della Strategia attraverso alcune linee di intervento trasversali:

- la "territorializzazione" degli obiettivi di sviluppo sostenibile nelle realtà locali
- l'elaborazione di piani di formazione con contenuti orientati allo sviluppo sostenibile
- la definizione di nuovi indicatori, anche di "disaccoppiamento", ai fini della valutazione dell'impatto delle politiche pubbliche<sup>4</sup>

- lo sviluppo ed evoluzione di processi partecipativi
- la valorizzazione delle buone prassi territoriali
- la programmazione e realizzazione di interventi di comunicazione, informazione, formazione ed educazione alla sostenibilità intesa in tutte le sue dimensioni<sup>5</sup>.

Tra queste iniziative di carattere trasversale, in particolare, la territorializzazione degli obiettivi di sviluppo sostenibile è quella che maggiormente si presta a favorire un processo di integrazione degli stessi nel territorio. A tale fine, tra settembre 2022 e aprile 2023 la Regione ha realizzato il progetto pilota "La territorializzazione dell'Agenda 2030. Il sistema multilivello della Strategia regionale di sviluppo sostenibile" con il supporto metodologico degli esperti dell'Alleanza nazionale per

lo sviluppo sostenibile (Asvis) e d'intesa con Anci e Upi regionali<sup>6</sup>, finalizzato alla correlazione, e al successivo monitoraggio, degli obiettivi dei documenti di programmazione economico finanziaria degli enti locali (Dup) con i target della Strategia regionale. Con il progetto si è inteso declinare gli obiettivi di sviluppo sostenibile attraverso il protagonismo degli enti locali e definire un set condiviso di target e indicatori omogenei e misurabili ai diversi livelli di governo, valorizzando le sinergie già realizzate con la Città metropolitana di Bologna nella redazione dell'Agenda 2.0 metropolitana e con le più avanzate esperienze in corso sul territorio regionale. L'edizione pilota del progetto ha visto la partecipazione di 16 enti locali diversi per dimensioni e funzioni: Città metropolitana di Bologna, tre Province (Modena, Piacenza e Ravenna), otto Comuni (Albareto, Bologna, Cesena, Civitella di Romagna, Monte San Pietro, Parma, Piacenza e Reggio Emilia), quattro Unioni di Comuni (Bassa Romagna, Rubicone e Mare, Terre d'Argine, Valli del Reno Lavino e Samoggia), e l'elaborazione di un documento di sintesi che gli enti locali hanno potuto allegare al proprio Dup a partire da quello 2023-2025 e che la Regione ha utilizzato quale documento integrativo del Defr 2023-2025<sup>7</sup> e della relativa nota di aggiornamento. Tale documento di sintesi consente:

- la valutazione comparata dell'andamento dei diversi livelli territoriali e istituzionali (nazionale, regionale, provinciale o di Città metropolitana, di Unione di Comuni o comunale) rispetto al conseguimento degli obiettivi della Strategia regionale di sviluppo sostenibile selezionati nel Defr
- l'associazione tra ciascun obiettivo quantitativo della Strategia regionale e gli obiettivi strategici e operativi dei Dup, con un riferimento anche agli indicatori degli obiettivi operativi.

I target quantitativi selezionati a partire dal Defr 2023-2025 e utilizzati per il processo di territorializzazione sono stati ricavati:

- da strategie, piani o programmi di settore approvati dai livelli istituzionali (Unione europea, Stato, Regione Emilia-Romagna)
- dal confronto con i *best performer* europei e regionali (metodologia B)
- dagli esperti Asvis
- con il metodo Eurostat.

Per la lettura dei dati occorre anche tenere in considerazione il quadro delle competenze dei diversi livelli istituzionali,



che nel progetto sono distinte in particolare tra funzioni legislative e funzioni amministrative fondamentali risultanti dalla Costituzione e dalle principali norme sull'ordinamento degli enti locali, e il fatto che il conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile non dipende solo dal settore pubblico ma richiede il concorso anche di cittadini, associazioni e imprese, come reso evidente nel percorso del Patto per il lavoro e il clima. Pertanto, in alcuni casi i dati di monitoraggio dovrebbero essere intesi come riferiti al territorio di cui i diversi enti sono espressione, anche indipendentemente dalle loro competenze gestionali in senso stretto, soprattutto quando prevalgono funzioni di coordinamento e di *governance* come nel caso di Province e Unioni di Comuni. L'impostazione seguita potrebbe costituire il modello per il processo di territorializzazione degli obiettivi di sviluppo sostenibile anche per i prossimi anni, in un'ottica di evoluzione e miglioramento metodologico continuo.

Attraverso il monitoraggio degli obiettivi nei vari livelli territoriali potranno inoltre essere prese in esame le necessità di aggiornamento, integrazione o modifica degli stessi, a partire da nuovi scenari, nuove criticità e nuove opportunità o da eventuali aggiornamenti del sistema nazionale di indicatori. Sotto questo aspetto, da una parte l'approvazione dell'aggiornamento della Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile, attesa a breve, costituirà un'occasione per l'evoluzione delle misure statistiche

sulla base dei contributi più recenti degli organi statistici ufficiali, dall'altra, i recenti eventi calamitosi che dal mese di maggio hanno colpito la maggior parte del territorio dell'Emilia-Romagna potranno determinare un impatto rispetto alle priorità e ai risultati attesi, in un contesto in cui, dalla dimensione nazionale a quella locale, l'attuazione degli obiettivi di sviluppo sostenibile possa essere un processo in grado di integrare tutti i livelli territoriali in un percorso coeso pur nelle diversità di contesto e di funzioni.

#### Barbara Budini

Regione Emilia-Romagna

#### NOTE

<sup>1</sup> Deliberazione di Giunta n. 1840 del 8/11/2021.

<sup>2</sup> V. *Ecoscienza*, 3/2021, pp. 6, 7, 20, 21 per quanto riguarda la governance e il percorso preliminare all'approvazione della Strategia regionale.

<sup>3</sup> V. *Ecoscienza*, 3/2021, pp. 8, 9 per quanto riguarda il focus metodologico sul Patto per il lavoro e il clima.

<sup>4</sup> V. *Ecoscienza*, 3/2021 pp. 32, 33, 34.

<sup>5</sup> V. *Ecoscienza*, 3/2021, pp. 48, 49.

<sup>6</sup> I dati e i risultati del progetto sono consultabili nel sito [www.regione.emilia-romagna.it/agenda2030/strategia-sviluppo-sostenibile](http://www.regione.emilia-romagna.it/agenda2030/strategia-sviluppo-sostenibile).

<sup>7</sup> Defr e Dup sono i principali documenti di programmazione strategica previsti dalla legge rispettivamente per le Regioni e per Comuni, Province e Città metropolitane.

# CAMBIAMENTI CLIMATICI E TARTARUGHE IN TOSCANA

LA TARTARUGA CARETTA CARETTA FA ORMAI PARTE DELLE SPECIE ANIMALI CHE NIDIFICANO LE SPIAGGE ITALIANE, ANCHE A LATITUDINI UNA VOLTA INSOLITE. NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE TURTLENEST, SULLA NUOVA APP DI ARPA TOSCANA È POSSIBILE SEGNALARE LA PRESENZA DI NIDI E AVERE INFORMAZIONI SUL COMPORTAMENTO CORRETTO DA TENERE.

**N**ell'ottobre del 2013, sulla spiaggia di Scarlino a Grosseto, furono avvistati dai bagnanti 22 esemplari di tartaruga *Caretta caretta* appena schiusi dalle uova, che cercavano di raggiungere il mare. Fu la prima segnalazione di nidificazione di questa specie in Toscana, un evento che negli anni successivi è diventato ricorrente, quasi un classico dell'estate. Oltre ad aumentare in frequenza, la nidificazione sembra spostarsi progressivamente verso Nord: del resto i nidi registrati nel 2022 e nel 2023 in Versilia (Pietrasanta e Forte dei Marmi) e a Marina di Massa, per quanto insoliti, non rappresentano un record. Nel 2021 infatti le tartarughe si erano spinte fin sulla spiaggia del Castelletto di Capo San Donato, a Finale Ligure (SV) e, per quanto riguarda l'Adriatico, a Jesolo (VE) che rimane a tutt'oggi il punto di nidificazione noto più settentrionale del Mediterraneo.

L'avvistamento di una tartaruga in cerca di un punto adatto alla deposizione delle uova, o anche la sola individuazione delle sue tracce, è un evento che appassiona non solo gli studiosi ma anche la stampa e i cittadini, tanto che negli anni si sono moltiplicate le iniziative per coinvolgere gli amanti della natura in una rete di volontariato a tutela dei nidi e del loro monitoraggio, che è un'attività abbastanza impegnativa.

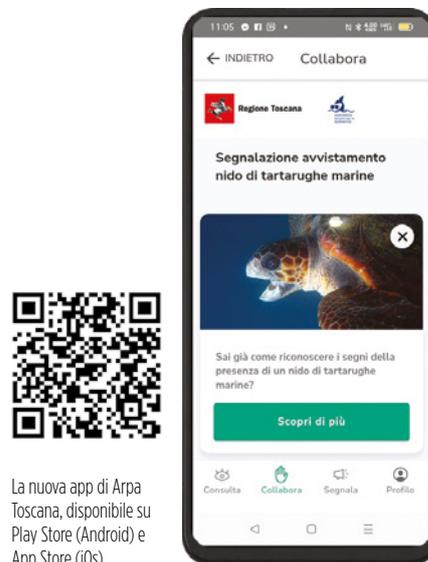
A partire dal cinquantesimo giorno circa dalla deposizione, infatti, il nido viene presidiato 24 ore su 24, con misurazione della temperatura superficiale ogni ora; il momento di inizio di questo monitoraggio puntuale può variare in relazione all'andamento delle temperature rilevate ogni 15 minuti, a 40 cm di profondità, da un *data logger*.

Quando si forma un avvallamento nella sabbia, in prossimità della camera delle uova, può essere stesa una cordella metrica lungo il corridoio preparato per aiutare i nascituri a raggiungere il mare. In condizioni normali, dopo circa 24 ore,



inizia l'emersione dei tartarughini dalla sabbia; quindi, si registra la data e l'ora, il numero di individui e la lunghezza di quelli che passano vicino alla cordella. I piccoli non devono essere toccati o manipolati in alcun modo e devono percorrere la distanza che li separa dal mare in totale autonomia. Solo in casi eccezionali si possono ricoverare temporaneamente i piccoli in difficoltà. Dopo 3-7 giorni si scava il nido per catalogarne il contenuto (uova rotte o danneggiati, piccoli morti ecc.) e la dimensione. Eventuali piccoli vivi vengono misurati e pesati, quindi messi nel corridoio perché raggiungano l'acqua. Solo il personale autorizzato dal Ministero dell'Ambiente, dietro parere di Ispra rilasciato sulla base di un progetto scientifico, può eseguire queste attività di manipolazione.

La nascita delle tartarughe è percepita, nella stragrande maggioranza dei casi, come un evento positivo, indice di spiagge pulite e di un ambiente favorevole a una specie che siamo abituati ad associare a paradisi naturalistici, in cui la pressione antropica è ridotta. In realtà si ritiene che le nidificazioni che si stanno registrando nella parte alta del Mediterraneo,



La nuova app di Arpa Toscana, disponibile su Play Store (Android) e App Store (iOS)

compresa la Toscana, siano un effetto dei cambiamenti climatici in corso. Nel bacino mediterraneo la temperatura dell'acqua sta aumentando il 20% più velocemente rispetto alla media globale, con gravi conseguenze in termini di invasioni di specie aliene, *bloom* di meduse, declino delle praterie di *Posidonia oceanica* e delle gorgonie. *Caretta caretta* certamente non è una specie alloctona ma non si può ignorare che la popolazione era concentrata, fino

a pochi anni fa, nella parte sud-orientale del Mediterraneo. L'aumento delle temperature sta probabilmente favorendo lo spostamento verso Nord di una popolazione in espansione, che si trova a nidificare anche in zone fortemente antropizzate, con presenza di stabilimenti balneari e strutture ricettive in prossimità della spiaggia, traffico nautico e una notevole illuminazione del litorale.

Uno degli obiettivi del progetto Turtlenest, avviato a gennaio 2023, è proprio quello di valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sulla nidificazione della specie. Realizzato con il contributo del programma Life della Commissione europea e promosso lungo le coste di Italia, Francia e Spagna, è finalizzato al miglioramento della conservazione della tartaruga marina comune. Coordinato da Legambiente, il progetto vede la partecipazione di Arpa Toscana, Ispra, stazione zoologica Anton Dorn, Università La Sapienza di Roma, Università di Barcellona, Fundació Universitària Balmes, Enci, Cest Med, Regione Basilicata, Regione Campania e Regione Puglia.

Nel corso del progetto, che ha una durata di cinque anni, si prevede di monitorare circa 8.000 km di coste, che includono 64 aree protette della rete Natura 2000, e

almeno 500 nidi, che verranno osservati e studiati tenendo conto di come l'impatto dei cambiamenti climatici incida sulla scelta del sito di nidificazione da parte delle tartarughe, sulla temperatura di incubazione e sul successo della deposizione delle uova (ovvero quanti piccoli effettivamente nasceranno).

I luoghi dove vengono rintracciati i nidi di tartaruga coincidono spesso con lidi e spiagge a forte vocazione turistica, ciò nonostante i bagnanti informati, capaci di riconoscere le tracce lasciate sulla sabbia dalla tartaruga che esce dall'acqua per deporre le uova e di segnalarne la presenza, sono una minima parte. Da qui l'importanza delle azioni di informazione e sensibilizzazione rivolte ai turisti e ai gestori degli stabilimenti balneari per ridurre il disturbo antropico nella stagione delle nidificazioni, coinvolgere le persone nel monitoraggio delle spiagge a caccia di tracce di tartarughe e formare sul campo volontari che diventeranno validi supporti dei tecnici nell'identificazione, protezione e gestione dei nidi.

In questa direzione deve essere letta la funzione della nuova app di Arpat (disponibile sia per Android sia per iOS) per la segnalazione dei nidi di tartaruga marina, realizzata in partnership con

l'Osservatorio toscano biodiversità di Regione Toscana, che l'ha commissionata. Attraverso la funzione "Collabora" è possibile infatti segnalare, anche in modo anonimo, la presenza di nidi o di tracce che ne facciano sospettare la presenza. L'applicazione consente a turisti e bagnanti di scattare fotografie e di georeferenziarle in base alla posizione rilevata dal telefono. È possibile anche inserire manualmente la posizione, qualora le persone vogliano effettuare la segnalazione in differita, ad esempio per mancanza di campo. La app contiene anche sintetici aiuti per il corretto riconoscimento delle tartarughe e delle loro tracce e per il corretto comportamento da tenere in caso di avvistamenti.

Si tratta di uno strumento che si affianca, per il litorale della Toscana, al numero blu 1530 della Guardia costiera e realizza una prima ma significativa apertura al monitoraggio collaborativo della popolazione e alla *citizen science*, ovvero alla partecipazione dei cittadini alle attività di raccolta di dati e produzione di informazioni con l'obiettivo di accrescere contemporaneamente conoscenza e consapevolezza.

**Carlotta Alaura, Cecilia Mancusi**

Arpa Toscana



## TARTARUGA CARETTA CARETTA

### IN TOSCANA PROGRESSIVO AUMENTO DELLA PRESENZA. COSA FARE IN CASO DI AVVISTAMENTO

La traccia lasciata sulla sabbia dalle tartarughe assomiglia a quella di un piccolo cingolato; nel caso dell'adulto è possibile individuare il percorso di andata, in uscita dall'acqua e quello di ritorno verso il mare, che forma una sorta di ferro di cavallo alla cui sommità potrebbe trovarsi il nido.

In caso di avvistamenti: scattare alcune foto evitando di calpestare la traccia (due viste d'insieme - una da mare e una da terra - due sull'asse della linea di costa, cioè con il mare

a sinistra e a destra) ed eventuali dettagli dei punti in cui la traccia è interrotta da scavo o sabbia smossa.

Delimitare provvisoriamente l'area per proteggerla dal passaggio, ma senza infilare bastoni o altro nella sabbia per non danneggiare le uova.

Avvisare il proprietario o concessionario dell'area e la Guardia costiera al 1530, se possibile aspettare l'arrivo di un esperto. Fotografare la tartaruga, senza flash e mai frontalmente, in silenzio senza spaventarla per non interrompere la nidificazione.

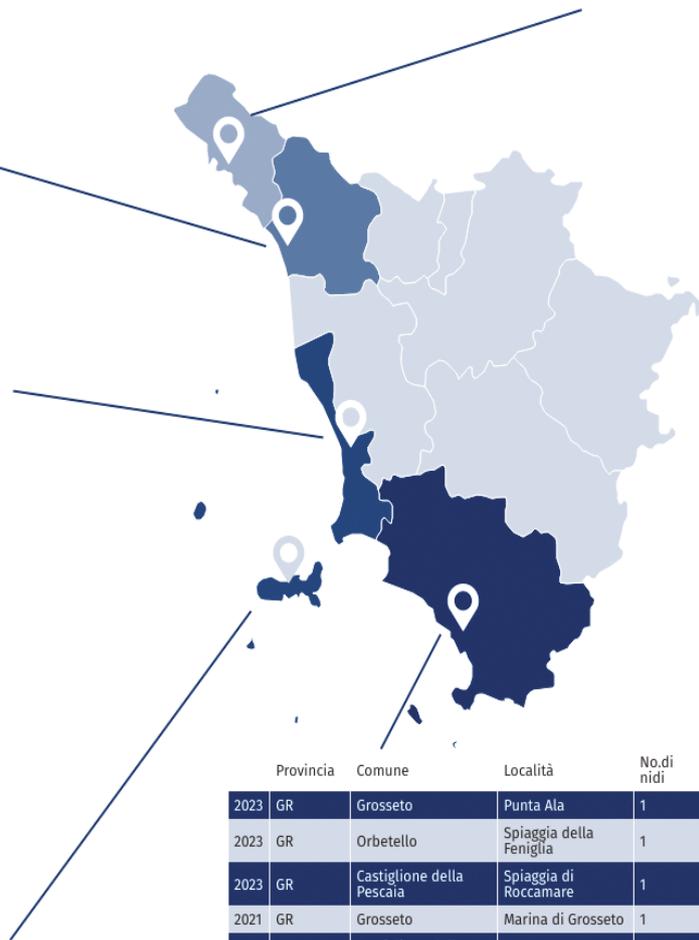
	Provincia	Comune	Località	No. di nidi
2023	LU	Forte dei Marmi	Colonia Casalmaggiore	1
2023	LU	Forte dei Marmi	Bagno Marconi	1
2022	LU	Pietrasanta	Marina di Pietrasanta	1

	Provincia	Comune	Località	No. di nidi
2022	MS	Massa	Marina di Massa	3

	Provincia	Comune	Località	No. di nidi
2023	LI	Piombino	Riotorto, Parco della Sterpaia	1
2021	LI	Rosignano M.mo	Santa Lucia	3
2020	LI	Rosignano M.mo	Santa Lucia	1
2020	LI	Piombino	Baratti	1
2019	LI	San Vincenzo	Rimigliano	1
2019	LI	Cecina	Cecina	1
2018	LI	Rosignano M.mo	Santa Lucia	2
2018	LI	San Vincenzo	Rimigliano	1

	Provincia	Comune	Località	No. di nidi
2023	LI - Elba	Marciana Marina	Spiaggia del Capitanino	1
2023	LI - Elba	Campo nell'Elba	Marina di Campo, spiaggia La Foce	1
2023	LI - Elba	Campo nell'Elba	Fetovaia	1
2023	LI - Elba	Capoliveri	Lacona	1
2023	LI - Elba	Campo nell'Elba	Marina di Campo, Galenzana	1
2022	LI - Elba	Marciana Marina	Sant'Andrea	1
2021	LI - Elba	Capoliveri	Morcone	1
2018	LI - Elba	Capoliveri	Straccoligno	1
2017	LI - Elba	Campo nell'Elba	Marina di Campo	1

	Provincia	Comune	Località	No. di nidi
2023	GR	Grosseto	Punta Ala	1
2023	GR	Orbetello	Spiaggia della Feniglia	1
2023	GR	Castiglione della Pescaia	Spiaggia di Roccamare	1
2021	GR	Grosseto	Marina di Grosseto	1
2021	GR	Castiglione della Pescaia	Green Beach	1
2021	GR	Castiglione della Pescaia	Bella Vita	1
2020	GR	Castiglione della Pescaia	Rocchette	1
2020	GR	Castiglione della Pescaia	Roccamare	1
2020	GR	Castiglione della Pescaia	Riva del sole	1
2019	GR	Castiglione della Pescaia	Riva del sole	1
2019	GR	Castiglione della Pescaia	Le Marze	1
2015	GR	Orbetello	Giannella	1
2013	GR	Scarlino	Scarlino	1



Fonte: Arpa Toscana. I dati sono aggiornati al 15 luglio 2023

# PREPAIR A TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

## Ricerca e sviluppo contro l'inquinamento atmosferico

L'inquinamento dell'aria è uno dei principali fattori ambientali che incidono sulla salute dei cittadini europei. La maggior parte della popolazione è infatti esposta a livelli di concentrazione di inquinanti superiori ai limiti stabiliti dalla normativa comunitaria per la protezione della salute umana. In questo contesto si inserisce il progetto Life Prepair, che coinvolge le regioni del bacino padano e la Slovenia, e ha lo scopo di ridurre i livelli di inquinamento atmosferico.

Le azioni intraprese si concentrano nei seguenti settori: combustione di biomasse, trasporto di beni e passeggeri, riscaldamento domestico, industria, energia e agricoltura. Tutte le Regioni aderenti all'accordo del bacino padano hanno predisposto un proprio piano di qualità dell'aria. In questo servizio presentiamo gli studi svolti dalle Agenzie ambientali

sull'impatto delle politiche e delle azioni migliorative per la qualità dell'aria esplorando anche gli strumenti per la caratterizzazione del PM<sub>10</sub> e lo studio del particolato secondario. Gli sforzi sono orientati a trovare delle soluzioni politiche che siano ottimali non solo dal punto di vista ambientale, ma anche sociale ed economico. La ricerca sta lavorando per una miglior classificazione degli inquinanti per la qualità dell'aria e per una più precisa valutazione degli scenari emissivi.

Un'ulteriore applicazione è la misurazione dell'inquinamento atmosferico tramite lo studio degli effetti di riduzione delle emissioni durante il *lockdown* e uno sguardo ai piani regionali per la qualità dell'aria, strumenti fondamentali per orientare le amministrazioni pubbliche nelle scelte migliori per la tutela della salute e dell'ambiente. (DM)

# PREPAIR, UN PROGETTO PER UN'ARIA MIGLIORE

SUPPORTANDO L'IMPLEMENTAZIONE DEI PIANI DI QUALITÀ DELL'ARIA, IL PROGETTO AGISCE SULL'EFFICACIA DELLE MISURE LOCALI CON UN EFFETTO MOLTIPLICATORE. TRASPORTI, BIOMASSE, ENERGIA, AGRICOLTURA E ALLEVAMENTO SONO I PRINCIPALI SETTORI DI INTERVENTO.

IMMAGINE: MODIS RADIOMETER, NASA

**I**l bacino padano, territorio densamente popolato (24 milioni di persone) e tra le zone più produttive d'Italia e d'Europa, nonostante i significativi miglioramenti registrati negli anni, rappresenta un'area complessa per la qualità dell'aria.

A causa delle condizioni meteo-climatiche e delle caratteristiche morfologiche del bacino, le concentrazioni degli inquinanti superano in alcune zone i valori limite fissati dall'Unione europea, poiché una larga parte del particolato atmosferico ha origini secondarie.

Per tale ragione, le Regioni del nord Italia, le corrispettive Agenzie ambientali, le tre principali città metropolitane (Torino, Milano e Bologna), Art-Er, Fondazione Lombardia Ambiente (Fla) e l'Agenzia ambientale Slovena si sono unite in un patto per migliorare la qualità dell'aria nel bacino del Po e in Slovenia, in attuazione della direttiva 2008/50/CE e degli obiettivi della direttiva sugli impegni di riduzione delle emissioni nazionali (direttiva Nec), dando origine al progetto europeo Life Prepair (*Po Regions engaged to policies of air*) di cui la Regione Emilia-Romagna è capofila. Supportando l'implementazione di

sette Piani di qualità dell'aria regionali in Italia e dei Piani municipali della Slovenia il progetto agisce, con un effetto moltiplicatore, sull'efficacia delle misure regionali. Per la sua realizzazione sono stati messi a disposizione circa 17 milioni di euro, il 60% dei quali proviene dai fondi europei dedicati al programma Life per l'ambiente e per il clima.

Le azioni messe in campo, a carattere integrato e condiviso fra le regioni del bacino padano, rappresentano un esempio di collaborazione interregionale indispensabile anche per poter ottemperare ai nuovi limiti di qualità dell'aria più stringenti, che saranno introdotti dalla revisione, tuttora in corso, della normativa comunitaria vigente in materia, la quale avrà effetto anche sull'aggiornamento dei piani aria.

## I settori di intervento

Trasporti, biomasse, energia, agricoltura e allevamento sono i principali settori (*pillar* tematici) di intervento del progetto.

Nel settore agricoltura è stato realizzato uno strumento comune (Bat-Tool) di

valutazione delle misure per ridurre le emissioni degli allevamenti; sono state inoltre prodotte e promosse buone pratiche per l'utilizzo dei fertilizzanti al fine di ottimizzarne l'applicazione e ridurre le emissioni di ammoniaca.

Circa un terzo delle emissioni di  $PM_{10}$  è prodotto dalla combustione di biomassa per uso civile, per questo motivo all'interno del *pillar* biomasse si è dato grande spazio alla comunicazione, realizzando diversi webinar per sensibilizzare la cittadinanza sulle corrette modalità di combustione, trasmessi sui canali social del progetto.

Altrettanto protagonisti dell'area tematica sono stati i corsi di formazione tecnica e specialistica per progettisti e installatori di impianti domestici a biomassa e anche corsi di formazione per spazzacamini. La Provincia autonoma di Trento e la Regione Lombardia hanno istituito internamente la figura di spazzacamino qualificato, inserendola nei propri atlanti delle professioni; l'obiettivo è quello di definire un profilo nazionale di spazzacamino qualificato.

Il settore trasporti è quello che vede coinvolte il maggior numero di azioni,

che hanno sviluppato percorsi di formazione per diffondere le conoscenze sulla mobilità sostenibile (trasporto pubblico, mobilità ciclabile, mobilità elettrica), indirizzati principalmente a cittadini e addetti ai lavori (amministratori locali, professionisti e mobility manager), e all'*eco-driving* rivolti soprattutto agli utenti del progetto *Move-in*. Realizzazioni di velostazioni e iniziative locali e con le scuole sono altre azioni per la promozione della mobilità ciclabile.

Il progetto Prepair si è anche fatto protagonista di uno studio che permetterà la conversione del motore di un autobus da diesel a elettrico. Non di minore importanza, nell'ambito del *pillar* trasporti, sarà realizzata una nuova pagina del sito Prepair dedicata all'infomobilità e al trasporto pubblico che riporti i diversi *travel planner* delle regioni del bacino padano nonché i continui aggiornamenti sul tema dell'infomobilità legata anche al Maas (*Mobility as a service*), in attesa dell'attuazione da parte del Ministero dei

Nap (*National access point*) e dei relativi servizi di *route planner*.

Per quanto riguarda il *pillar* efficienza energetica si è dato spazio ad attività di formazione e di supporto nel settore industriale per la diffusione delle conoscenze sulla riduzione dei consumi energetici degli edifici. In particolare, i programmi hanno promosso un utilizzo efficiente dell'energia nei processi industriali e negli edifici. Ulteriori attività di formazione sono state rivolte agli operatori dei settori pubblici, sia sugli edifici a emissioni zero che sul Gpp (acquisti pubblici verdi). La creazione di *info-point* regionali a supporto degli enti locali ha favorito l'accesso alle iniziative di efficienza energetica e ha promosso la diffusione degli acquisti verdi.

Il *pillar* comunicazione è un protagonista principale del progetto: supportando e affiancando i pilastri tematici, diffonde i risultati ottenuti dalle azioni tramite i canali social e il sito web del progetto, organizza seminari e *contest* con i cittadini

e percorsi di formazione con le scuole di ogni genere e grado.

Il settore qualità dell'aria e valutazione emissioni ha permesso lo sviluppo di valutazioni e di elaborazioni modellistiche a livello di bacino, utilizzate da ultimo anche per l'analisi preliminare dei possibili effetti, in termini di una prima stima di azioni necessarie, derivanti dall'introduzione di nuovi valori limite per gli inquinanti atmosferici più stringenti rispetto agli attuali<sup>1</sup>. Ha inoltre consentito di ottenere informazioni integrate circa la contabilità delle emissioni e l'effetto delle misure dei diversi piani aria regionali.

**Katia Raffaelli, Giulia Righi,  
Gianluca Iannuzzi**

Regione Emilia-Romagna

#### NOTE

<sup>1</sup> [www.lifepreparepair.eu/wp-content/uploads/2022/02/evaluation\\_scenarios\\_on\\_air\\_quality\\_inPovalley-1.pdf](http://www.lifepreparepair.eu/wp-content/uploads/2022/02/evaluation_scenarios_on_air_quality_inPovalley-1.pdf)

## IL DOCUVIAGGIO



L'aria è di tutti e non ha confini, se l'aria è "malata" riguarda tutti, nessuno escluso. Ogni risultato si può ottenere solo attraverso un patto, una grande alleanza tra istituzioni e cittadini, in cui ognuno faccia la propria parte. Sì, ma da dove partire per cambiare? Perché non dalle soluzioni che già ci sono?

"C'è aria per te - Il docu-viaggio" parte da queste domande e si sviluppa attraverso gli occhi e le azioni di un testimone di eccezione, il "comichista" (comico-ciclista) Paolo Franceschini. Il bacino padano e i suoi luoghi simbolici vengono attraversati dal "comichista", alla ricerca di quanto di positivo si sta già facendo, alla scoperta delle esperienze più significative raccontate direttamente da chi le ha ideate, sostenute e

sperimentate. Un diario di viaggio in sette tappe dallo spirito allegro e scanzonato, capace di comporre un mosaico variegato di realtà virtuose e di impegno. Si scopre, si sorride, si riflette.

Paolo Franceschini, comico-ciclista, in prima persona ha deciso di fare qualcosa per migliorare la qualità dell'aria: preferire la bicicletta all'auto privata. Attore, comico, speaker radiofonico, da anni non si separa mai dalla sua amata due ruote ed è protagonista di azioni e campagne legate alla promozione della sostenibilità ambientale e della mobilità sostenibile.

Il video è disponibile sul canale YouTube della campagna "C'è aria per te!" ([www.youtube.com/@ariaxte6021](http://www.youtube.com/@ariaxte6021)).

# STRUMENTI E RISULTATI SU VASTA SCALA DI PREPAIR

IL PROGETTO PREPAIR HA CONTRIBUTITO A MIGLIORARE GLI STRUMENTI DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA, A SUPPORTO DELLE MISURE DI RISANAMENTO, TRAMITE UNA MIGLIORE DEFINIZIONE DELLE SORGENTI, PROIEZIONI EMISSIVE, SVILUPPO DI STRUMENTI MODELLISTICI E CAMPAGNE DI MONITORAGGIO SPECIALI.

**L**e attività del progetto Prepair si sono svolte nell'ambito di *pillar* tematici all'interno di *action* specifiche. Questo articolo si focalizza sulle principali condotte dai due *pillar* "Valutazione qualità dell'aria" ed "Emissioni/stazioni speciali", rimandando al sito di progetto ([www.lifeprepare.eu](http://www.lifeprepare.eu)) per un più esteso e dettagliato quadro sui risultati ottenuti da tutti i *pillar*. Si è pensato di raggruppare, data la mole di dati e prodotti elaborati in questi sette anni, nei seguenti tre filoni trasversali alle *action*:

- sorgenti di emissioni, proiezioni emissive e approfondimenti sulle sorgenti chiave
- modellistica di qualità dell'aria e di *integrated assessment*
- campagne di monitoraggio e siti speciali di Prepair.

## Sorgenti di emissioni, proiezioni emissive e sorgenti chiave

L'individuazione delle sorgenti di inquinanti, la loro quantificazione

e distribuzione su un territorio costituiscono elementi alla base per supportare le scelte su tipo e priorità di interventi di mitigazione.

Nel progetto Prepair è stato prodotto un dataset delle emissioni, mosaicando le stime provenienti dagli inventari di emissione *bottom-up* realizzati dai molti enti partner mediante il sistema Inemar e dall'inventario nazionale della Slovenia. Il dataset è stato realizzato da Arpa Lombardia per gli anni 2013, 2017, 2019 su bacino del Po e Slovenia, introducendo ipotesi nel processamento delle stime per inserire eventuali informazioni mancanti (ad esempio classificazione, codici), allineare le annualità ecc., al fine di garantire quanto più possibile confrontabilità e riproducibilità tra gli aggiornamenti del database nel tempo, organicità e coerenza nello spazio [1]. Tale dataset è stato alla base dell'attività di costruzione di proiezioni future e di scenari emissivi. Per esempio, la metodologia implementata a scala regionale per la valutazione delle emissioni durante il *lockdown* (figura 1a) ha consentito ad Arpa Lombardia di

sviluppare un catalogo di indicatori (es. variazione mobilità, riduzione voli, variazione presenze domestiche ecc.) [2, 3] e di condividerla per il calcolo delle emissioni giornaliere in Prepair, per la scala di bacino padano (figura 1b) [4] e nel progetto Pulvirus, per la scala italiana [5]. Altri scenari emissivi sono stati predisposti per simulare mediante modelli la sensibilità dei modelli Ctm (*Chemical transport model*) e l'impatto sulla qualità dell'aria per progressivi range di riduzioni [6, 7].

Il progetto Prepair prevedeva due filoni di approfondimento sulle sorgenti chiave: la combustione a biomassa legnosa per il riscaldamento domestico e il traffico. Per il primo sono state svolte su coordinamento di Arpa Veneto un'indagine campionaria, tramite tecnica Cati, e una valutazione del bilancio energetico nel settore residenziale che hanno permesso di aggiornare all'anno 2018 la stima dei consumi di biomassa legnosa negli impianti con potenza inferiore ai 35 kW in tutto il territorio del bacino padano [8]. Rispetto al secondo, sono stati

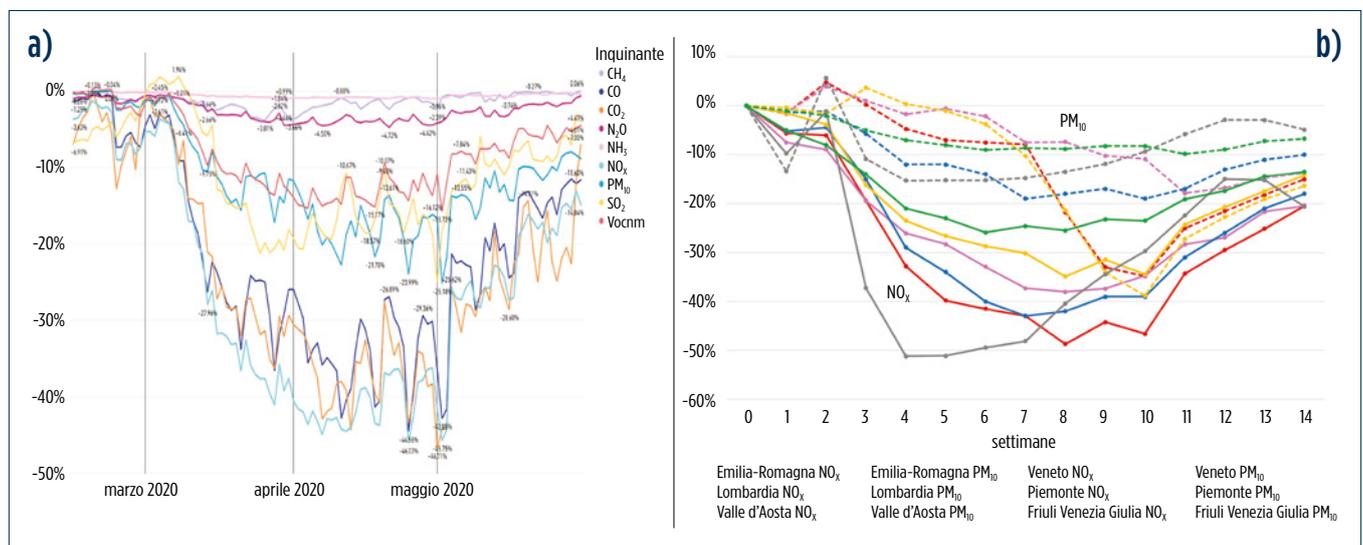


FIG. 1 STIMA DELLE VARIAZIONI EMISSIVE DURANTE IL LOCKDOWN

a) Stime di emissioni giornaliere calcolate come (Covid-Bau)/Bau (Covid: scenario lockdown, Bau: scenario usuale di riferimento).  
b) Stime emissioni settimanali su bacino Life Prepair.

condotti, su coordinamento di Arpa Piemonte, l'elaborazione di un grafo stradale unico, esteso a tutto il bacino, con assegnazione dei flussi mediante modello di traffico [6]. "EmiTool", messo a punto nell'ambito di Prepair consente lo scambio e la visualizzazione dei dati emissivi tra i partner e l'elaborazione di scenari. Infine, attività di raccordo con altri strumenti elaborati in Prepair, come il Bat-Tool dal *pillar* Agricoltura, sono riscontrabili negli articoli indicati in bibliografia [9, 10].

### La modellistica di qualità dell'aria e di *integrated assessment*

Nel progetto Prepair sono stati applicati da alcuni enti partner i propri sistemi di modellizzazione, mettendo così a confronto i risultati di ben cinque sistemi Ctm: Ninfa-ER (Arpa Emilia-Romagna) [11], PieAms (Arpa Piemonte), Smal-lo (Arpa Lombardia), Cammx-Slo (Arso) e, a partire dalla presente relazione, Spiair (Arpa Veneto). L'attività di modellistica condotta in Prepair ha visto l'impiego di alcuni o tutti e cinque i sistemi per fornire campi di concentrazione ad alta risoluzione al fine di:

- realizzare la valutazione modellistica di qualità dell'aria (Vmqa) per tre anni (2020-2021-2022) su dominio Prepair
- produrre mappe quotidiane di previsioni di bacino

- simulare l'effetto di scenari o supportare la comprensione di fenomeni di inquinamento atmosferico. Le simulazioni sono state condotte utilizzando, tra gli input, il dataset di emissioni descritto sopra, i dati delle

reti di monitoraggio della qualità dell'aria, messi a disposizione dagli enti partner e raccolti nella piattaforma sviluppata nell'ambito del progetto che raccoglie, oltre ai dati, i risultati delle simulazioni giornaliere previsionali frutto

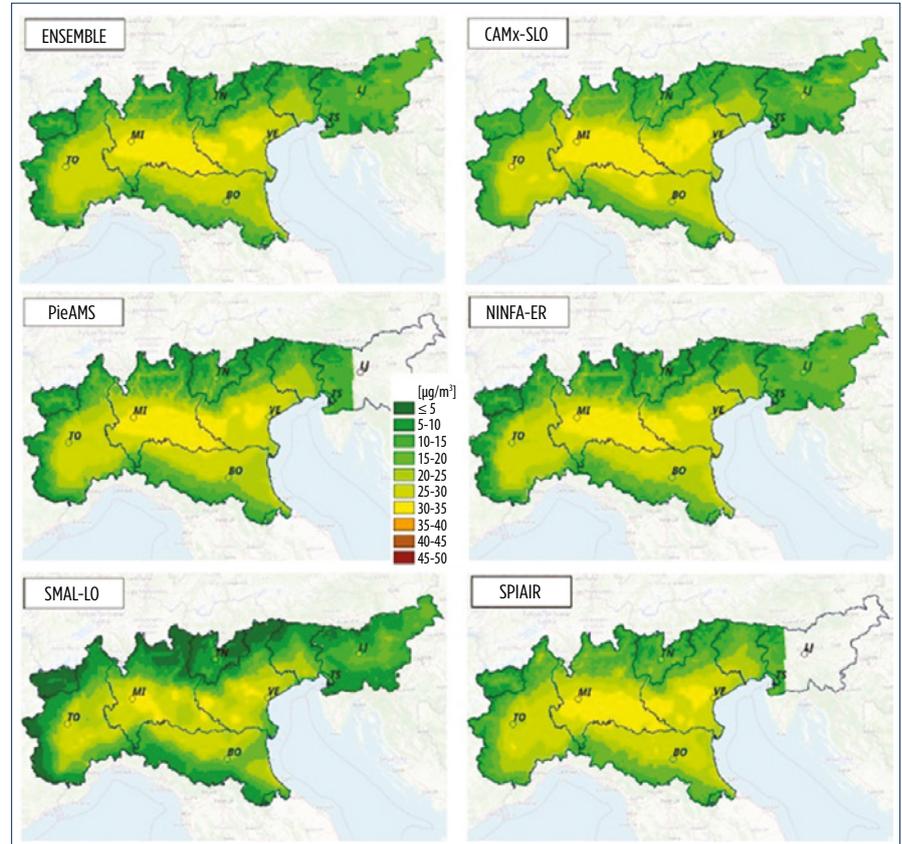


FIG. 2  $PM_{10}$   
Mappe della media annua di  $PM_{10}$  per l'anno 2022 prodotte dai cinque sistemi di fusione dati e dall'ensemble D5 (in alto a sinistra nella figura).



dell'applicazione operativa delle catene modellistiche che vengono così condivisi giornalmente tra i partner.

La figura 2 mostra i risultati nella Vmqa per l'anno più recente ottenuta a valle dell'ensemble, approccio d'avanguardia diffuso anche nei servizi Cams/Ecmwf [11] che, con algoritmi appositi, consente in modo combinato di tener conto dei risultati prodotti dai singoli Ctm. La valutazione viene effettuata tenendo conto degli indicatori più critici rispetto ai valori limite stabiliti dalla direttiva 2008/50/CE dettagli su dati di input, tecniche di *data fusion* e i risultati dell'attività di validazione riportati nei report [12].

L'applicazione dei modelli è avvenuta nell'ambito di Prepair sia per simulare l'effetto di riduzione delle emissioni ipotizzati in scenari [6, 7] sia per riprodurre e interpretare fenomeni come l'impatto della qualità dell'aria delle azioni anti Covid-19 [4].

La valutazione modellistica si è avvalsa anche di strumenti modellistici di *integrated assessment*, utilizzando una versione aggiornata nell'ambito del progetto Prepair di Riat+ [13, 14] utilizzata da alcuni enti partner nella valutazione dei piani.

## Le campagne di monitoraggio e i siti speciali di Prepair

Il progetto Prepair ha previsto, su coordinamento di Arpa Lombardia, la creazione di una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM<sub>10</sub>. Tale rete è stata creata sulla base di stazioni di monitoraggio già esistenti ed è composta da quattro siti di fondo urbano (Milano, Bologna, Torino e Vicenza) e uno rurale (Schivenoglia, MN).

In ogni sito sono in funzione due campionatori gravimetrici a basso volume per la raccolta di campioni di PM<sub>10</sub> su filtri con diametro 47 mm, uno per membrane in fibra di quarzo e l'altro in esteri misti di cellulosa o teflon. Quest'ultimi sono dedicati all'analisi degli elementi con Z>11, condotta tramite la tecnica Xrf, mentre i filtri in quarzo sono impiegati per la determinazione della componente carboniosa, tramite tecnica termo-ottica Tot/Tor, e di anioni, cationi e zuccheri (levoglucosano) tramite cromatografia ionica.

Le misure vengono effettuate giornalmente e, su ogni filtro, Arpa Lombardia effettua le seguenti analisi:

- elementi: Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb e Pb
- cationi: Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>
- anioni: Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- zuccheri: levoglucosano
- composti carboniosi: OC (carbonio organico) e EC (carbonio elementare).

Il progetto prevede campionamenti per tutti i siti speciali dal 1° aprile 2018, analisi e raccolta dei dati, elaborazione dei risultati con tecniche statistiche e di ripartizione delle fonti per identificare l'evoluzione dei contributi delle diverse fonti relative alle azioni implementate. Nel seguito sono presentati alcune elaborazioni sui risultati validati relativi alla determinazione della composizione

chimica del primo quadriennio, dal 1° aprile 2018 al 31 marzo 2022, rimandando al report per ulteriori dettagli sugli interessanti risultati ottenuti per i vari siti e mediante l'utilizzo di tecniche di *source apportionment* [15]. Come quella emissiva e modellistica, anche l'attività di monitoraggio ha attivato analisi dei dati approfonditi per esaminare l'impatto sulla qualità dell'aria delle azioni anti-Covid-19 ("Studio degli effetti del lockdown sul PM<sub>10</sub> e sua composizione chimica") [16].

**Elisabetta Angelino<sup>1</sup>, Michele Stortini<sup>2</sup>**

1. Arpa Lombardia
2. Arpa Emilia-Romagna

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Marongiu A., Angelino E., Moretti M., Malvestiti G., Fossati G., 2022, "Atmospheric emission sources in the Po-basin from the Life-Ip Prepair project", *Open Journal of Air Pollution*, 11, 70-83. doi: 10.4236/ojap.2022.113006
- [2] [www.harmo.org/Conferences/Proceedings/\\_Tartu/publishedSections/H20-149\\_elisabetta\\_angelino.pdf](http://www.harmo.org/Conferences/Proceedings/_Tartu/publishedSections/H20-149_elisabetta_angelino.pdf)
- [3] Marongiu A., Angelino E., Malvestiti G. et al., 2023, "Emission estimates and air quality simulation on Lombardy during lockdown", *Air Qual Atmos Health*, 16, 61-75. <https://doi.org/10.1007/s11869-022-01265-1>
- [4] [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/09/COVIDQA-Prepair-2-17Settembre2020.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/09/COVIDQA-Prepair-2-17Settembre2020.pdf)
- [5] [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2022/numeri-5-6-anno-2022/progetto-pulvirus/delia\\_et\\_al\\_obiettivo2\\_pulvirus\\_es2022\\_5-6.pdf/view](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2022/numeri-5-6-anno-2022/progetto-pulvirus/delia_et_al_obiettivo2_pulvirus_es2022_5-6.pdf/view)
- [6] [www.lifeprepare.eu/index.php/2022/06/03/inproving-air-quality-together-the-slides](http://www.lifeprepare.eu/index.php/2022/06/03/inproving-air-quality-together-the-slides)
- [7] Veratti G., Stortini M., Amorati R., Bressan L., Giovannini G., Bande S., Bissardella F., Ghigo S., Angelino E., Colombo L., Fossati G., Malvestiti G., Marongiu A., Dalla Fontana A., Intini B., Pillon S., 2023, "Impact of NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub> emission reduction on particulate matter across Po Valley: A Life-Ip-Prepair Study", *Atmosphere*, 14(5):762. <https://doi.org/10.3390/atmos14050762>
- [8] [www.lifeprepare.eu/index.php/2021/10/12/presentazioni-conferenza-sui-consumi-di-biomassa-domestica-nel-bacino-padano-7-ottobre-2021](http://www.lifeprepare.eu/index.php/2021/10/12/presentazioni-conferenza-sui-consumi-di-biomassa-domestica-nel-bacino-padano-7-ottobre-2021)
- [8] [www.tfeip-secretariat.org/\\_files/ugd/e5a9c7\\_cfd990a2bf646e0a58dc9cf55825c09.pdf](http://www.tfeip-secretariat.org/_files/ugd/e5a9c7_cfd990a2bf646e0a58dc9cf55825c09.pdf)
- [9] [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2022/05/8\\_Bologna\\_Marongiu\\_05052022.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2022/05/8_Bologna_Marongiu_05052022.pdf)
- [10] Vitali L., Cuvelier K., Piersanti A., Monteiro A., Adani M., Amorati R., Bartocha A., D'Ausilio A., Durka P., Gama C., Giovannini G., Janssen S., Przybyła T., Stortini M., Vranckx S., Thunis P., "A standardized methodology for the validation of air quality forecast applications (F-MQO): Lessons learnt from its application across Europe", *Geosci. Model Dev. Discuss.*, [preprint], <https://doi.org/10.5194/gmd-2023-65>, in review, 2023.
- [11] <https://regional.atmosphere.copernicus.eu>
- [12] [www.lifeprepare.eu/index.php/2023/06/22/online-the-2022-air-quality-assessment-report-for-the-po-valley-basin-and-slovenia/?lang=en](http://www.lifeprepare.eu/index.php/2023/06/22/online-the-2022-air-quality-assessment-report-for-the-po-valley-basin-and-slovenia/?lang=en)
- [13] [www.arpae.fvg.it/temi/temi/modellistica-ambientale-crma/pubblicazioni/applicazione-di-riat-per-lanalisi-costibenefici-delle-misure-di-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-in-atmosfera](http://www.arpae.fvg.it/temi/temi/modellistica-ambientale-crma/pubblicazioni/applicazione-di-riat-per-lanalisi-costibenefici-delle-misure-di-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-in-atmosfera)
- [14] <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/verso-il-nuovo-pair2030-1/quadro-conoscitivo.pdf/@@download/file/Quadro%20Conoscitivo.pdf>
- [15] [www.lifeprepare.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-13](http://www.lifeprepare.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-13)
- [16] [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2021/02/Prepair\\_covidQA\\_Report3\\_def2.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2021/02/Prepair_covidQA_Report3_def2.pdf)

# STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO E GRAFO STRADALE

L'ELABORAZIONE DI UNA MAPPA ESTESA A TUTTO IL BACINO PADANO CON UN ALTO LIVELLO DI DETTAGLIO HA PERMESSO DI STIMARE I TIPICI INQUINANTI PROVENIENTI DAL TRAFFICO STRADALE. NELL'AMBITO DEL PROGETTO PREPAIR È STATO SVILUPPATO UN APPOSITO STRUMENTO INFORMATICO.

**S**ebbene il numero di veicoli a motore abbia registrato un aumento costante, negli ultimi 30 anni si è assistito a una progressiva riduzione delle emissioni da trasporto dovuta a limiti emissivi sempre più stringenti [1]. Nonostante tali riduzioni, il trasporto su strada costituisce ancora un'importante fonte di emissione di inquinanti (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO), significativa anche per quanto riguarda la formazione di particolato secondario dovuto a reazioni chimiche che avvengono in atmosfera (tipicamente nitrato e solfato di ammonio).

In questo articolo viene presentato come, nell'ambito del progetto Life Prepair, si sia proceduto all'elaborazione di un grafo della rete stradale esteso a tutto il territorio del bacino con la relativa associazione dei flussi di traffico e alla conseguente stima delle emissioni da trasporto mediante la realizzazione di uno strumento informatico appositamente sviluppato, allo scopo di approfondire la conoscenza di questa importante fonte con un dettaglio uniforme per tutte le regioni coinvolte.

## La stima dei flussi veicolari

Per adempiere all'obiettivo di ricostruzione dei flussi veicolari sulla rete stradale del bacino del Po, nel contesto del progetto Prepair, Arpa Piemonte ha affidato, con un incarico esterno, la realizzazione di un grafo stradale di

bacino e la quantificazione dei relativi flussi di traffico per l'anno 2019. La società di consulenza ha in primo luogo definito il grafo stradale: partendo da una cartografia commerciale (NavStreet di Here del nord Italia [2]), attraverso un processo di semplificazione, si è arrivati alla creazione di un grafo connesso e completo, caratterizzato dal minor

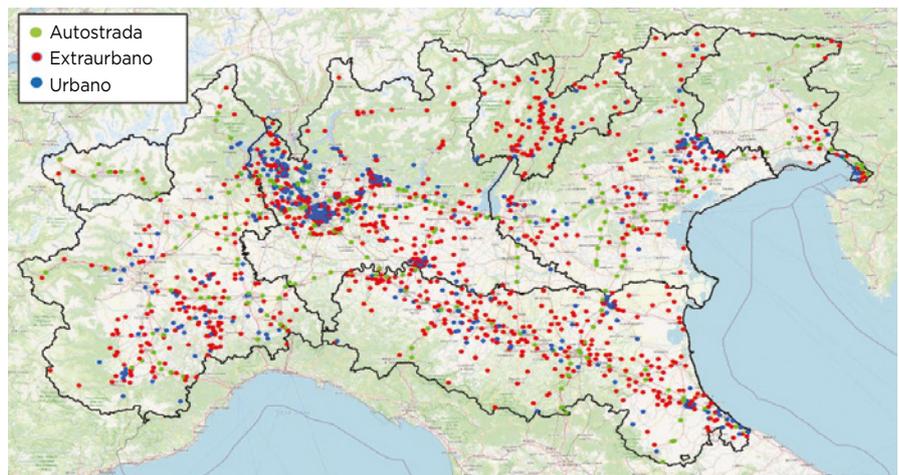


FIG. 1 TRAFFICO

Distribuzione spaziale, per tipo di strada, dei rilievi di traffico raccolti dai vari enti contattati.



numero di archi orientati (poco più di 300 mila) e nodi che riproducono la rete stradale con il livello di dettaglio adeguato a rappresentare gli spostamenti maggiormente significativi. Successivamente, si è proseguito con la richiesta alle società autostradali, ad Anas e agli enti locali dei dati di traffico veicolare (provenienti da conta-traffico, telecamere, passaggi ai caselli e alle barriere autostradali, Telepass, monitoraggi Anas e *Floating car data* [3]) sull'intero bacino: i dati raccolti, riportati in *figura 1*, mostrano la distribuzione spaziale e la suddivisione per tipologia di strada e sono stati corretti per essere utilizzati come input al modello di traffico.

Come modello di assegnazione dei flussi è stato utilizzato il modello Willumsen [4], in grado di stimare su tutta la rete le matrici O/D (di origine e destinazione), che rappresentano la domanda di mobilità a partire dal campione di dati di rilievo sulla rete stradale di riferimento e i relativi flussi di traffico. Sono state poi condotte 48 simulazioni, ciascuna relativa a 4 classi veicolari (automobili, ciclomotori e motocicli, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti), differenziate per stagione, tipo di giorno e fasce orarie.

Successivamente, la società affidataria ha effettuato l'aggiornamento dei flussi di traffico al 2021, ripartendo da una nuova raccolta di dati di traffico e da nuove simulazioni.

La *figura 2* mette a confronto il flusso di traffico dei due anni oggetto di studio attraverso l'utilizzo di flussogrammi, dove lo spessore dell'arco è proporzionale al valore del flusso espresso in veicoli equivalenti (categoria unica a cui ricondurre, tramite opportuni coefficienti, le diverse tipologie di veicoli). L'esempio in *figura 2* mostra il flusso medio estivo feriale della sera che diminuisce, nel passaggio da un anno all'altro, soprattutto intorno a Torino, Milano e al tratto autostradale tra Piacenza e Bologna, principalmente a causa dell'emergenza sanitaria da Covid-19.

## La stima delle emissioni da trasporto su strada

I flussi di traffico così ottenuti sono stati elaborati da Arpa Lombardia per calcolare le percorrenze annuali per arco e tipo di veicolo e in seguito attribuite ai comuni in proporzione alla lunghezza di ogni intersezione arco/comune. Lo strumento informatico EmiTool, sviluppato da Arpa Lombardia (v. articolo di A. Marongiu et al. a pag. 38), ripartisce

ulteriormente le percorrenze in numerose categorie di veicoli caratterizzate da cilindrata o peso del veicolo, tipo di combustibile e norma di omologazione, in base al numero di veicoli immatricolati nel bacino e alla percorrenza annuale a essi attribuita.

Le percorrenze vengono moltiplicate per il fattore medio di emissione di inquinante e di consumo di combustibile, caratteristico

di ogni categoria di veicolo e tipo di strada, per ottenere la stima di emissioni e consumi "da traffico lineare" per comune, tipo di veicolo e di strada [5] (*figura 3*). Successivamente, EmiTool sottrae i consumi stimati da traffico lineare alle quantità totali di combustibili da autotrazione venduti nel bacino padano, pubblicati sul bollettino petrolifero del Ministero dell'Ambiente e della sicurezza

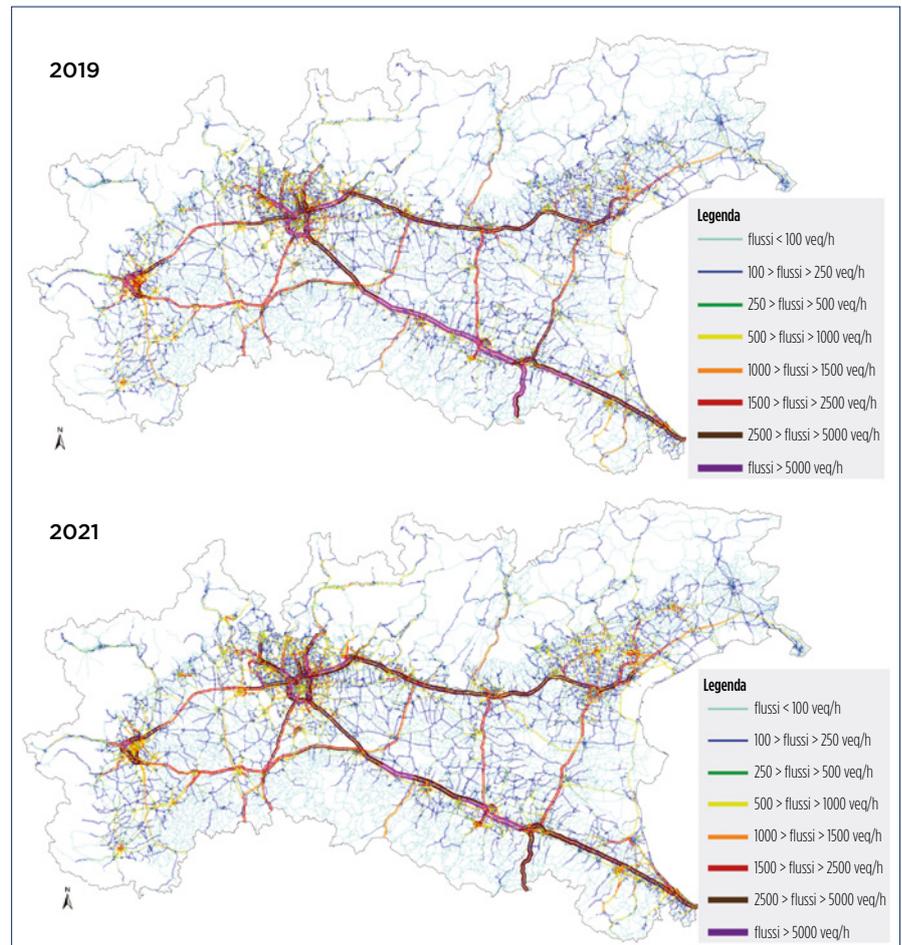


FIG. 2 GRAFO DI BACINO  
Flussi di traffico assegnati sul grafo di bacino: volumi di traffico medio di un giorno feriale estivo, in orario serale, per il 2019 (in alto) e il 2021.

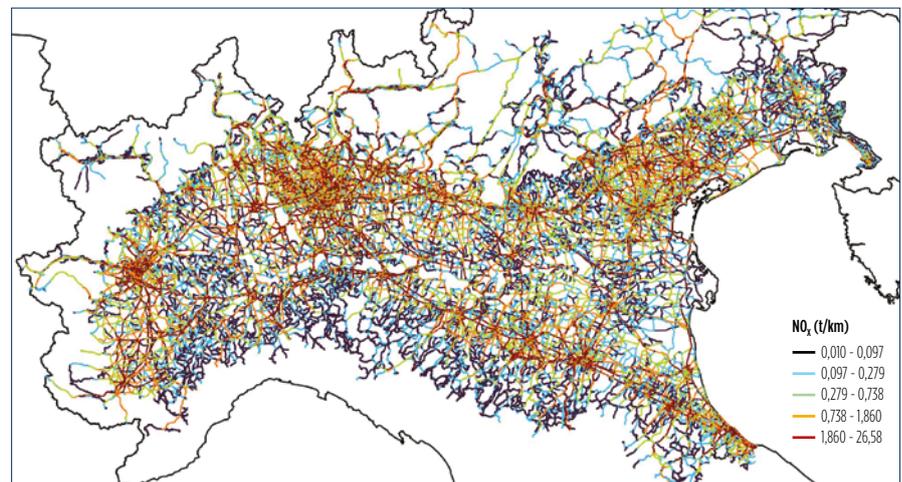


FIG. 3 NO<sub>x</sub>  
Emissioni annuali 2019 di NO<sub>x</sub> per chilometro, elaborazioni Arpa Lombardia.

energetica o stimati in base al numero di veicoli per quanto riguarda il metano. Le differenze tra consumi totali e consumi lineari vengono ripartite tra categorie veicolari e comuni in base al prodotto tra:

- numero veicoli immatricolati per categoria
- fattore di consumo urbano
- percorrenza annuale attribuita
- numero residenti per comune.

I consumi ripartiti, divisi per il fattore di consumo urbano, vengono moltiplicati per i fattori di emissione urbani per ricavare le emissioni da “traffico diffuso”. In figura 4 è rappresentata la somma dei contributi lineare e diffuso.

## Conclusioni

Il progetto Life Prepair ha reso disponibile per la prima volta un grafo di rete stradale esteso a tutto il bacino padano, caratterizzato da un elevato grado di dettaglio, anche per quanto riguarda le tipologie di veicoli considerate, e popolato di flussi omogeneamente generati tramite l'applicazione di un unico modello di assegnazione. Tale valutazione ha comportato lo sviluppo di un'apposita funzionalità all'interno dello strumento informatico EmiTool, anch'esso sviluppato nell'ambito del progetto Prepair.

**Francesca Bissardella<sup>1</sup>, Giuseppe Fossati<sup>2</sup>, Stefania Ghigo<sup>1</sup>, Alessandro Marongiu<sup>2</sup>, Elisabetta Angelino<sup>2</sup>**

1. Arpa Piemonte  
2. Arpa Lombardia

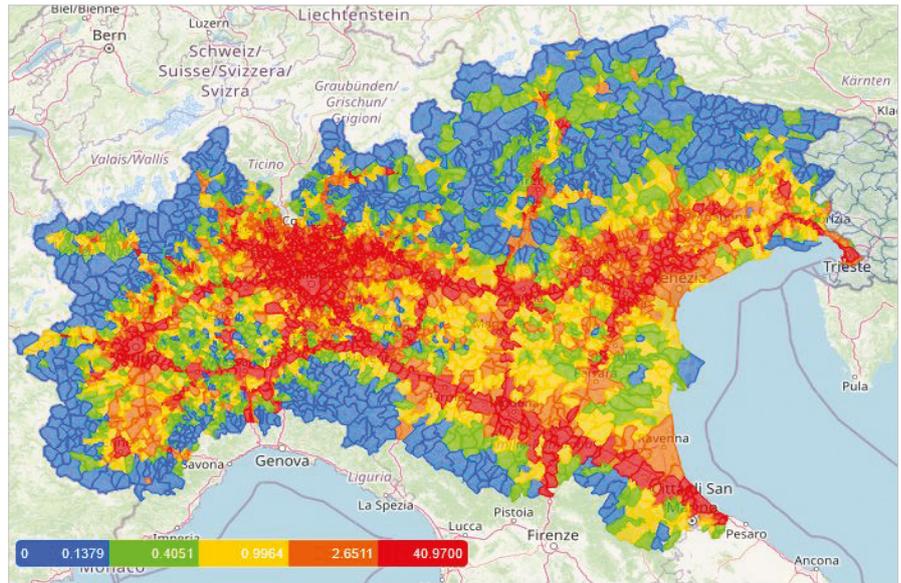
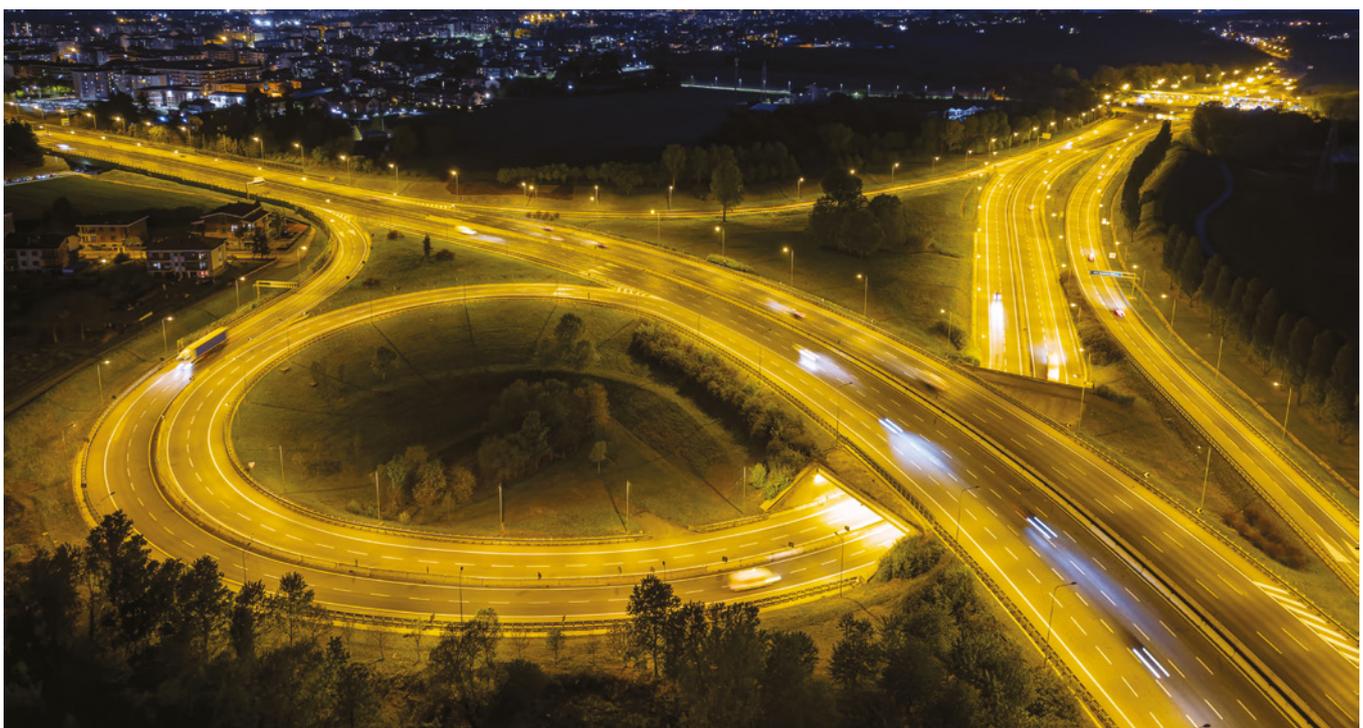


FIG. 4 EMISSIONI COMUNALI  
Densità emissioni comunali 2019 da traffico per NO, (t/km²), prodotta con EmiTool.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Ispra, 2021, *Italian emission inventory 1990-2019. Informative inventory report 2021*, Rapporti 342/2021, Isbn 978-88-448-1047-4, [www.isprambiente.gov.it/files2021/pubblicazioni/rapporti/rapp-342-2021.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files2021/pubblicazioni/rapporti/rapp-342-2021.pdf)
- [2] Here, 2016, *Navstreets street data reference manual v6.0*, Chicago, IL.
- [3] Pfoer D., 2017, "Floating car data", in Shekhar S., Xiong H., Zhou X., *Encyclopedia of Gis*, Springer, Cham, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17885-1\\_423](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17885-1_423), 621-622
- [4] Willumsen L.G., Papageorgiou M., 1991, "Origin-destination matrix: Static estimation", in *Concise encyclopedia of traffic and transportation systems*, Pergamon Press, Oxford, UK, 315-322.
- [5] Eea, 2019, *Emep/Eea air pollutant emission inventory guidebook 2019*, Eea Report No 13/2019, Issn 1977-8449, [www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019](http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019)



# LE SORGENTI DI EMISSIONE E IL DATASET PREPAIR

LA BANCA DATI EMISSIVA DI PREPAIR SI BASA SUL SISTEMA DEGLI INVENTARI INEMAR, UN DATABASE COMPLESSO CHE PERMETTE DI INDIVIDUARE LE PRINCIPALI SORGENTI INQUINANTI PER L'ARIA E COSTANTEMENTE AGGIORNATO DA ARPA LOMBARDIA. I DATASET OTTENUTI SONO UTILIZZATI ANCHE DA ALTRI PROGETTI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI.

**G**li inventari delle emissioni rappresentano uno strumento essenziale per la gestione della qualità dell'aria, per la lotta ai cambiamenti climatici e per il monitoraggio dei piani per la qualità dell'aria. Inoltre, le emissioni rappresentano un input chiave per l'applicazione di modelli chimici e di trasporto (Ctms). Nello sviluppo del dataset delle emissioni svolto nel progetto Life Prepair è stato possibile riunire in modo organico le valutazioni di molti inventari locali *bottom-up*, dimostrando la loro comparabilità e permettendo di identificare le principali fonti di inquinanti atmosferici su un'area vasta come quella del bacino padano.

## Metodologia

L'interesse di disporre dei risultati degli inventari di emissioni locali (per l'Italia riferiti a regioni, province e comuni con l'approccio *bottom-up*) risiede nel fatto che consentono di caratterizzare con maggior dettaglio l'entità e il peso delle pressioni emissive presenti nell'area di calibrare quindi meglio le politiche di intervento. Le emissioni rappresentano un input chiave per l'applicazione di modelli chimici e di trasporto (Ctms) e la necessità di disporre di inventari di emissione con maggiore risoluzione si è recentemente rinforzata al fine di consentire stime di emissioni/concentrazioni nelle aree a più elevata esposizione, divenendo tema di notevole interesse della comunità tecnico-scientifica (ad esempio Fairmode, Copernicus). Parallelamente, la variazione nel tempo della disponibilità di informazioni locali, alla base di inventari più dettagliati, può rendere più difficile garantire serie temporali coerenti. In questo contesto, il lavoro svolto nell'ambito di Prepair risulta prezioso, essendo stato realizzato secondo questi principali obiettivi:

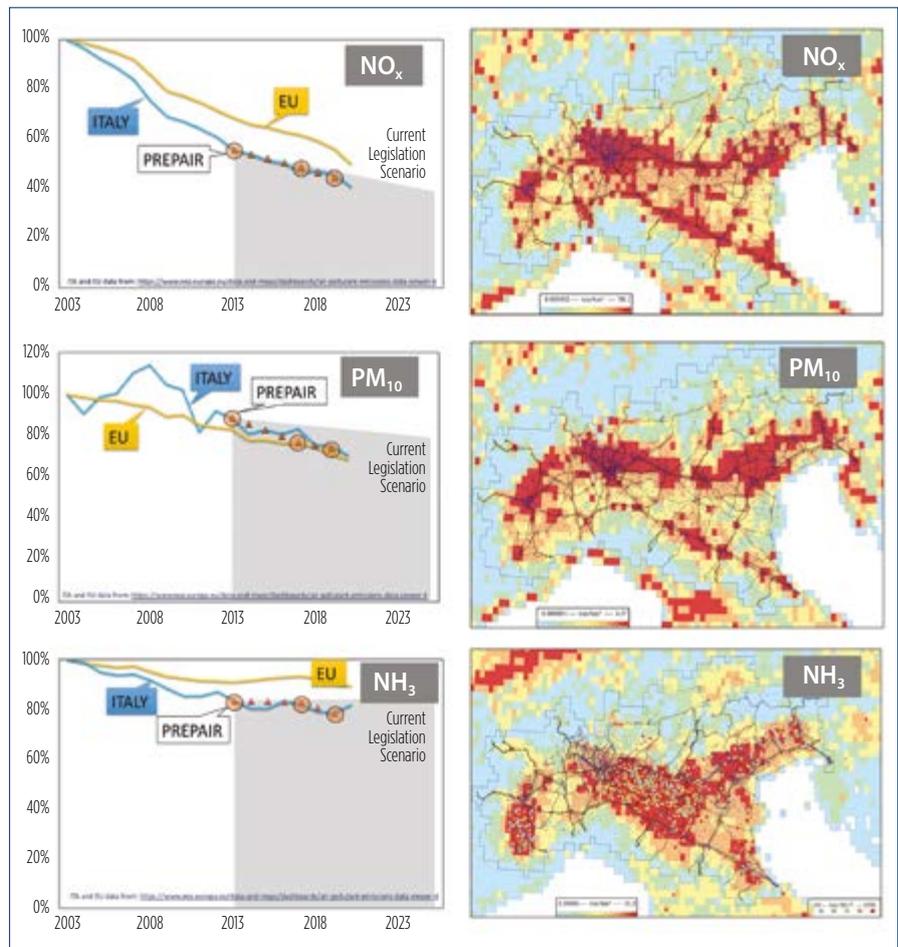


FIG. 1 SERIE STORICHE

Andamento delle serie storiche per le emissioni delle regioni italiane del progetto Prepair confrontate con quelle nazionali e comunitarie (a sinistra). Mappe di emissione su griglia ottenute dal database comune Prepair per le regioni italiane e da Emap per le aree confinanti (a destra).

- verifica di coerenza degli inventari *bottom-up*
- sviluppo di metodologie consistenti e riproducibili per la raccolta dei dati per gli anni di aggiornamento delle valutazioni emissive e relativi alle proiezioni future (scenari Cle)
- elaborazione di un input comune per simulazioni modellistiche in Prepair.

Molti degli enti coinvolti nel progetto utilizzano da parecchi anni il sistema Inemar per la redazione degli inventari delle emissioni e questo ha certamente

contribuito a ottenere stime comparabili tra loro. Inemar è un sistema complesso, composto da 17 moduli di calcolo specifici per tipo di sorgente (ad esempio scariche, traffico e riscaldamento) implementati e aggiornati nel corso degli anni da Arpa Lombardia recependo le metodologie internazionali per la stima di Ghg e inquinanti (Emep GB, Ippc GB ecc.). La rete di specialisti italiani e sloveni nel campo dell'inventario delle emissioni, coinvolti nel progetto, ha permesso di completare una banca dati emissiva che copre le annualità 2013,

2017 e 2019. Questo database è stato alla base dell'input delle simulazioni modellistiche di Prepair, contribuendo anche ad altri progetti molto rilevanti come Pulvirus, e messo a disposizione di altri studi nazionali e internazionali.

## Principali risultati

Nelle mappe di emissione di *figura 1*, i dati ottenuti nel progetto Prepair, per le regioni del bacino del Po, sono stati riportati su griglia integrandoli, nelle zone confinanti, con quanto disponibile a livello internazionale da Emep. I dati provenienti dalle valutazioni dei singoli enti locali sembrano non mostrare discontinuità, confermando il buon livello di armonizzazione delle metodologie. I triangoli cerchiati corrispondono alle emissioni stimate per gli anni 2013, 2017 e 2019. La linea di tendenza grigia indica l'andamento delle emissioni previsto dallo scenario tendenziale a legislazione corrente (Cle 2025).

La principale fonte di emissione di materiale particolato PM<sub>10</sub> e monossido di carbonio (CO) nel bacino padano è la combustione non industriale, che consiste principalmente nei sistemi di riscaldamento. Il principale responsabile delle emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) è il traffico stradale.

Le principali fonti atmosferiche di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) sono le attività agricole, come la gestione dei reflui e l'uso di fertilizzanti sintetici. Oltre a causare l'acidificazione e l'eutrofizzazione degli ecosistemi, questo inquinante è un fattore che contribuisce alla formazione di particolato secondario nell'atmosfera. Nell'ambito del riscaldamento domestico, la biomassa legnosa bruciata in piccoli apparecchi è una fonte significativa di PM<sub>10</sub>, CO e Covnm. Gli impianti residenziali a gas naturale sono sistemi ampiamente diffusi, a eccezione di alcune aree alpine che non sono coperte dalla rete gas o sono solo parzialmente coperte. Le abitazioni hanno spesso più di un sistema di riscaldamento, il che consente un passaggio tra la biomassa e i combustibili fossili.

Grazie a specifiche norme, l'uso di olio combustibile negli impianti di riscaldamento è diminuito nel tempo fino a quasi essere eliminato. L'utilizzo di combustibili fossili come il gasolio e il gas naturale nei sistemi di riscaldamento contribuisce significativamente alle emissioni di NO<sub>x</sub> del settore.

La mappa della densità delle emissioni di NO<sub>x</sub> consente di riconoscere le aree interessate da elevata domanda di

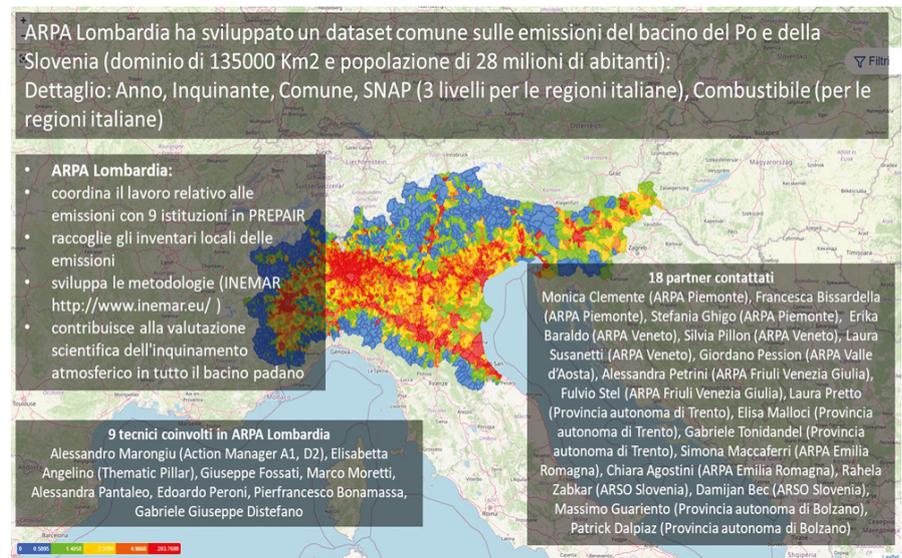


FIG. 2 EMITOOL

Mappa di emissione ottenuta con EmiTool.

mobilità e di trasporto di merci su strada, dove i maggiori contributi alle emissioni di NO<sub>x</sub> derivano dai veicoli a motore diesel. La principale fonte di PM<sub>10</sub> da traffico stradale è costituita dall'usura di pneumatici, freni e manto stradale da parte delle autovetture, mentre i gas di scarico delle auto diesel costituiscono solo la seconda fonte. Questi dati mettono in evidenza come una crescente richiesta di mobilità possa comunque costituire un limite rilevante alla riduzione delle emissioni anche a seguito di un rinnovamento della flotta circolante avente minori emissioni allo scarico. L'andamento delle emissioni di PM<sub>10</sub> primario sembra essere influenzato sia dal miglioramento tecnologico sia dalla domanda stagionale di riscaldamento soddisfatta da combustione di biomassa. La serie storica delle emissioni di NO<sub>x</sub> è sicuramente influenzata dalla progressiva sostituzione di veicoli più inquinanti con veicoli appartenenti a categorie Ue meno emissive.

L'analisi delle serie storiche delle emissioni sul bacino del Po può essere messa anche a confronto con lo scenario emissivo al 2025, rappresentativo dell'attuazione della normativa vigente nel momento del suo sviluppo (Cle 2025). La variazione delle emissioni per il Cle 2025 era stata stimata applicando le valutazioni del modello nazionale Gains-Italy gestito da Enea.

Il progetto Prepair ha previsto la creazione di uno strumento denominato "EmiTool", che permette lo scambio e la visualizzazione dei dati emissivi (*figura 2*). L'interfaccia consente di visualizzare mappe di emissioni comunali, per unità di superficie, ottenute scegliendo sorgenti di inventario specifiche, e di

scaricare i dati di emissione per ogni anno di inventario caricato nel sistema. Il sistema consente di elaborare grafici a torta e indicatori statistici utilizzando *box plot* che mostrano la distribuzione dei valori delle emissioni comunali per ogni regione (per unità di superficie o pro-capite). Inoltre, attraverso l'inserimento di coefficienti di modulazione delle emissioni per inquinanti, attività e combustibile, lo strumento consente l'elaborazione di scenari di emissioni.

**Alessandro Marongiu, Elisabetta Angelino, Gabriele Distefano, Giuseppe Fossati**

Arpa Lombardia

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Marongiu A., Angelino E., Moretti M., Malvestiti G., Fossati G., 2022, "Atmospheric emission sources in the Po-Basin from the Life-IP Prepair Project", *Open Journal of Air Pollution*, 11, 70-83. doi: [10.4236/ojap.2022.113006](https://doi.org/10.4236/ojap.2022.113006)

Marongiu A., Distefano G., Angelino E., Collalto A.G., Moretti M., Fossati G., 2023, "Emission map comparison Life Prepair (bottom-up) vs Emep grid (top-down)", Life Remy expert meeting, Warsaw 7th June 2023.

Marongiu A., Collalto A.G., Distefano G., Angelino E., Di Cristofaro E., 2023, "Ammonia emission estimates from manure management in Northern Italy at different resolution: farms, municipality and national level", Tfeip 2023 Oxford - *Agriculture Expert Panel*, 18 April 2023.

*I risultati del progetto Pulvirus sono stati pubblicati sul numero doppio 5-6/2022 di Ecoscienza [www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2022/numeri-5-6-anno-2022/progetto-pulvirus](http://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2022/numeri-5-6-anno-2022/progetto-pulvirus)*

# BIOMASSA LEGNOSA, USO RESIDENZIALE E STIMA EMISSIVA

IL CONSUMO DI BIOMASSE PER IL RISCALDAMENTO DOMESTICO È UN IMPORTANTE PARAMETRO PER LA STIMA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA E, CONSEGUENTEMENTE, DELLE POSSIBILI MISURE DI RISANAMENTO. L'ANALISI CONDOTTA DAL PROGETTO PREPAIR RESTITUISCE LO STATO DI FATTO DEI CONSUMI E DELLA TIPOLOGIA DI IMPIANTI UTILIZZATI NEL BACINO PADANO.

**L**e stime emissive e le valutazioni modellistiche condotte nell'ambito del progetto Life Prepair hanno confermato che riscaldamento domestico a biomasse legnose, agricoltura e trasporti stradali sono i settori che prioritariamente concorrono a determinare livelli medi di concentrazione di PM<sub>10</sub> nel territorio del bacino padano tra i più alti d'Europa. Il consumo di biomasse legnose in ambito residenziale rappresenta un elemento chiave per la stima delle relative emissioni in atmosfera e conseguentemente per la definizione di misure di risanamento della qualità dell'aria. A differenza di altre tipologie di combustibile, la quantificazione dell'utilizzo di legna e pellet è resa complessa dalla mancanza di sistemi di contabilizzazione degli approvvigionamenti, che soprattutto per la legna da ardere avvengono in larga misura in forma gratuita. A incidere sulla qualità dell'aria, inoltre, sono non solo i quantitativi utilizzati ma anche le tipologie di impianto, l'età dell'apparecchio, le modalità di utilizzo e di conservazione della biomassa. Per questo motivo, sono state effettuate nel tempo, in questo ambito, numerose indagini conoscitive a livello sia nazionale sia regionale. Con l'indagine campionaria svolta nell'ambito della Action D.3 *Residential wood combustion estimation in the Po Valley*, si è potuta aggiornare all'anno 2018 la stima dei consumi di biomasse legnose impiegate negli impianti con potenza inferiore ai 35 kW in tutto territorio del bacino padano (i report dell'azione D3 sono disponibili sul sito di progetto). L'indagine è stata realizzata con tecnica di rilevamento mista Cati (*Computer assisted telephone interviewing*) – Cawi (*Computer assisted web interviewing*) su di un campione di circa 23 mila famiglie residenti nel territorio del bacino padano, stratificato rispetto alla fascia altimetrica e alla popolosità del comune di appartenenza.

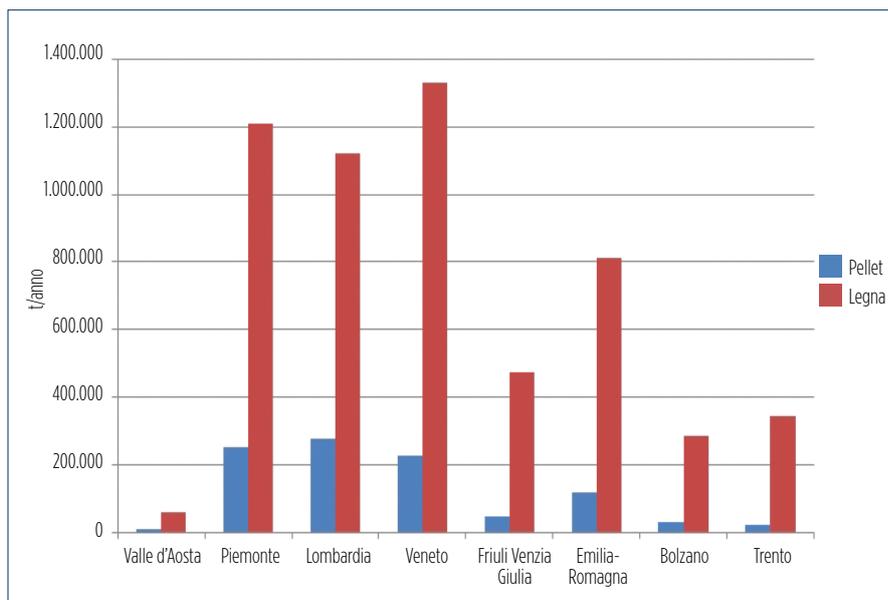


FIG. 1 CONSUMI RESIDENZIALI  
Stima dei consumi residenziali di biomasse legnose. Prepair Action D3.

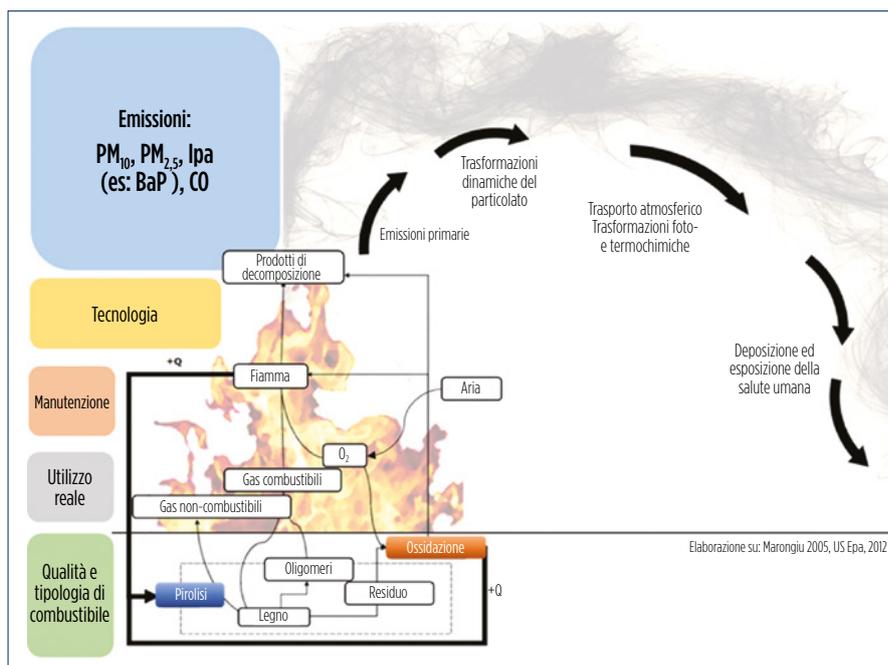


FIG. 2 COMBUSTIONE BIOMASSA LEGNOSA  
La complessa fenomenologia della combustione di biomassa legnosa, emissioni e principali categorie di fattori che le influenzano.  
Fonte: Progetto Prepair, conferenza sull'utilizzo domestico di biomasse legnose, Venezia 6 ottobre 2021.

I principali risultati dell'indagine hanno riguardato la stima degli utilizzatori di biomasse nelle varie regioni, la valutazione dei quantitativi di legna da ardere e pellet utilizzati nel 2018 e la tipologia e l'età degli impianti installati.

Gli impianti a biomassa sono risultati essere presenti a livello di bacino padano in circa il 22% delle abitazioni, con valori che vanno da un minimo del 14% in regione Lombardia, fino a un massimo del 45% nella provincia di Trento. La presenza di utilizzatori di biomassa è inoltre risultata massima nei comuni con meno di 10 mila abitanti e, come ci si può aspettare, nelle zone montane. Il consumo totale stimato per l'anno 2018 è pari a circa 980 mila tonnellate di pellet e 5,6 milioni di tonnellate di legna da ardere. Questi valori risultano confrontabili con l'indagine Istat sui consumi energetici delle famiglie riferita al 2013 secondo la quale, nel bacino padano si stimavano circa 800 mila tonnellate di pellet e quasi 7 milioni di tonnellate di legna da ardere. L'indagine Prepair ha evidenziato la tendenza all'incremento del pellet e alla riduzione del consumo di legna in ciocchi. In merito alle tipologie di impianto, nell'area del bacino padano si stimano complessivamente circa 480 mila stufe a pellet, 470 mila caminetti aperti e 460 mila caminetti chiusi a legna, nonché 990 mila stufe tradizionali a legna. Per quanto riguarda le caldaie autonome a biomassa, l'indagine ne rileva circa 150 mila, di cui un terzo alimentate a pellet. L'età media di installazione degli impianti a legna è risultata superiore ai 10 anni, mentre la maggior parte degli apparecchi a pellet risultava avere nel 2018 meno di 5 anni.

La combustione di biomassa legnosa, come evidenziato in precedenza, è una fonte rilevante di emissioni in atmosfera di diversi inquinanti come materiale particolato, idrocarburi policiclici aromatici, tra cui il benzo(a)pirene e monossido di carbonio (figura 2). Come già ricordato, alcuni fattori importanti possono influenzare le emissioni: la tecnologia di combustione, la tipologia e la qualità della biomassa, l'utilizzo reale degli apparecchi e la manutenzione. Il livello di emissione può essere determinato utilizzando o la concentrazione degli inquinanti nel fumo, come indicato dalle norme e limiti di emissione, o i fattori di emissione, come indicato nelle principali linee guida di riferimento Eea-Emep per i compilatori degli inventari delle emissioni

atmosferiche. Il rapporto tra la quantità di inquinante emessa e la quantità di energia bruciata è chiamato fattore di emissione. Le emissioni in atmosfera sono calcolate dal prodotto tra indicatori di energia bruciata per ciascuna categoria di apparecchi e il corrispondente fattore di emissione. In Italia, i livelli emissivi degli apparecchi a legna sono riportati in uno specifico decreto (Dm 186/2017) e sono definiti in termini di limiti di concentrazione per: particolato, Cot, NO<sub>x</sub> e CO. Questi livelli emissivi, cui sono associati delle classi di qualità ambientale fino a 5 stelle, possono essere messi in relazione con i fattori di emissione della guida Eea-Emep considerando il rapporto tra le emissioni reali di utilizzo e le emissioni di certificazione, e inoltre differenti parametri tecnici relativi alle caratteristiche delle emissioni e del fumo di combustione da legna (quali ad esempio la composizione stechiometrica dei fumi, il rapporto Cov/Cot e Cov/CH<sub>4</sub>). La normativa italiana descrive una possibile evoluzione tecnologica verso apparecchi a biomassa con parametri emissivi minori, permettendo di definire dei fattori di emissione tendenziali che dovranno essere periodicamente aggiornati e riesaminati con riferimento a misurazioni specifiche delle prestazioni in materia di emissioni. Una possibile ipotesi consiste nell'associare all'anno di installazione degli apparecchi un corrispondente livello emissivo (classificazione in stelle prevista dal Dm 186/2017), permettendo quindi di graduare i fattori di emissione dai sistemi più obsoleti verso i più performanti (figura 3). In questo quadro, nel bacino del Po gli apparecchi che nel 2018 erano

più vecchi di 10 anni consumavano il 55% dell'energia totale del riscaldamento a biomassa legnosa, determinando però il 79% delle emissioni totali di PM<sub>10</sub> primario da questo settore. La stima delle emissioni su tutto il bacino padano conferma il contributo del riscaldamento a biomassa sul totale delle emissioni di PM<sub>10</sub> primario e di CO se confrontate con il contributo di tutte le altre sorgenti ottenuto nell'ambito della realizzazione della banca dati sulle emissioni (Action D.2). L'utilizzo degli apparecchi domestici a biomassa legnosa contribuisce al 54% delle emissioni totali annuali di PM<sub>10</sub> primario e al 41% del CO nel bacino padano.

Silvia Pillon<sup>1</sup>, Laura Susanetti<sup>1</sup>,  
Alessandro Marongiu<sup>2</sup>

1. Arpa Veneto
2. Arpa Lombardia

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

Marongiu A., Angelino E., Lanzani G., Bravetti E., 2022, "Methodology for estimating atmospheric emissions from residential biomass heating considering technology turnover and real utilization", Tfeip – Task force on emission inventories & projections (Tfeip) Expert panel on combustion and industry, 11 maggio 2022.

Marongiu A., Angelino E., Bellinzona S., Lanzani G., 2018, "Methodology for estimating emissions from small domestic fuelwood appliances in Lombardy", *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 65.

Marigo M., Zulli F., Pillon S., Susanetti L., De Carli M., 2022, "Heating energy balance and biomass consumption for the residential sector in the Po Valley", *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Vol. 54.

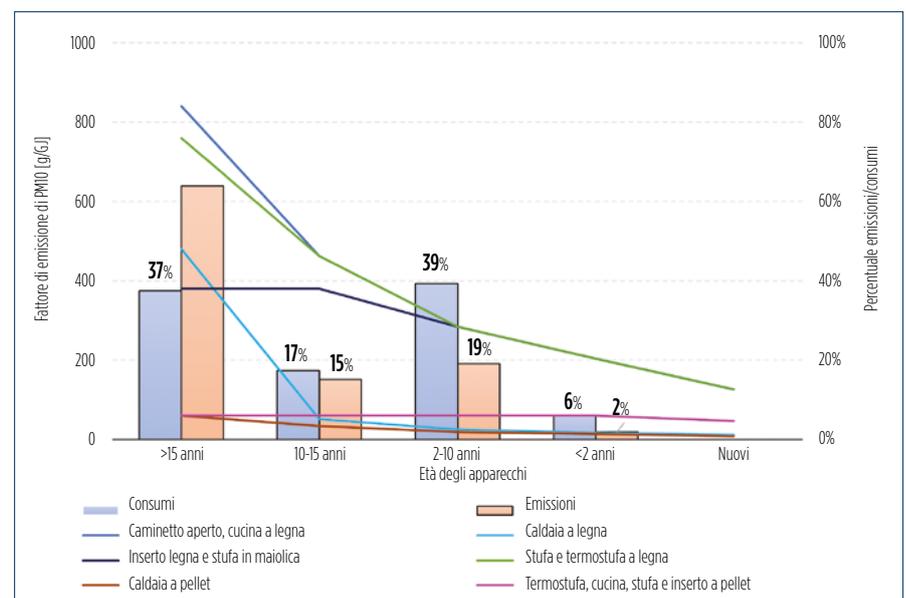


FIG. 3 EMISSIONI DI PM<sub>10</sub>  
Emissioni di PM<sub>10</sub> e consumo energetico per anno di installazione e fattori di emissione del PM<sub>10</sub> per differenti tipologie di apparecchio.

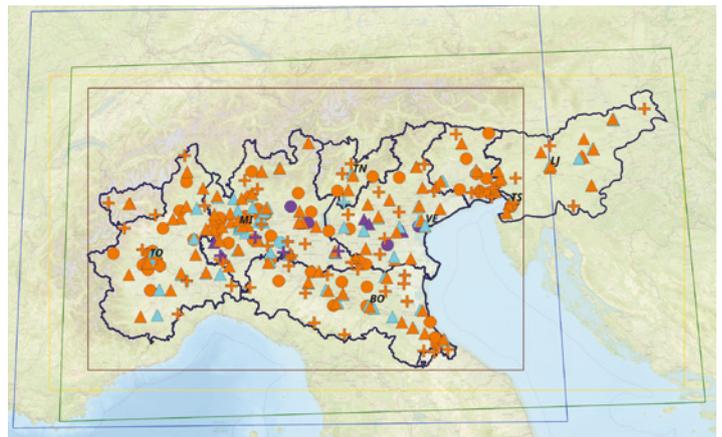
# VALUTAZIONI MODELLISTICHE ANNUALI DEL BACINO PADANO

LA SINERGIA DELLE CATENE MODELLISTICHE DI QUALITÀ DELL'ARIA USATE NEL BACINO PADANO, ESTESE ANCHE ALLA SLOVENIA, PERMETTONO DI CONOSCERE CON MAGGIOR DETTAGLIO LA SITUAZIONE REALE DELL'INQUINAMENTO DELL'ARIA, VALUTANDO NON SOLO LA CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI, MA ANCHE LA POPOLAZIONE ESPOSTA.

**L'**inquinamento dell'aria rappresenta uno dei principali fattori ambientali che incidono sulla salute dei cittadini europei, essendo la maggior parte della popolazione esposta a livelli di concentrazione di inquinanti superiori ai limiti che la normativa comunitaria stabilisce per la protezione della salute umana. Molti sforzi in tal senso sono stati fatti negli ultimi anni, con il risultato di una riduzione apprezzabile delle concentrazioni dei principali inquinanti, tuttavia ulteriori azioni sono necessarie, in particolar modo in relazione all'inquinamento da particolato e da ozono. Al fine di compiere azioni utili al raggiungimento degli obiettivi di protezione della salute, il primo passo fondamentale è la conoscenza dello stato attuale della qualità dell'aria. La normativa europea prevede infatti che ogni anno venga realizzata una valutazione della concentrazione in aria degli inquinanti normati e della popolazione esposta ai livelli non conformi alla normativa stessa. In Italia i responsabili di questo procedimento sono le autorità regionali che ogni anno inviano, secondo uno schema di lavoro ben strutturato e organizzato

FIG. 1  
SISTEMI MODELLISTICI

Domini di simulazione dei sistemi modellistici (il dominio di Camx-Slo è esteso oltre l'area della mappa, in blu il dominio di PieAms, in giallo Ninfa-Er, in verde Smal-LO e in marrone Spair) e localizzazione delle stazioni di qualità dell'aria utilizzate. Riferimento al report 2022.



che coinvolge Ispra ed Eea (*European environment agency*), alla Commissione europea i dati ufficiali di qualità dell'aria. In supporto all'attività istituzionale delle Regioni e delle Arpa, nell'ambito del progetto Prepair si è voluto fornire un importante contributo alla conoscenza dello stato di qualità dell'aria nel bacino padano e in Slovenia con la pubblicazione di report annuali (2020 [1], 2021 [2], 2022 [3]) che forniscono una sintetica visione della qualità dell'aria a scala sovranazionale. L'apporto significativo del progetto è rappresentato dall'utilizzo dei dati

osservati forniti da tutti i partner, con un livello di validazione elevato e dall'applicazione di cinque catene modellistiche con caratteristiche diverse, per fornire una visione d'insieme su un territorio che condivide problematiche, e quindi soluzioni, comuni. Per ottenere le concentrazioni degli inquinanti sotto indagine sono applicate tecniche di combinazione di dati misurati e dati simulati da modelli complessi (*datafusion* [3]), al fine di integrare la precisione di misura delle stazioni con la capacità unica del modello [4] di ricostruire su una griglia regolare la

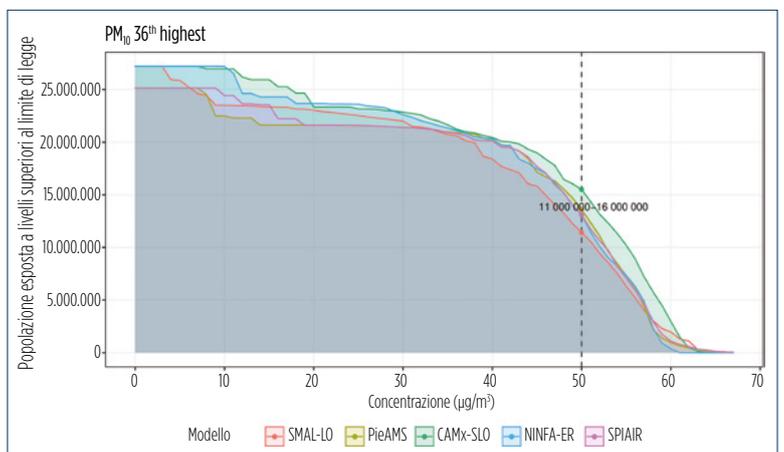
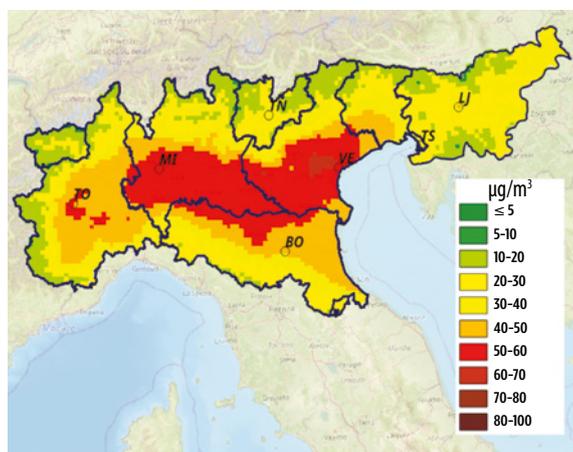


FIG. 2 POPOLAZIONE ESPOSTA

A sinistra mappa del percentile 90.4 del  $PM_{10}$ , a destra stima della popolazione esposta a livelli superiori al limite di legge (50). La mappa fa riferimento all'ensemble dei modelli, ovvero all'insieme che rappresenta su ogni punto griglia la distribuzione dei cinque modelli. Si è scelto come indicatore di aggregazione la mediana. La stima della popolazione è fatta invece sui singoli membri. Entrambe le rappresentazioni sono riferite al report 2022

distribuzione spaziale degli inquinanti e di individuare quindi le aree geografiche più critiche.

Le catene modellistiche di qualità dell'aria operative in Arpa Piemonte (PieAms), Arpa Lombardia (Smal-Lo), Arpa Veneto (Spiair), Arpa Emilia-Romagna (Ninfa-ER) e Agenzia ambientale slovena Arso (Camx-Slo) presentano come schema comune un modello chimico e di trasporto che simula i processi di trasporto, dispersione e le reazioni chimiche che avvengono in atmosfera, associato a un modello meteorologico che fornisce le forzanti, unitamente all'inventario delle emissioni prodotto nell'ambito del progetto Prepair in modo omogeneo per tutte le regioni del bacino padano e in Slovenia. Le tecniche di *datafusion* utilizzate sono allo stato dell'arte: di tipo *optimal interpolation* per Smal-Lo e di tipo geostatistico nel caso di Ninfa-ER, PieAms, Camx-Slo (*kriging* a deriva esterna) e Spiair (interpolazione dei residui di una regressione lineare tra dati osservati e modello).

La *figura 1* mostra i domini di calcolo dei sistemi modellistici e la distribuzione delle stazioni. Nel corso del progetto si è avuto un incremento nel numero di modelli utilizzati, passando dai tre/quattro modelli nel primo report 2020 a seconda delle grandezze esaminate ai cinque modelli del report 2022, nonché nelle procedure di validazione delle catene stesse che sono ora validate tutte con tecniche di *leave-one-out* allo scopo di stimare l'incertezza degli algoritmi applicati.

I rapporti di valutazione della qualità dell'aria considerano gli indicatori più critici compresi nella normativa (direttiva 2008/50/CE e suo recepimento nazionale Dlgs 155/2010):

- il PM<sub>10</sub> come concentrazione media annuale (valore limite pari a 40 µg/m<sup>3</sup>)
- il PM<sub>10</sub> come 90,4° percentile della concentrazione giornaliera (indicatore del rispetto del numero massimo di 35 giorni di superamento del valore limite 50 µg/m<sup>3</sup> e il cui limite è pari appunto a 50 µg/m<sup>3</sup>),
- il PM<sub>2,5</sub> come concentrazione media annuale (il cui limite è di 25 µg/m<sup>3</sup>),
- il biossido di azoto come concentrazione media annuale (il cui limite è di 40 µg/m<sup>3</sup>)
- l'ozono come 93,1° percentile del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (indicatore del rispetto del numero massimo di 25 giorni di superamento del valore obiettivo di 120 µg/m<sup>3</sup>).

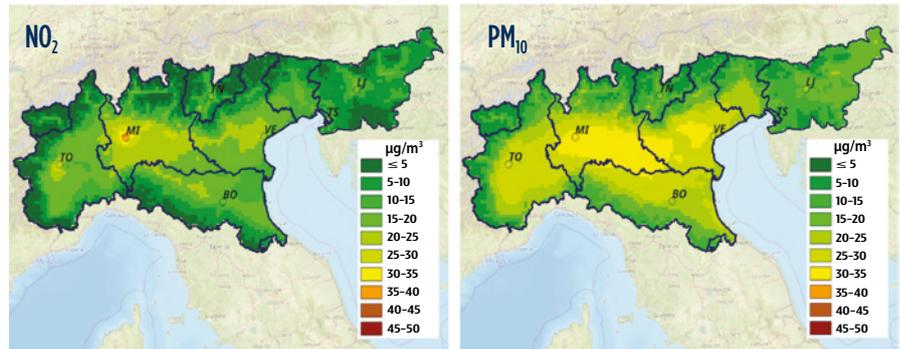


FIG. 3 NO<sub>2</sub> E PM<sub>10</sub>

A sinistra mappa della media annuale di NO<sub>2</sub> e a destra della media annuale di PM<sub>10</sub> per l'anno 2022. Entrambe le mappe fanno riferimento all'ensemble dei modelli, ovvero all'insieme che rappresenta su ogni punto griglia la distribuzione dei cinque modelli. Si è scelto come indicatore di aggregazione la mediana.

In ogni rapporto, oltre alla valutazione dello stato di qualità dell'aria e all'individuazione delle zone a maggiore criticità nel bacino padano, ovvero di quelle aree geografiche in cui, in un dato anno, non sono rispettati i limiti per uno o più degli indicatori prima citati, è stata effettuata anche una stima della popolazione esposta ai livelli di inquinamento oltre i limiti di legge. La stima è stata condotta utilizzando insieme ai risultati modellistici delle valutazioni i dati di popolazione per unità di censimento pubblicati da Istat (anno di riferimento 2011, ultimo censimento disponibile) e i dati di popolazione sloveni (2019) su griglia regolare. I risultati ottenuti mostrano come gli indicatori più critici siano quelli su base giornaliera, ovvero il percentile 93,1 dell'ozono e il percentile 90,4 del PM<sub>10</sub>. Se per il primo non si hanno sostanziali differenze nel corso dei tre anni esaminati e i superamenti sono diffusi su tutta l'area di studio, per il secondo si osservano livelli più alti nel corso del 2022 e del 2020, con le aree a maggiore criticità concentrate nei principali centri urbani

e nelle pianure centrali della valle del Po, tra Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna (si veda la *figura 2*). Per quanto riguarda invece gli indicatori di media annuale, per PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> le concentrazioni sono ovunque al di sotto dei limiti di legge (*figura 3*), mentre per il PM<sub>2,5</sub> i valori si attestano in molte aree nell'intorno di tale valore o poco sotto. Le valutazioni modellistiche annuali di bacino sono state realizzate con un approccio allo stato dell'arte, prendendo spunto anche dal dibattito internazionale sul tema nell'ambito del forum Fairmode (*Forum for air quality modelling*, <https://fairmode.jrc.ec.europa.eu/Home/index>). È infine importante sottolineare come, nei vari anni, i diversi sistemi utilizzati, pur avendo tra loro differenti configurazioni, mostrino risultati simili, rafforzando quindi la robustezza dell'approccio utilizzato.

**Stefano Bande<sup>1</sup>, Roberta Amorati<sup>2</sup>**

1. Arpa Piemonte
2. Arpa Emilia-Romagna

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Bande S., Stortini M., Amorati R., Giovannini G., Bonafè G., Matavz L., Angelino E., Colombo L., Malvestiti G., Fossati G., Marongiu A., 2021, *Action D5. Air quality assessment 2020*, [www.lifeprepare.eu/?smd\\_process\\_download=1&download\\_id=9890](http://www.lifeprepare.eu/?smd_process_download=1&download_id=9890)
- [2] Bande S., Stortini M., Amorati R., Giovannini G., Bonafè G., Matavz L., Angelino E., Colombo L., Malvestiti G., Fossati G., Marongiu A., 2022, *Air quality assessment 2021*, [www.lifeprepare.eu/?smd\\_process\\_download=1&download\\_id=14482](http://www.lifeprepare.eu/?smd_process_download=1&download_id=14482)
- [3] Bande S., Stortini M., Amorati R., Giovannini G., Bonafè G., Matavz L., Angelino E., Colombo L., Malvestiti G., Fossati G., Marongiu A., Dalla Fontana A., Intini B., Pillon S., 2023, *Air quality assessment 2022*, [www.lifeprepare.eu/?smd\\_process\\_download=1&download\\_id=14488](http://www.lifeprepare.eu/?smd_process_download=1&download_id=14488)
- [4] Wackernagel H., 2003, *Multivariate geostatistics: an introduction with applications*, Springer, Berlin.
- [5] Denby B., Georgieva E., Lükewille A., 2011, *The application of models under the European union's air quality directive: a technical reference guide*, Technical Report 10/2011, European environmental agency, Copenhagen.

# STRUMENTI DI SCREENING PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

L'APPLICAZIONE DI RIAT+ NELLE REGIONI DEL BACINO PADANO HA PERMESSO DI VALUTARE LE PRESSIONI, LO STATO, GLI IMPATTI E E LE RISPOSTE DELLE AZIONI DI MITIGAZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO, RESTITUENDO ANCHE UN'ANALISI DEI COSTI-BENEFICI DELLE MISURE ATTUATE DALLE AMMINISTRAZIONI LOCALI.

**R**egional integrated assessment tool (Riat+) è un metamodello che riproduce le interazioni dello schema determinanti-pressioni-stato-impatti-risposta, sviluppato nell'ambito del progetto Opera e aggiornato e migliorato nel progetto Climaera [1] e soprattutto nel progetto Prepair [2]. Riat+ permette non solo di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria di una serie di azioni o di riduzioni emissive per macrosettore, ma anche di individuare, attraverso un'analisi costi-benefici, l'insieme delle misure che producono il miglior risultato in termini di qualità dell'aria al minor costo.

Riat+ è un tool complesso (per una descrizione completa delle sue caratteristiche si veda [3]) che utilizza in ingresso molteplici dataset, tra i quali i tre fondamentali sono:

- database delle misure tecniche (Gains) integrate con le misure non tecniche (ad esempio doppi vetri o riduzioni consumi per coibentazione degli edifici ecc.). Le misure tecniche attualmente implementate in Riat+ sono quelle disponibili nello scenario nazionale Sen2014, mentre le misure non tecniche comprendono le azioni presenti nei piani regionali e nell'accordo di bacino padano:
- database delle emissioni regionali predisposto partendo dagli inventari regionali e armonizzato da Arpa Lombardia in modo da ridurre al minimo le eventuali incongruenze e discontinuità. È stato anche predisposto un file di conversione tra la classificazione Snap [4] usata negli inventari regionali e quella usata in Gains-Italy [5]
- funzioni sorgente/recettore che collegano le emissioni alle concentrazioni. Sono state definite mediante due modelli fotochimici (Ninfa-ER e Farm-Pi) e tecniche di *machine learning*. La metodologia adottata è quella sviluppata da Jrc per il tool Sherpa [6].

## Esempi di applicazioni

Riat+ è stato utilizzato per valutare gli effetti sulla qualità dell'aria di diversi scenari di riduzione delle emissioni e per

analizzare quanto avvenuto durante il primo *lockdown* Covid-19 del 2020. Innanzitutto si è ipotizzata l'applicazione omogenea sull'intero bacino del Po, per tutto l'anno, delle riduzioni emissive

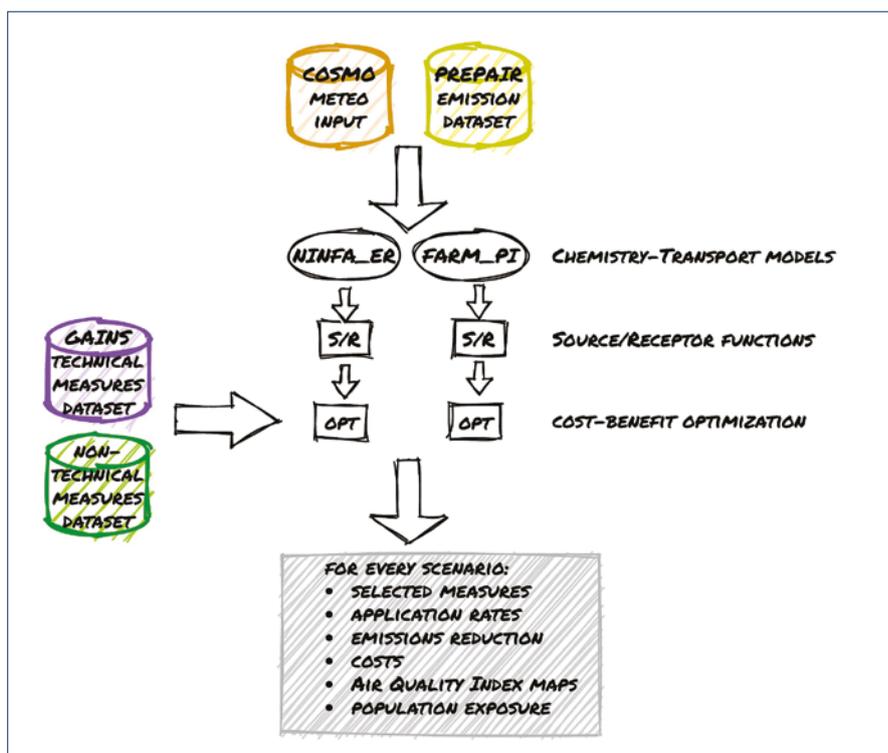


FIG. 1 RIAT+ Schema di funzionamento del metamodello Riat+.



conseguenti alle azioni attuate per contrastare l'epidemia, utilizzando la modalità "scenario aggregato" [7]. Gli scenari  $LD_{min}$ ,  $LD_{med}$  e  $LD_{max}$  si riferiscono rispettivamente alla riduzione minima, media e massima stimata durante il *lockdown*. Lo scenario  $LD_{max+agr}$  aggiunge allo scenario  $LD_{max}$  ulteriori riduzioni nel settore agricolo (non realizzate nel *lockdown*), mentre lo scenario *plan2025* si riferisce alla

completa applicazione nel 2025 di tutte le azioni previste dai piani vigenti. La *figura 2* mostra i boxplot delle distribuzioni delle riduzioni percentuali delle concentrazioni sulle regioni del bacino del Po, rispettivamente per  $NO_2$  e  $PM_{10}$ , elaborati a partire dai risultati prodotti da Riat+ con le funzioni sorgente/recettore di Ninfa e Farm\_Pi. Si nota che i due diversi setup di Riat+ hanno un comportamento molto simile

tra loro; ciò conferma la robustezza dei risultati. I tre scenari  $LD_{min}$ ,  $LD_{med}$  e  $LD_{max}$ , che ipotizzano riduzioni delle emissioni simili a quelle registrate durante il blocco, applicandole per un intero anno, nella maggior parte del territorio porterebbero a riduzioni delle concentrazioni di  $NO_2$  comprese tra -15% e -35% e di  $PM_{10}$  tra -2% e -10%. Con lo scenario  $LD_{max+agr}$ , in cui vengono ridotte anche le emissioni di ammoniaca dal settore agricolo, si ottiene un'ulteriore diminuzione delle concentrazioni di  $PM_{10}$  (circa -4%). In questo caso c'è anche una leggera differenza nella risposta dei due modelli: Ninfa\_ER stima un beneficio maggiore sulla qualità dell'aria, rispetto a Farm\_Pi. Infine, lo scenario *plan2025*, agendo in modo significativo con interventi strutturali su tutte le attività antropiche (trasporti, industria, agricoltura, riscaldamento ecc.) porterebbe a un miglioramento più marcato e spazialmente più esteso della qualità dell'aria, più di tutti gli altri scenari qui considerati.

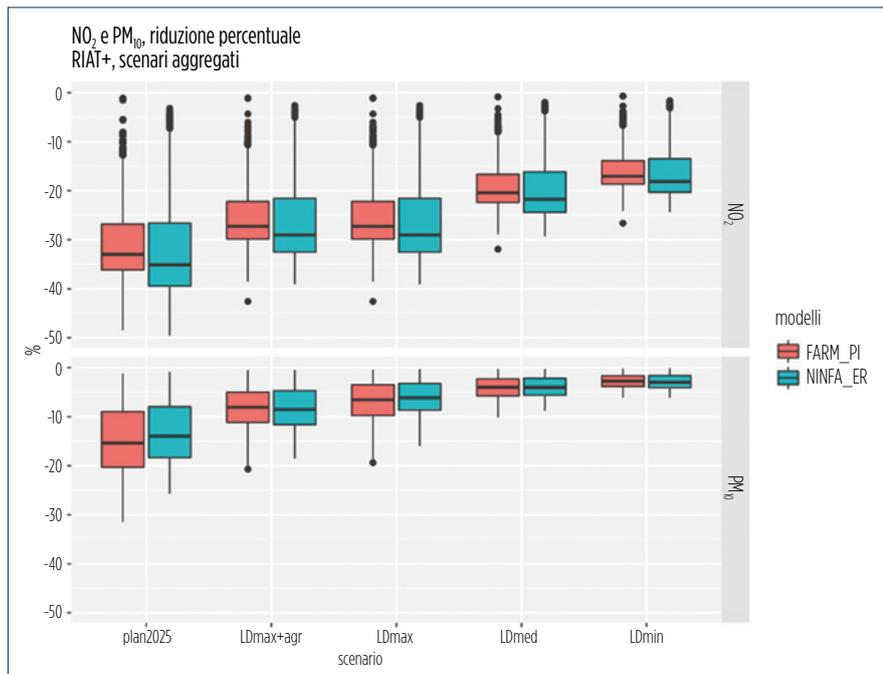


FIG. 2  $NO_2$  E  $PM_{10}$   
Riduzioni percentuali delle medie annuali di  $NO_2$  (in alto) e  $PM_{10}$  (in basso) in pianura Padana ottenute dai cinque scenari analizzati con le due differenti funzioni S/R con Farm\_Pi e Ninfa\_ER.

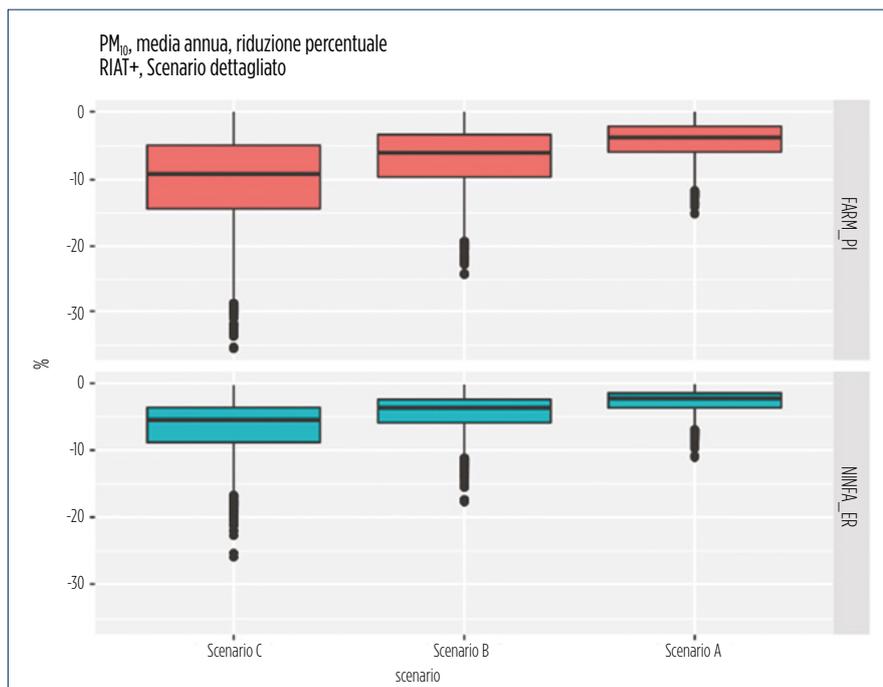


FIG. 3  $PM_{10}$   
Riduzioni percentuali delle medie annuali di  $PM_{10}$  in pianura Padana corrispondenti ai tre scenari analizzati con le due differenti funzioni sorgente/recettore ottenute rispettivamente con i modelli Farm\_Pi (pannello superiore) e Ninfa\_ER (pannello inferiore).

## Valutazione del rinnovo tecnologico degli impianti domestici a biomassa

Lo studio "Valutazione di screening con Riat+ del rinnovo tecnologico degli impianti di riscaldamento domestico a biomassa nel bacino padano" [8] si è posto l'obiettivo di effettuare una prima valutazione dei potenziali effetti del rinnovo tecnologico degli impianti di riscaldamento a biomassa sulle concentrazioni di  $PM_{10}$  nel bacino padano. A partire dalle informazioni ricavate nell'indagine campionaria sui consumi di biomassa sono stati elaborati alcuni scenari di *screening* basati su un'attribuzione preliminare della classificazione in stelle degli impianti sulla base dell'età di installazione, a parità di consumo finale di energia:

- scenario A (scenario minimo): sostituzione con impianti a 4 stelle del 50% degli impianti a classe emissiva inferiore alle 2 stelle
- scenario B (scenario medio): sostituzione con impianti a 4 stelle del 75% degli impianti a classe emissiva inferiore alle 2 stelle e del 50% degli impianti a 2 stelle
- scenario C (scenario massimo): scenario tendenziale massimo con il parco impianti costituito solo da impianti a 4 e 5 stelle.

Le misure degli scenari sono state inserite in Riat+ come misure non tecniche e le

valutazioni di *screening* sono state condotte con la modalità “scenario dettagliato”. L’analisi (figura 3) evidenzia che, a seconda dei vari scenari e della configurazione sorgente/recettore utilizzata, si ottengono riduzioni percentuali massime sulle concentrazioni di PM<sub>10</sub> che vanno dal 12% dello scenario A al 30% dello scenario C, con corrispondenti riduzioni mediane tra il 3% e il 7%.

### Analisi costi-benefici per il Friuli Venezia Giulia

Arpa Friuli Venezia Giulia [9] ha realizzato l’analisi costi-benefici delle misure di riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera utilizzando Riat+ in modalità “ottimizzatore”. Sono state analizzate quattro diverse strategie: con interventi solo sul territorio del Friuli Venezia Giulia oppure su tutte le regioni padane, contemplando solo misure tecniche o anche non tecniche.

L’analisi evidenzia che:

- misure limitate al territorio della regione Fvg non riducono a zero la popolazione esposta a più di 35 superamenti giornalieri all’anno di PM<sub>10</sub> (figura 4)
- misure estese al bacino padano porterebbero a risultati migliori a parità di costo
- misure non tecniche aggiuntive migliorerebbero i risultati a parità di costo
- i settori di intervento prioritari per il Fvg sono la combustione di legna, i trasporti su strada e i porti.

### Le applicazioni in Piemonte

Arpa Piemonte ha utilizzato Riat+ a supporto della programmazione regionale in tema di qualità dell’aria della Regione Piemonte in due importanti occasioni:

- per la valutazione delle misure intraprese nelle “Disposizioni straordinarie in materia di tutela della qualità dell’aria” promulgate con la Dgr 9/2916 del 26 febbraio 2021 [10]

- per le prime valutazioni di *screening* sulla proposta regionale di “Regolamentazione sull’utilizzo agronomica degli effluenti zootecnici” all’inizio del percorso legislativo che ha portato all’approvazione del Piano stralcio agricoltura tramite la Dcr 284/15266 del 27 giugno 2023. Nel primo caso Riat+ è stato utilizzato in modalità “scenario aggregato” per valutare gli effetti delle misure sulle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>. Gli

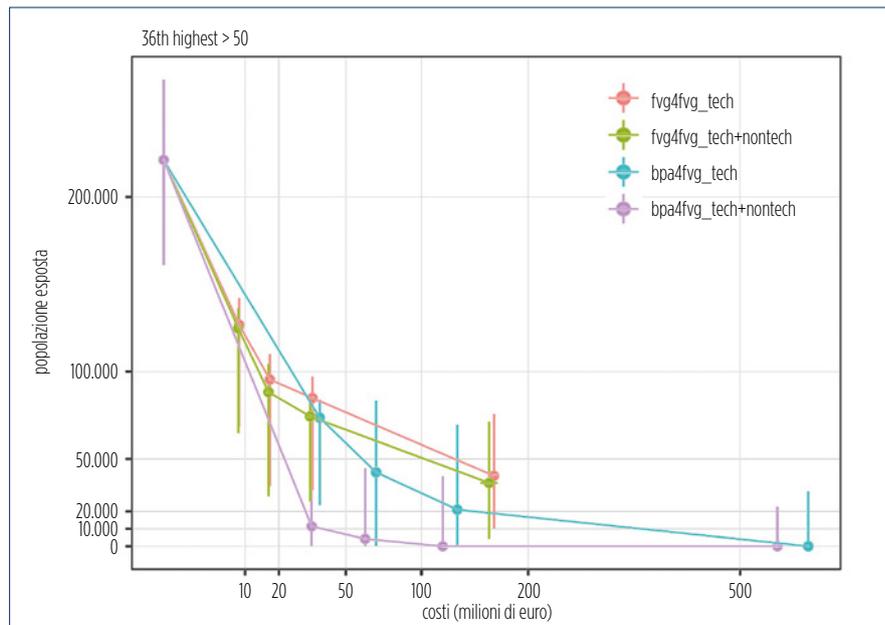


FIG. 4 COSTI-BENEFICI FVG  
Sintesi dell’analisi costi-benefici per il Friuli Venezia Giulia. Nel diagramma di Pareto i costi sono gli investimenti aggiuntivi rispetto allo scenario Cle2025 (asse x). All’aumentare dei costi corrisponde una diminuzione della popolazione esposta per più di 35 giorni all’anno a superamenti del limite per il PM<sub>10</sub> (asse y). Ciascuna delle curve rappresenta una delle quattro strategie di intervento analizzate. Le barre verticali rappresentano l’incertezza, dovuta prevalentemente alla variabilità meteorologica tra un anno e un altro.

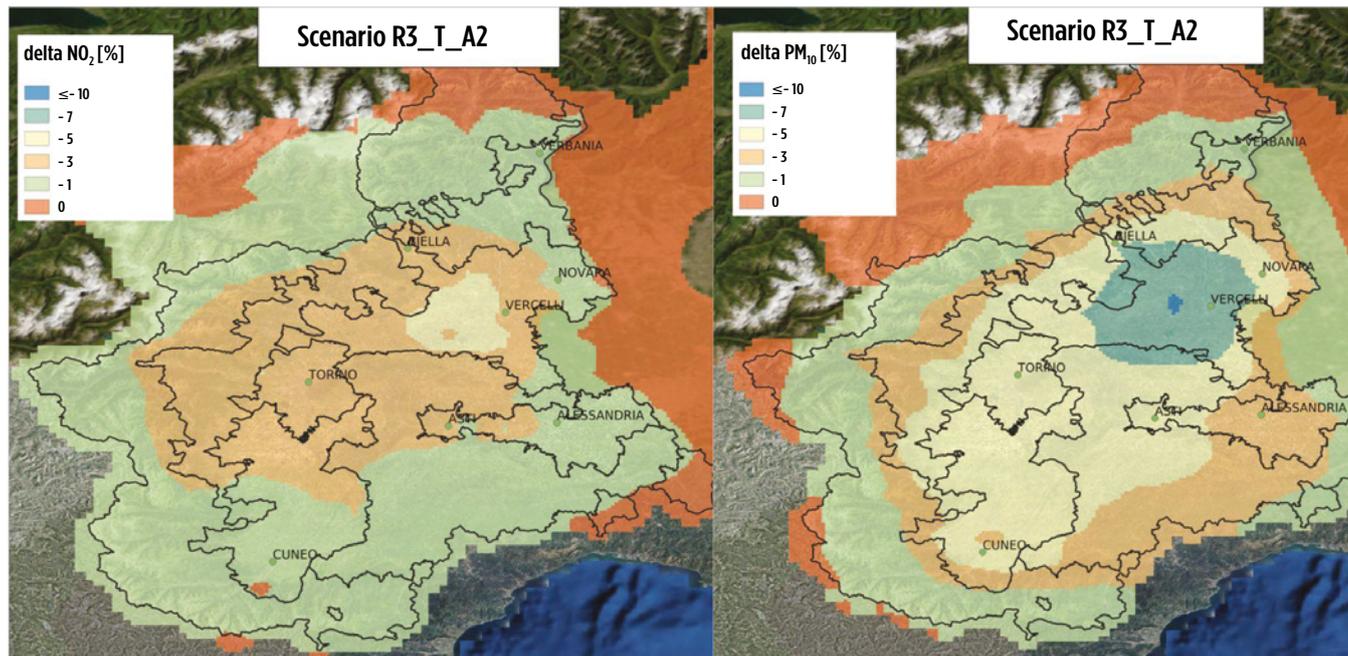


FIG. 5 NO<sub>2</sub> E PM<sub>10</sub>  
Mappe di riduzione percentuale sulla regione Piemonte per NO<sub>2</sub> (a sinistra) e PM<sub>10</sub> (a destra) derivante dall’applicazione dello scenario a maggiore riduzione tra quelli analizzati nell’ambito delle attività per le “Disposizioni straordinarie in materia di tutela della qualità dell’aria” promulgate con la Dgr 9/2916 del 26/02/2021.

scenari in esame sono stati inseriti come riduzioni percentuali dei precursori espresse a livello di macrosettore su tre delle quattro zone in cui è stato suddiviso il territorio regionale ai fini della valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente (ovvero, agglomerato - IT0118, pianura - IT0119, collina - IT0120). Nel secondo caso è stata utilizzata la modalità "scenario dettagliato" per valutare in prima approssimazione gli effetti sul PM<sub>10</sub> delle proposte in esame. Gli scenari sono stati dati in ingresso a Riat+ come database di misure non tecniche contenenti le riduzioni emissive di NH<sub>3</sub> espresse a livello di settore su tutto il territorio regionale utilizzando i risultati dell'applicazione regionale del Bat-tool.

## Applicazione per il Piano aria dell'Emilia-Romagna

Un'altra applicazione in modalità "ottimizzazione" sul solo territorio emiliano-romagnolo è stata realizzata da Arpae, a supporto dell'elaborazione del nuovo Piano aria integrato regionale (Pair2030). In questo caso è stata usata una versione aggiornata di Riat+ (inventario relativo all'anno 2017, un nuovo database Gains). Lo scenario emissivo "teorico" contenente una serie di misure è stato alla base della discussione con gli *stakeholder* e tra i diversi settori della regione per arrivare a definire il nuovo piano regionale Pair2030 [11]. Come mostrato in *figura 6* più della metà della riduzione di emissioni di NH<sub>3</sub> è dovuta a misure sull'uso dei fertilizzanti.

**Michele Stortini<sup>1</sup>, Stefano Bande<sup>2</sup>, Giovanni Bonafè<sup>3</sup>**

1. Arpae Emilia-Romagna
2. Arpa Piemonte
3. Arpa Friuli Venezia Giulia

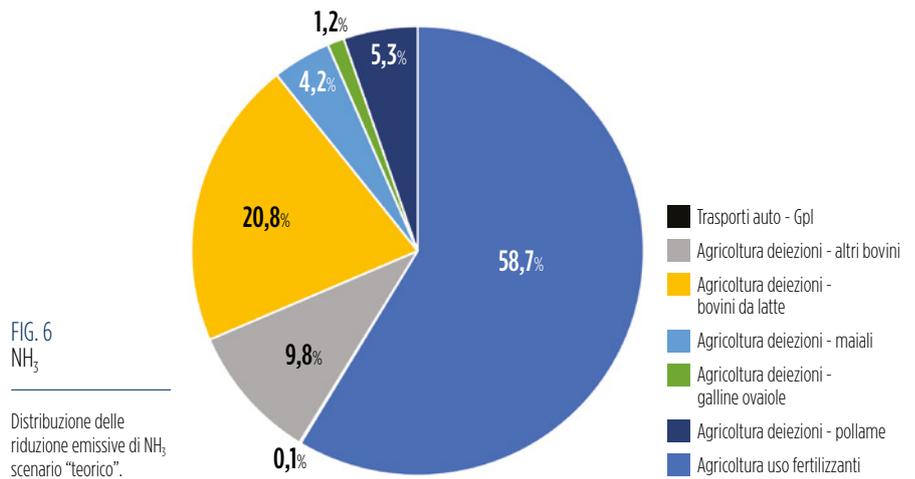


FIG. 6  
NH<sub>3</sub>

Distribuzione delle riduzioni emissive di NH<sub>3</sub> scenario "teorico".

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Climaera, *Programma di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia Alcotra 2017-2020*, [www.climaera.eu/it](http://www.climaera.eu/it)
- [2] Raffaelli K., Deserti M., Stortini M., Amorati R., Vasconi M., Giovannini G., 2020, "Improving air quality in the Po Valley, Italy: some results by the Life-Ip-Prepair project", *Atmosphere*, 11(4):429, 2020.
- [3] Stortini M., Amorati R., Bande S., 2021, *Action C.3 Implementing the Integrated Assessment model Riat+*. Final report, Technical report.
- [4] Selected nomenclature for air pollution, [www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook](http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook)
- [5] D'Elia I., Bencardino M., Ciancarella L., Contaldi M., Vialto G., 2009, "Technical and non-technical measures for air pollution emission reduction: The integrated assessment of the regional Air Quality Management Plans through the Italian national model", *Atmospheric Environment*, 43(39):6182-6189.
- [6] Thunis P., Degraeuwe B., Pisoni E., Ferrari F., Clappier A., 2016, "On the design and assessment of regional air quality plans: the Sherpa approach", *Journal of environmental management*, 183:952-958, 2016.
- [7] Report 2 Covid-19, *Studio preliminare degli effetti delle misure COVID-19 sulle emissioni in atmosfera e sulla qualità dell'aria nel bacino padano*, 2020 [www.lifeprepare.eu/?smd\\_process\\_download=1&download\\_id=9033](http://www.lifeprepare.eu/?smd_process_download=1&download_id=9033)
- [8] Bande S., Pillon S., Stortini M., Ferrari F., Maffei G., 2021, *Valutazione di screening con Riat+ del rinnovo tecnologico degli impianti di riscaldamento domestico a biomassa nel Bacino Padano*, [www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2021/10/6\\_Bande\\_07102021.pdf](http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2021/10/6_Bande_07102021.pdf)
- [9] Bonafè G., Bande S., Licen S., Stortini M., 2021, *Applicazione di Riat+ per l'analisi costi-benefici delle misure di riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera*, [www.arpa.fvg.it/temi/temi/modellistica-ambientale-crma/pubblicazioni/applicazione-di-riat-per-lanalisi-costibenefici-delle-misure-di-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-in-atmosfera/](http://www.arpa.fvg.it/temi/temi/modellistica-ambientale-crma/pubblicazioni/applicazione-di-riat-per-lanalisi-costibenefici-delle-misure-di-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-in-atmosfera/)
- [10] [www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2021/09/attach/dgr\\_02916\\_1050\\_26022021.pdf](http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2021/09/attach/dgr_02916_1050_26022021.pdf)
- [11] <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/verso-il-nuovo-pair2030-1>



# LA STIMA DELLE EMISSIONI DAL COMPARTO ZOOTECNICO

SONO ORMAI NOTI GLI IMPATTI DELL'AGRICOLTURA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA, IN PARTICOLARE PER GLI INQUINANTI SECONDARI. IL MODELLO BAT-TOOL È LO STRUMENTO CHE PERMETTE DI MISURARE IL CONTRIBUTO EMISSIVO DEGLI ALLEVAMENTI PER VALUTARE AZIONI DI MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO ALLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI.

Il bacino del Po, come noto da tempo, è un'area complessa in termini di conformità agli standard Ue di qualità dell'aria per il particolato atmosferico, il biossido di azoto e l'ozono. Il trasporto e la dispersione degli inquinanti sono fortemente influenzati dalle caratteristiche orografiche e meteorologiche della pianura Padana e l'alta densità di popolazione e la forte concentrazione di attività antropiche influiscono negativamente sulla qualità dell'aria. L'inquinamento diffuso richiede interventi di rilevante entità, coordinati a tutte le scale (nazionale, interregionale, regionale e locale), e questo ha portato le amministrazioni nazionali, regionali e locali a sottoscrivere diversi accordi con l'obiettivo di sviluppare e coordinare azioni di breve e di lungo periodo per migliorare la qualità dell'aria nel bacino padano, a supporto delle specifiche azioni previste nei piani di qualità dell'aria. Tra i diversi settori interessati dalle misure adottate a vari livelli compare anche il settore agricolo.

Il motivo principale per cui le attività agricole sono coinvolte non è per un'emissione diretta delle sostanze inquinanti che presentano valori superiori alle norme rilevate dalle centraline, ma perché si stima che esse contribuiscano in massima parte (anche per oltre il 95%) alle emissioni di ammoniaca, un gas che, insieme ad altri presenti in atmosfera, partecipa alla formazione dell'inquinamento di origine secondaria, che costituisce una gran parte dell'inquinamento rilevato dalle centraline, in particolare per quanto riguarda le polveri fini (PM<sub>10</sub>). Le reazioni di formazione del particolato secondario avvengono direttamente in atmosfera.

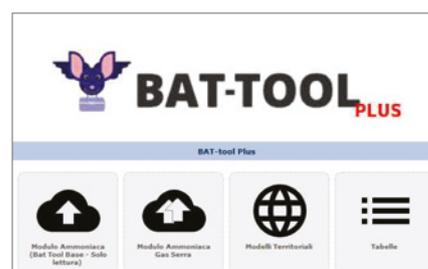
Nell'ambito agricolo i settori che principalmente contribuiscono a tale fenomeno sono le attività di allevamento intensivo (a causa dell'ammoniaca contenuta nelle deiezioni) e di

fertilizzazione azotata (che può provocare emissioni di ammoniaca in determinate condizioni dipendenti anche dalle caratteristiche del terreno). In particolare le emissioni connesse alle attività zootecniche contribuiscono per circa i 3/4 delle emissioni, e il tema della valutazione degli effetti delle attività zootecniche sulla qualità dell'aria si conferma come un centrale elemento di approfondimento nel quadro delle azioni in corso per il miglioramento della qualità dell'aria.

La valutazione delle emissioni degli allevamenti presenta caratteri peculiari e per certi versi complessi rispetto alla valutazione di altre tipologie di emissioni (quali le emissioni industriali) che sono in tutto o in parte convogliate attraverso camini, in quanto non è possibile nella maggioranza dei casi prelevare campioni e misurare in laboratorio la concentrazione di inquinanti per avere dati significativi, ma è necessario fare stime in base alle caratteristiche e alle modalità di gestione applicate dei singoli casi.

Si tratta infatti di emissioni diffuse che coinvolgono diverse sostanze tra le quali, per quanto riguarda la qualità dell'aria, la principale è l'ammoniaca, ma ci sono anche altri inquinanti con potenziale effetto climalterante, come il metano e il protossido di azoto, e sostanze a potenziale effetto odorigeno. Le emissioni derivano principalmente dalle deiezioni degli animali o da processi fisiologici, e dalla gestione degli stessi reflui zootecnici lungo tutte le fasi di allevamento, e la loro entità dipende dalle caratteristiche e dalle tecniche applicate agli impianti presenti sul territorio; diventa quindi sempre più importante disporre di dati accurati sull'applicazione delle tecniche da valutare con modelli quanto più possibile omogenei a livello di bacino padano.

Allo scopo di fornire uno strumento per agevolare tali stime il progetto



Prepar ha previsto una specifica azione (l'azione C5) per la realizzazione di un modello di valutazione delle emissioni comune per tutto il bacino padano, tenendo conto sia dei dati raccolti e delle esperienze precedenti a livello locale, sia dei documenti di riferimento elaborati in sede europea (tra i quali si citano per esempio le *Bat conclusions* per il settore allevamenti uscite nel 2017 e le linee guida Unece). Il modello è stato pensato per dare la possibilità di stimare le emissioni tenendo conto delle caratteristiche costruttive e delle modalità gestionali del singolo allevamento e per valutare eventuali miglioramenti e peggioramenti in caso di progetti di modifica, ma si adatta anche a possibili valutazioni di area più vasta (ad esempio a livello provinciale o regionale). Il modello è stato chiamato *Bat tool*, con riferimento alle "Best available techniques - Bat" che costituiscono le migliori tecniche disponibili per limitare le emissioni, ed è stato reso disponibile gratuitamente al pubblico nel 2019 in una prima versione relativa alle categorie zootecniche dei polli e dei maiali, a supporto delle procedure in essere di riesame delle autorizzazioni integrate ambientali (Aia), che interessano una gran parte dei capi allevati nei settori suino e avicolo. Ora è disponibile una versione più ricca di funzionalità, nella quale sono compresi anche i bovini. Il modello si trova online ed è accessibile previa effettuazione di una semplice registrazione (<https://bit.ly/battool>). Il modello è stato pensato con un approccio *whole farm*, che considera cioè

in maniera sequenziale tutte le principali fasi dell'allevamento, tenendo conto delle interconnessioni tra esse e calcolando il trasferimento della potenzialità inquinante da una fase all'altra, in modo da tenere conto del bilancio complessivo dell'azoto.

I principali elementi tecnici, con riferimento alle varie fasi dell'allevamento che possono influenzare le emissioni, sono i seguenti:

- categorie e specie degli animali allevati, (ad esempio suini da carne, galline ovaiole, mucche da latte ecc.), e numero e dimensione dei capi allevati
- configurazione delle stalle e delle modalità di accumulo e rimozione delle deiezioni: tipo di pavimentazione, disposizione degli spazi di permanenza degli animali, presenza o meno di lettiera, meccanismi di pulizia e tipologia di ventilazione ed eventuale presenza di dispositivi di depurazione dell'aria
- eventuali trattamenti applicati ai reflui zootecnici quali la separazione solido-liquido, la biodigestione o presenza di un depuratore
- caratteristiche degli stoccaggi degli stessi reflui, siano essi palabili o non palabili; grado di copertura delle vasche di accumulo per limitare l'evaporazione dell'ammoniaca, modalità di gestione dei cumuli
- modalità di spandimento in campo delle deiezioni per la concimazione;

percentuale di superficie interessata dal deposito, tempo intercorrente prima dell'interramento, condizioni meteorologiche.

Inoltre è molto importante considerare la dieta somministrata agli animali, che influisce sulla quantità di azoto escreto e quindi sulle caratteristiche di potenziale propensione a emettere dei reflui; nel *Bat tool* è compreso uno specifico modulo che, a partire dai dati sulla dieta, permette di calcolare un valore di azoto

escreto personalizzato per l'allevamento considerato. Per facilitare l'inserimento dei dati le tecniche selezionabili nelle diverse fasi di allevamento sono presentate sotto forma di menù a tendina da cui è possibile scegliere la tecnica applicata, e sono presenti, dove applicabili, i riferimenti alle tecniche comprese nelle *Bat conclusions* europee. Inoltre, per rendere possibile il calcolo anche in casi in cui si siano succeduti diversi adeguamenti e ristrutturazioni anche parziali, è possibile

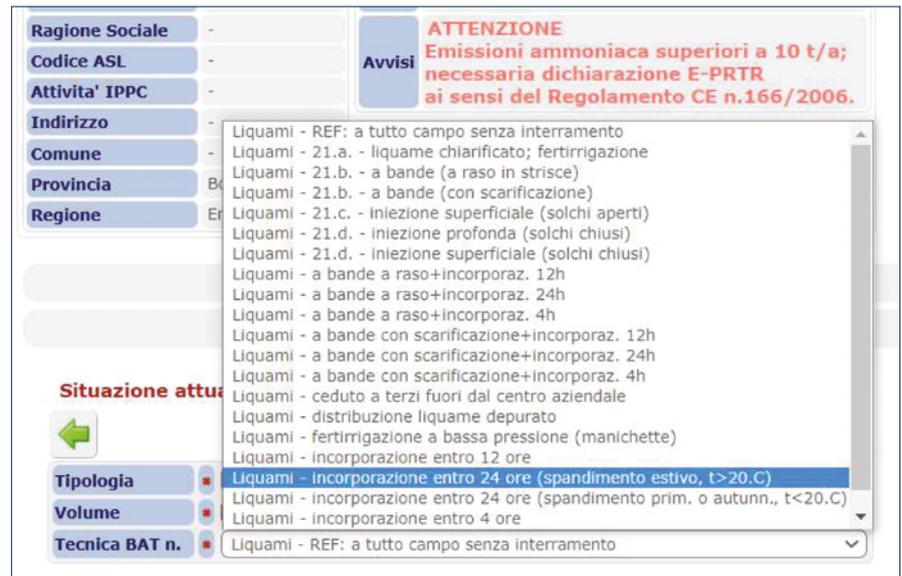


FIG. 1 BAT-TOOL  
Esempio di schermata del modello.

	NH <sub>3</sub> Ref (kg/a)	NH <sub>3</sub> situazione attuale (kg/a)	Riduzione NH <sub>3</sub> rispetto a Ref		Emissioni gas serra (kg/a)			
			kg/a	%	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq	
Totali	58.063	39.158	18.905	32,6	Totali	4.807	2.274	924.463
Ricovero	24.803	18.602	6.201	25	Emissioni enteriche	0	0	0
Trattamento	0	0	0	-	Gestione effluenti	4.807	1.057	435.161
Stoccaggio	8.291	5.458	2.833	34,2	Distribuzione agronomica	0	1.217	362.666
Distribuzione effluenti	24.696	15.098	9.871	39,5	Consumi energetici			126.636

TAB. 1 ESEMPIO CAPI POTENZIALITÀ MASSIMA  
Esempio di output dello strumento Bat tool, confronto delle quantità di emissioni di ammoniaca e gas serra, espresse in kg/a, tra i quantitativi di riferimento, la situazione attuale e la riduzione rispetto al riferimento.

	NH <sub>3</sub> Ref (kg/a)	NH <sub>3</sub> situazione attuale (kg/a)	Riduzione NH <sub>3</sub> rispetto a Ref		Emissioni gas serra (kg/a)			
			kg/a	%	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq	
Totali	52.257	35.242	17.015	32,6	Totali	4.327	2.046	844.519
Ricovero	22.322	16.742	5.580	25	Emissioni enteriche	0	0	0
Trattamento	0	0	0	-	Gestione effluenti	4.327	951	391.573
Stoccaggio	7.462	4.913	2.549	34,2	Distribuzione agronomica	0	1.095	326.310
Distribuzione effluenti	22.472	13.588	8.884	39,5	Consumi energetici			126.636

TAB. 2 ESEMPIO CAPI PRESENZA MEDIA  
Esempio di output dello strumento Bat tool, confronto delle quantità di emissioni di ammoniaca e gas serra, espresse in kg/a, tra i quantitativi di riferimento, la situazione attuale e la riduzione rispetto al riferimento.

indicare più tecniche, anche diverse tra loro, e specificare la percentuale di applicazione.

L'output del modello permette di stimare le emissioni da ogni singola fase dell'allevamento e di confrontare diversi scenari di applicazione delle tecniche, compreso quello di non applicazione delle Bat: questo rende possibile valutare i benefici che si avrebbero applicando diverse tecniche a una o più fasi di allevamento. Inoltre lo strumento permette di considerare sia la situazione alla massima potenzialità di allevamento sia la situazione effettiva riferita a una particolare annualità.

Anche se l'inquinante maggiormente attenzionato e per il quale vengono svolte valutazioni più analitiche è l'ammoniaca, si tratta di un modello progettato in ottica integrata, che permette di calcolare, seppure con modalità più semplificate, le emissioni di gas climalteranti e le possibili percolazioni in falda, in modo da poter valutare, benchè in maniera speditiva, i possibili effetti dell'applicazione di determinate tecniche, anche su altri aspetti ambientali. Oltre all'ammoniaca, vengono stimate le emissioni di metano, protossido di azoto, anidride carbonica. Una delle principali novità recentemente attivata consiste nella possibilità di calcolo dell'azoto

al campo, che permette di bilanciare gli aspetti legati alla volatilizzazione dell'ammoniaca in atmosfera e quelli delle percolazioni di azoto nelle falde. Inoltre è già stato realizzato e verrà prossimamente messo a disposizione anche un modulo che fornirà elementi per stimare il potenziale impatto odorigeno delle attività di allevamento. La documentazione elaborata a corredo del modello offre anche evidenza delle tecniche considerate e della valutazione effettuata sull'efficacia delle stesse: all'interno delle schermate del modello e nel manuale di utilizzo sono riportate le tecniche considerate per ogni fase di allevamento, e la percentuali di riduzione delle emissioni associate a ognuna di esse. Il modello rappresenta un esempio di collaborazione tra diverse amministrazioni, in quanto hanno partecipato in termini di budget diverse Regioni, anche attraverso l'affidamento di incarichi esterni a enti di ricerca e Università (Emilia-Romagna, che ha coordinato lo sviluppo del tematismo agricoltura all'interno del progetto Prepair con il supporto del Crpa per la realizzazione del modello, Lombardia con il supporto di *Up to Farm* e Veneto con il supporto di Università di Padova); ma le principali decisioni e sullo sviluppo del modello sono state condivise all'interno del gruppo di lavoro di Prepair con la partecipazione di tutti i soggetti del

partenariato interessati al tematismo agricoltura.

Il *Bat tool* è già diffusamente utilizzato in tutto il bacino padano, e potenzialmente anche in altre regioni italiane, per le stime necessarie ai fini delle istruttorie e dei monitoraggi per gli allevamenti con autorizzazione integrata ambientale (Aia), ma anche per l'elaborazione e applicazione degli scenari e delle misure previste per il settore agricoltura nei piani di qualità dell'aria e per l'individuazione degli interventi oggetto di finanziamento nell'ambito delle politiche incentivanti di settore. Inoltre con il moltiplicarsi degli utilizzi lo strumento potrà costituire uno strumento di arricchimento per costruire una base conoscitiva più capillare delle tecniche applicate sul territorio e permettere in prospettiva una migliore definizione delle politiche di qualità dell'aria e valutazione dei potenziali ambiti di miglioramento e di sviluppo. È auspicabile in tal senso proseguire nella collaborazione tra i diversi soggetti che hanno partecipato al progetto individuando i necessari percorsi per assicurare la manutenzione e lo sviluppo dello strumento anche dopo il termine del progetto.

**Matteo Balboni**

Regione Emilia-Romagna



# COMPOSIZIONE DEL PM E STUDI DI SOURCE APPORTIONMENT

LO STUDIO DEL PARTICOLATO IN 6 STAZIONI DI MONITORAGGIO HA CONSENTITO DI RICOSTRUIRE LA NATURA DELLE FRAZIONI CHE LO COMPONGONO E, TRAMITE ANALISI DI SOURCE APPORTIONMENT, HA PERMESSO DI INDIVIDUARE, SEPPUR CON MARGINI DI INCERTEZZA, LE PRINCIPALI SORGENTI E I PROCESSI DI FORMAZIONE.

**I**l bacino del Po rappresenta un'area critica per la qualità dell'aria, in quanto spesso vengono superati gli standard normativi fissati dall'Unione europea per le polveri fini e l'ozono e, localmente, per il biossido di azoto e il benzo(a)pirene. Si tratta di una zona densamente popolata e altamente industrializzata, in cui tonnellate di polveri e gas precursori (tra cui ossidi di azoto e ammoniaca) vengono emesse annualmente in atmosfera da un'ampia varietà di fonti inquinanti, principalmente legate al traffico, al riscaldamento domestico, all'industria, alla produzione di energia e all'agricoltura. Come ormai è noto è un'area complessa in cui le condizioni meteorologiche e le caratteristiche morfologiche un efficiente rimescolamento delle masse d'aria, rendendo difficile la dispersione degli inquinanti.

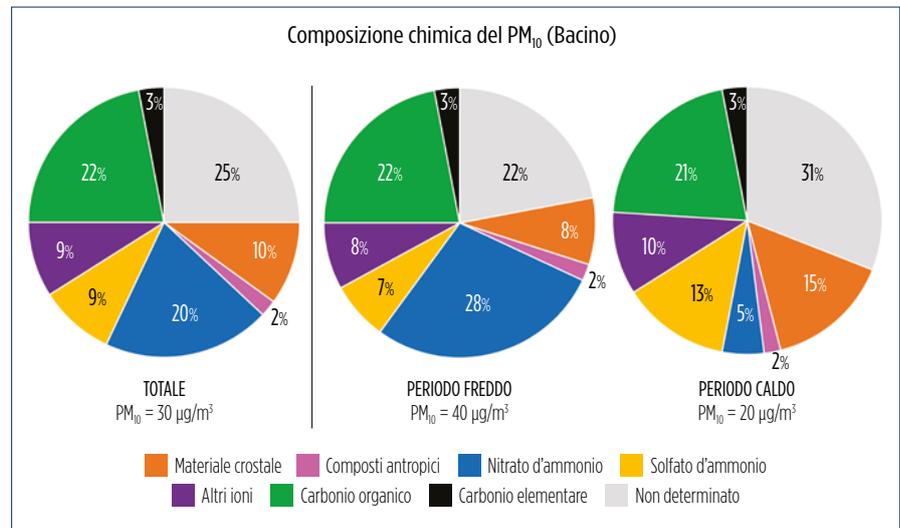
Nell'ambito del progetto Prepair, è stata creata una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM<sub>10</sub> sulla base di stazioni di monitoraggio già esistenti. Tale rete è composta da quattro siti di fondo urbano – Torino, Milano, Vicenza e Bologna – e uno di fondo rurale – Schivenoglia (MN) – ai quali si è aggiunto in seguito il sito suburbano di Cavallermaggiore (CN) collocato in un'area caratterizzata prevalentemente da attività agricole e zootecniche, allo scopo di approfondire il contributo del particolato secondario assieme al sito rurale. I risultati che vengono presentati in questo articolo derivano dal report

intermedio (quello finale è previsto per fine ottobre 2024) e riguardano le analisi chimiche e statistiche effettuate sui dati raccolti quotidianamente nel primo quadriennio del progetto, 1° aprile 2018 - 31 marzo 2022.

Come si vede dalla *figura 1*, le frazioni principali che compongono il PM<sub>10</sub> sono mediamente risultate essere il secondario inorganico, che rappresenta quasi il 30% del PM<sub>10</sub>, di cui il 20% come nitrato d'ammonio e circa il 10% come solfato d'ammonio e la frazione carboniosa (che è circa il 25% del PM<sub>10</sub>, di cui oltre il 20% come carbonio organico e il restante

come carbonio elementare). Seguono la componente crostale e altri ioni solubili (entrambi intorno al 10% del PM<sub>10</sub>) e i composti antropogenici (<5% del PM<sub>10</sub>). Le analisi effettuate hanno permesso di ricostruire oltre il 70% della massa; la frazione non determinata è composta principalmente da materia organica (escluso il carbonio che viene invece quantificato), dall'acqua e da altri atomi leggeri non quantificabili dalle analisi effettuate.

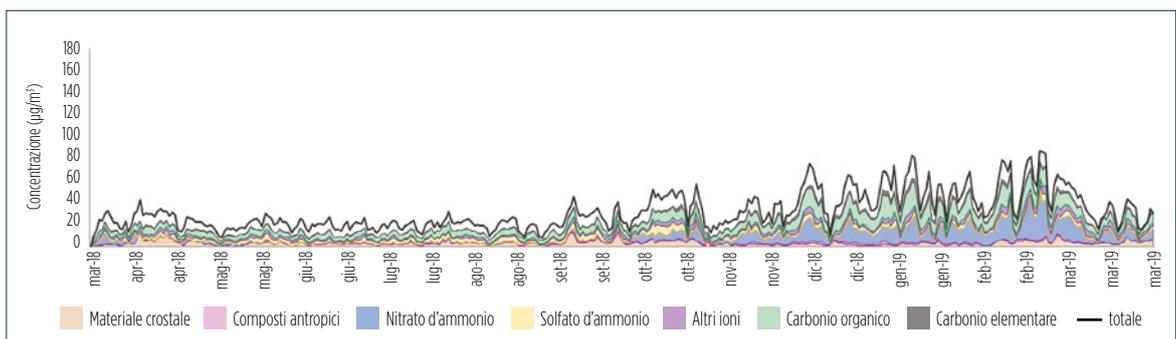
La composizione chimica del PM<sub>10</sub> è molto variabile durante il corso dell'anno solare (*figura 2*). La frazione carboniosa e il nitrato d'ammonio



**FIG. 1** COMPOSIZIONE PM<sub>10</sub>  
Composizione chimica media del PM<sub>10</sub> calcolata come media delle stazioni speciali del progetto nel quadriennio 1° aprile 2018 - 31 marzo 2022 e durante la stagione calda e fredda.

**FIG. 2**  
ANDAMENTO  
COMPONENTI PM<sub>10</sub>

Andamento temporale giornaliero medio sul bacino delle componenti nel quadriennio 1 aprile 2018 - 3 marzo 2022.



presentano i massimi durante la stagione invernale: quest'ultimo arriva a rappresentare fino a oltre il 50% della massa del  $PM_{10}$ , il solfato d'ammonio presenta concentrazioni assolute tendenzialmente costanti durante l'anno, mentre la frazione crostale ha il contributo maggiore nella stagione estiva e rappresenta una frazione importante della massa del  $PM_{10}$  in corrispondenza di fenomeni di trasporto di sabbia da regioni desertiche.

Le analisi statistiche di *source apportionment* hanno permesso un ulteriore passo avanti nello studio della caratterizzazione dell'inquinamento nella pianura Padana, in quanto hanno dato modo di individuare, seppur con margini di incertezza, le principali sorgenti e i processi di formazione del particolato nei siti recettori analizzati: tali analisi sono dette appunto "modelli al recettore". Il modello scelto è la *Positive matrix factorization* (Pmf) che è stata applicata sull'intero bacino padano, unendo tutti i giorni di campionamento di tutti i 5 siti in un unico database. In sintesi sono stati trovati 7 fattori comuni a tutti i ricettori, caratterizzati dallo stesso profilo chimico (figura 3):

- suolo (ovvero la componente legata alla risospensione di polvere dal suolo)
- sale (aerosol derivante dallo spray marino)
- traffico (combustione e usura meccanica, ovvero i freni e le parti meccaniche dei mezzi stradali)
- combustione di biomassa

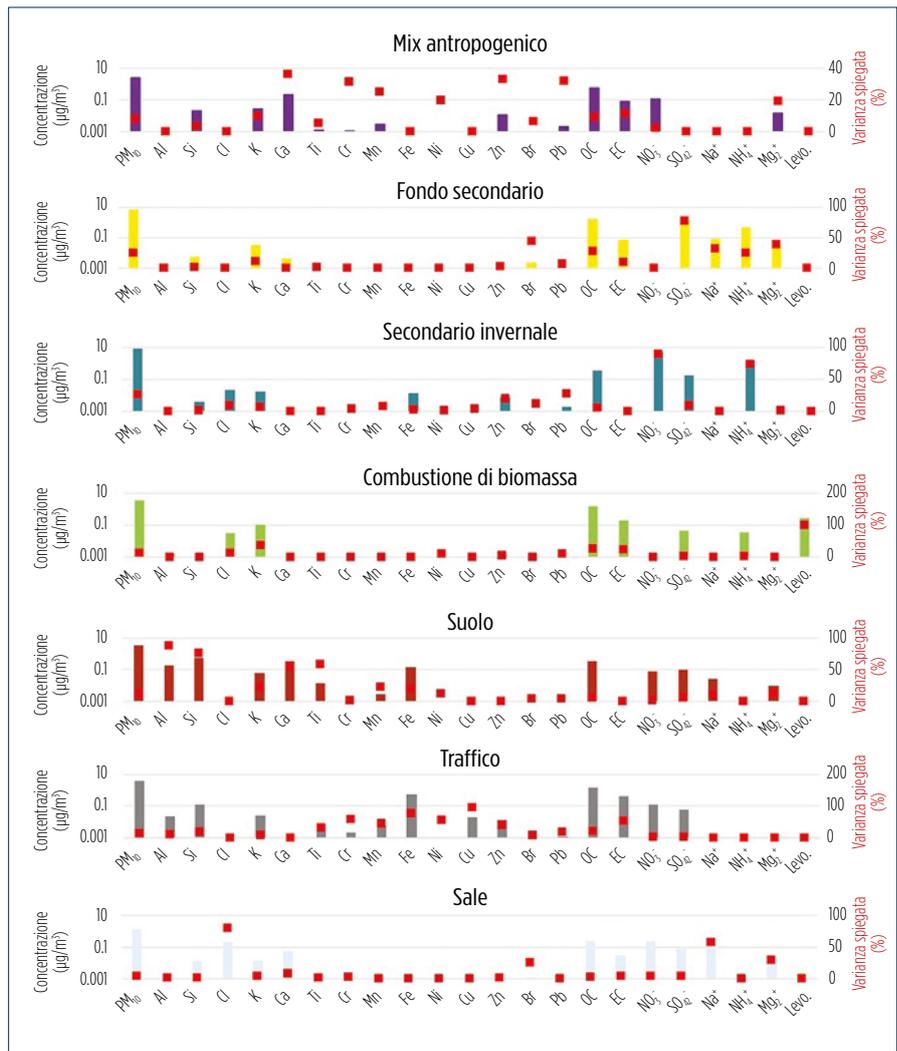


FIG. 3 PROFILI PMF  
 Profili dei 7 fattori risolti dall'analisi Pmf, ovvero la composizione di ciascun fattore in termini di concentrazione assoluta di ciascuna specie (istogrammi) e la varianza della specie (punto rosso) spiegata dal fattore stesso.



FOTO: LORENZO GAUDEZI - FLICR - CC BY-NC-ND 2.0

- mix antropogenico (ovvero un fattore che raccoglie il contributo di diverse attività produttive e di servizio)
- fondo secondario (un fattore di origine secondaria caratterizzato prevalentemente dal solfato d'ammonio e da carbonio organico, probabilmente attribuibile a un fondo di larga scala)
- secondario invernale (un fattore di origine secondaria caratterizzato prevalentemente dal nitrato d'ammonio e presente soprattutto durante la stagione fredda).

I due fattori di origine naturale, suolo e sale marino, spiegano complessivamente più del 15% della massa di PM<sub>10</sub> ricostruita. Il suolo presenta un contributo superiore al 10%, mentre il sale marino ha un contributo attorno a circa il 5%. Tra i fattori primari di origine antropica, traffico e combustione di biomassa hanno un contributo molto simile, superiore al 10%.

La componente secondaria rappresenta circa il 50% della massa totale di PM<sub>10</sub> ed è ripartita in egual misura nei due fattori che la caratterizzano: secondario invernale e fondo secondario. Per quanto riguarda queste ultime componenti, nel confronto tra i risultati della Pmf e l'analisi di speciazione chimica, occorre tener presente che il solfato d'ammonio e il nitrato d'ammonio sono trattati come specie chimiche uniche nel bilancio di massa, mentre nei fattori ottenuti dalla Pmf sono presenti, oltre alla specie principali, altre specie chimiche che vanno a incrementare il contributo percentuale di questo profilo. Risulterebbe particolarmente utile cercare di attribuire tali componenti alle sorgenti che sono responsabili della loro formazione in atmosfera, ma questa operazione presenta purtroppo notevoli difficoltà e non è di competenza dei modelli al recettore, che infatti non riescono a identificare le sorgenti che producono tale componente. Il modello è in grado però di scomporla in due fattori ognuno con peculiari caratteristiche chimiche e un proprio andamento temporale: il fondo secondario risulta arricchito di una componente carboniosa che sta probabilmente a indicare che il solfato d'ammonio si può essere formato anche molto lontano dal recettore, arricchendosi quindi anche di altre specie chimiche durante un processo di invecchiamento; il secondario invernale presenta un andamento stagionale ed è caratterizzato prevalentemente dal nitrato d'ammonio.

In generale, i contributi delle diverse sorgenti sono piuttosto uniformi sul bacino (figura 4). Le sorgenti che

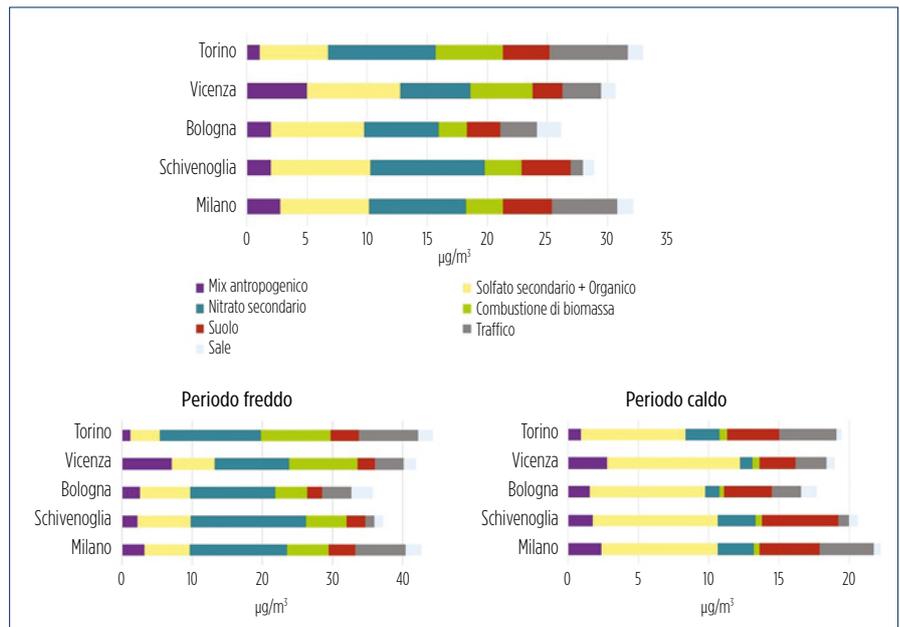


FIG. 4 SORGENTI

Contributo delle diverse sorgenti risolte al PM<sub>10</sub> nei diversi siti su tutto il quadriennio nel periodo caldo (15 aprile-14 ottobre) e in quello freddo (15 ottobre-14 aprile). Si notino le diverse scale.

I siti non sono direttamente confrontabili perché per massimizzare il numero dei dati si è deciso di non considerare la contemporaneità delle misure.

mostrano la variabilità maggiore sono il traffico veicolare e il mix antropogenico. La variabilità associata al traffico è legata alla presenza di Schivenoglia, che è un sito rurale a forte connotazione agricola (è caratterizzato da frequenti episodi di risollevario locale).

Il mix antropogenico, seppur quantitativamente poco importante, è fortemente locale: il sito di Vicenza è quello con il contributo maggiore poiché la stazione è vicina a diverse sorgenti produttive antropiche, tra cui anche industrie pesanti metallurgiche (le concentrazioni dei parametri normati sono risultate comunque sempre inferiori ai limiti normativi).

Infine, seppur non sia possibile confrontare direttamente i siti, sia perché per massimizzare il numero dei dati si è deciso di non considerare la contemporaneità delle misure sia perché non tutti i siti sono della medesima tipologia, osservando i valori assoluti delle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, si notano valori di concentrazione inferiori a Bologna sia nel periodo caldo sia in quello freddo, mentre le stazioni di Torino e Milano presentano i valori più elevati in entrambe le stagioni. Questo potrebbe derivare dal fatto che Bologna è posta ai margini inferiori del bacino padano, in un'area orograficamente un po' più aperta e soggetta a un maggior ricircolo dell'aria rispetto agli altri siti, mentre Torino (situata a ridosso delle Alpi all'estremo ovest del bacino padano, in un territorio maggiormente chiuso) e

Milano sono caratterizzate da un impatto antropico maggiore.

A oggi un'analisi del trend temporale non è ancora possibile, poiché sarebbe necessario disporre di una serie storica più lunga sulla quale applicare analisi specifiche; inoltre la pandemia di Covid-19 ha prodotto una discontinuità nella serie temporale, in quanto le azioni intraprese per limitare il diffondersi della malattia hanno avuto un impatto su molti inquinanti. Confrontando però i risultati della rete di misura di Prepair con quelli del sito di Milano, la cui serie di dati parte nel 2013, è possibile vedere come il traffico veicolare mostri un trend in diminuzione da diversi anni, al netto appunto delle particolarità del 2020. Tale calo è visibile anche dall'analisi della composizione chimica grazie allo studio del comportamento del tracciante tipico del traffico, il rame, e dal carbonio elementare.

**Eleonora Cuccia<sup>1</sup>, Arianna Trentini<sup>2</sup>**

1. Arpa Lombardia
2. Arpae Emilia-Romagna

Gruppo di lavoro: Cristina Colombi, Umberto Dal Santo, Mariolina Franciosa, Guido Lanzani, Federico Petrosino, Daniela Vincenzi (Arpa Lombardia), Dimitri Bacco, Vanes Poluzzi, Fabiana Scotti (Arpae Emilia-Romagna), Luisella Bardi, Annalisa Bruno, Roberta De Maria, Marilena Maringo, Milena Sacco (Arpa Piemonte), Silvia Pistollato, Luca Zagolin (Arpa Veneto), Tiziana Magri, Henri Diémoz (Arpa Valle D'Aosta)

IL CONCORSO PER LE SCUOLE

“AIR UP, PAROLE PER L’ARIA”. GLI ELABORATI PREMIATI

A fine maggio 2023 si è tenuta la premiazione dei vincitori del contest “Air Up - Parole per l’aria”, l’iniziativa dedicata alle scuole del progetto Life Prepair che ha chiesto agli studenti del bacino padano di mettersi in gioco e creare post social per sensibilizzare i propri coetanei a gli adulti sul tema della qualità dell’aria. Il progetto ha visto la partecipazione di scuole da tutti i territori. In particolare, il concorso ha coinvolto gli studenti delle scuole secondarie di primo grado e degli ultimi due anni delle scuole primarie del bacino padano, invitandoli a divenire ambasciatori ambientali: i partecipanti dovevano creare un post social sul tema della qualità dell’aria, rendendo protagonisti i giovani, la loro sensibilità per l’ambiente e i linguaggi digitali. Sono arrivati 73 elaborati inviati da 20 classi di 14 scuole.

I 30 elaborati più votati dalla giuria popolare sono passati alla valutazione della giuria tecnica, che ha selezionato i 7 post vincitori (che riportiamo in queste pagine).

Le sei scuole vincitrici (per sette progetti complessivi) sono state ospiti, in chiusura di anno scolastico, di un originale laboratorio teatrale didattico-divulgativo intitolato “C’è aria per te”, sul tema della qualità dell’aria, svolto in modalità streaming.

Nel corso dell’incontro, due educ-attori - una poetica viaggiatrice e un buffo sportivo - hanno dato vita a una lezione animata nella quale curiosi personaggi hanno accompagnato le classi alla scoperta dell’aria, col supporto di immagini, filmati, racconti emozionanti e piccole gag comiche che hanno aiutato a spezzare il ritmo e mantenere alta l’attenzione degli studenti.

Si è così ragionato sulle cause dell’inquinamento atmosferico, sull’importanza di agire tutti insieme, e sulle buone pratiche ambientali attivate in giro per il mondo: piccole-grandi azioni che esistono o che si possono fare per cambiare le cose.

Un racconto corale che ha avuto la finalità di raccontare il tema dell’inquinamento dell’aria nella sua complessità e far sentire i ragazzi parte di un tutto: dove ognuno, nel ruolo che sta ricoprendo (ragazzi-adulti cittadini, governi, scienziati, aziende ecc.) può fare qualcosa per salvare il pianeta. Divertimento ed emozioni per far comprendere lo stretto legame di interdipendenza tra esseri umani e ambiente, una chiamata a raccolta verso nuovi stili di vita sostenibili a partire dai più piccoli.

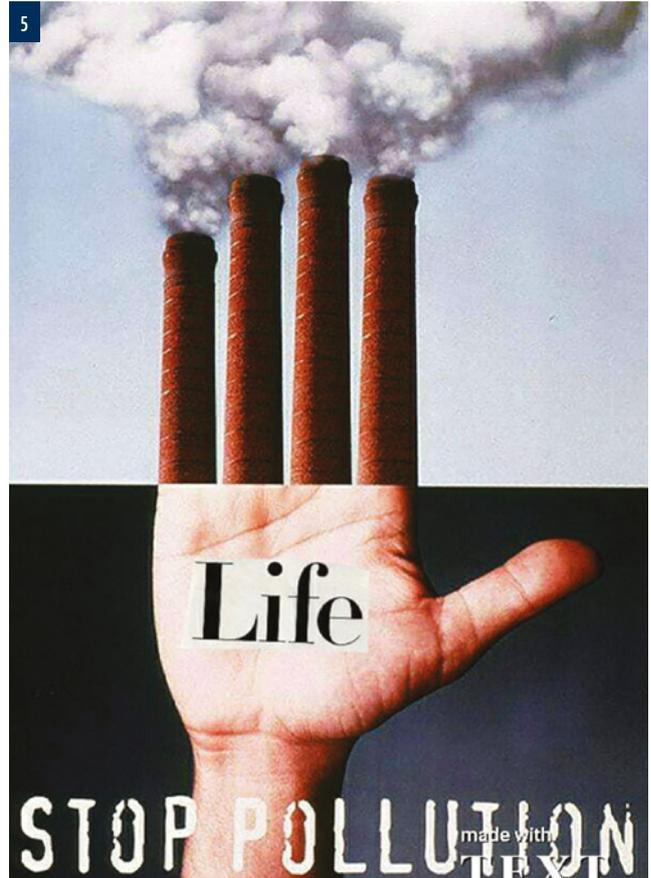
Gli elaborati vincitori faranno parte di una campagna di comunicazione che verrà pubblicata sui social di “C’è aria per te!” durante l’inverno 2023, come azione di sensibilizzazione delle giovani generazioni nei confronti dei concittadini più adulti.

1 **LOVE IS IN THE AIR**



**WRONG! POLLUTION IS IN THE AIR**





1. LOVE IS IN THE AIR  
Scuola secondaria di 1° grado - Ics Milan - Classe 1° B - Comune di Milano (MI)
2. LIFE IS BREATH  
Scuola primaria Borello Cesena2 - Classe 4° A - Comune di Cesena (FC)
3. NON SERVE LA MAGIA PER SALVARE IL MONDO  
Scuola secondaria di 1° grado - I.C. Aldo Palazzeschi - Classe 1° M - Comune di Torino (TO)
4. È ORA DI DARE UN TAGLIO...  
Scuola secondaria di 1° grado - I.C. 2 di Asti - Scuola Secondaria "Goltieri" - Classe 3° C - Comune di Asti (AT)
5. STOP POLLUTION  
Scuola secondaria di 1° grado Aldo Palazzeschi - Classe 2° F - Comune di Torino (TO)
6. L'ARIA PULITA SALVA LA VITA  
Scuola secondaria di 1° grado - IC Ferrini Scuola Dante Alighieri - Classe 1° E - Comune di Olgiate Olona (VA)
7. SORRIDERE ALLA VITA  
Scuola primaria Ottavio Jacquemet - Classe 4° A - Comune di Issogne (AO)



# LEGISLAZIONE NEWS

A cura del Servizio Affari istituzionali e avvocatura • Arpa Emilia-Romagna

## DISEGNO DI LEGGE NORDIO: ABROGATO L'ABUSO D'UFFICIO?

Disegno di legge n. 808 presentato al Senato il 19 luglio 2023

Il Ddl in questione, che dovrà iniziare ora il percorso di approvazione in entrambi i rami del Parlamento, interviene anche sugli articoli del codice penale dedicati ai delitti compiuti dai pubblici ufficiali contro la pubblica amministrazione. In tale contesto è prevista tra l'altro l'abrogazione del reato di abuso d'ufficio previsto dall'art. 323 c.p.

La scarsa tipicità giuridica della norma era già stata in passato oggetto della critica della dottrina giuridica e si erano susseguiti diversi interventi normativi, l'ultimo dei quali il Dl 76/2020 cd. "Decreto Semplificazioni", finalizzati a limitare il potere del giudice penale di sindacare la discrezionalità tecnica e amministrativa del pubblico ufficiale.

Ora con il citato disegno di legge si punta, come detto, all'abolizione completa dell'art. 323 c.p. Per giustificare questa scelta, nella relazione di accompagnamento si riferisce che il reato di abuso di ufficio registra un'applicazione minimale nei tribunali italiani (18 sentenze di condanna nel 2021), mentre è molto alto il numero di iscrizioni nel registro degli indagati (4.745 nel 2021). Tale squilibrio sarebbe indicativo di un'anomalia sulla quale, secondo il Ddl, bisogna intervenire al fine di recuperare risorse al sistema "non impegnando inutilmente l'apparato giudiziario e sollevando l'azione amministrativa... dalle ricadute negative di iscrizioni per fatti che risultano non rientrare in alcuna categoria di illecito penale".

Si segnala infine che il disegno di legge Nordio interviene anche sul reato di traffico di influenze illecite (art. 346 c.p.) circoscrivendone l'ambito di applicazione.

## CONVERTITO IN LEGGE IL DL ALLUVIONE ROMAGNA

Legge 31 luglio 2023 n. 100 "Interventi urgenti per fronteggiare l'emergenza provocata dagli eventi alluvionali verificatisi a partire dal 1° maggio 2023 nonché disposizioni urgenti per la ricostruzione nei territori colpiti dai medesimi eventi". G.U. n. 177 del 31/07/2023

In data 31/07/2023 è stata pubblicata sulla Gazzetta ufficiale la legge di conversione del decreto legge n. 61/2023 (il quale era stato adottato dal governo a seguito dei noti eventi che hanno colpito il territorio romagnolo nel maggio scorso).

Interessante l'art. 4 della norma in commento, che conferma la sospensione dei procedimenti e dei termini amministrativi per il periodo dal 1° maggio sino al 31 agosto 2023. Segnatamente, dispone una sospensione di carattere sostanzialmente omnicomprensivo dei procedimenti amministrativi non ancora conclusi, ossia "pendenti alla data del 1° maggio

2023 o iniziati successivamente a tale data".

Interessante anche l'art. 4 ter, introdotto nel Dl 61 con la legge di conversione n. 100, il quale stabilisce che al fine di consentire il risanamento e il successivo ripristino degli impianti e delle infrastrutture gravemente danneggiate a seguito degli eventi alluvionali e franosi è sospesa l'applicazione delle prescrizioni incompatibili con lo stato dei luoghi, o inapplicabili per cause di forza maggiore, contenute in alcuni provvedimenti ambientali.

L'articolo 4 bis contempla infine la possibilità per gli impianti di depurazione gravemente danneggiati o inaccessibili, e ai fini del loro ripristino, di sospendere fino al 1° maggio 2024 l'applicazione dei limiti emissivi prescritti dal Testo unico ambientale. Accanto alla normativa nazionale si deve peraltro rammentare come anche la Regione Emilia-Romagna abbia emanato propri provvedimenti per disciplinare la difficile fase emergenziale conseguente ai citati eventi alluvionali. La fonte che legittima questi provvedimenti regionali è da individuarsi principalmente nell'ordinanza del capo del Dipartimento della protezione civile (Ocdpc) n. 992 del 08/05/2023.

## DECRETO MASE SULLE EMISSIONI ODORIGENE

Decreto 28 giugno 2023, n. 309 Direzione generale Valutazioni ambientali del Mase, <https://www.mase.gov.it/pagina/indirizzi-applicazione-dellarticolo-272-bis-del-dlgs-1522006-materia-di-emissioni-odorigene>

Emanato il decreto direttoriale di approvazione degli indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272 bis del Dlgs 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività, che approva in via definitiva gli "indirizzi" per l'applicazione dell'articolo 272 bis del Dlgs 152/2006, fornendo un importante quadro di riferimento da utilizzare nei procedimenti istruttori e decisionali delle autorità competenti in materia di autorizzazioni ambientali. Si tratta di un documento tecnico di indirizzo per le amministrazioni e per gli operatori del settore, che si applica agli stabilimenti soggetti ad autorizzazione unica ambientale (Aua), autorizzazione alle emissioni o regimi autorizzativi in deroga e alle installazioni soggette ad autorizzazione integrata ambientale.

## LINEE GUIDA MASE SUL PRINCIPIO "CHI INQUINA PAGA"

[www.mase.gov.it](http://www.mase.gov.it)

Il Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica il 1 agosto 2023 ha pubblicato sul proprio sito le linee guida sull'applicazione del principio comunitario "chi inquina paga", rivolte a tutte le amministrazioni competenti nell'ambito del procedimento di bonifica cui all'art. 244 del decreto legislativo n. 152/2006.

Il documento analizza in particolare la procedura di individuazione del responsabile della contaminazione e l'emanazione dell'ordinanza di chiusura del procedimento in questione. Sono contenute altresì istruzioni rivolte ai proprietari non colpevoli.

## SENTENZA SULLA NOZIONE DI INFORMAZIONE AMBIENTALE ACCESSIBILE

Sentenza del Consiglio di Stato n. 6611 del 6 luglio 2023

Un'associazione ambientalista aveva presentato istanza di accesso documentale concernente accordi di collaborazione stipulati tra un'Università e la società Eni spa. L'istanza era presentata ai sensi dell'art. 25 della legge n. 241/1990 sul procedimento amministrativo, in combinato disposto con il Dlgs 195/2005, recante "Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale". L'Università rigettava l'istanza adducendo che i documenti riguardanti accordi accademici o convenzioni connessi anche a rapporti di tipo finanziario non avessero nulla a che fare con la nozione di informazione ambientale considerata dalla normativa di settore e dalla giurisprudenza. Il Tar Piemonte (Torino, Sez. II, n. 379 del 19/04/2022) accoglieva il ricorso dell'associazione, osservando che il concetto di "informazione ambientale", ai sensi della normativa nazionale ed eurounitaria, "riguarda non solo i dati e i documenti posti in immediata correlazione con il bene ambiente, ma anche le scelte, le azioni e qualsivoglia attività amministrativa che ad esso faccia riferimento". Sia l'Università che la società Eni spa presentavano appello. Il Consiglio di Stato, dopo aver riunito gli appelli, li respinge entrambi, osservando che alla nozione di "informazione ambientale accessibile", di cui all'art. 2, comma 1, del Dlgs 19 agosto 2005, n. 195 di matrice comunitaria, deve essere data un'interpretazione il più ampia possibile "per la speciale rilevanza del bene giuridico in questione e il diretto impatto che le scelte ambientali rivestono sulla vita della comunità, anche in termini di coinvolgimento e partecipazione al momento decisionale. Tale speciale rilevanza è confermata dal regime giuridico differenziato e senz'altro meno limitativo che connota l'accesso alle informazioni ambientali rispetto alle tradizionali forme riconducibili alle norme sul procedimento amministrativo".

In questo contesto normativo e fattuale, conclude il Consiglio di Stato, "Non può essere escluso, pertanto, che accordi o convenzioni tra un soggetto operante in ambito accademico e un'impresa notoriamente leader nel settore energetico rivestano interesse al fine di rendere pubblici e trasparenti gli indirizzi volti a produrre conseguenze in termini di scelte e politiche ambientali, che non si vede perché dovrebbero rivestire carattere di riservatezza".

# OSSERVATORIO ECOREATI

A cura di **Giuseppe Battarino** (magistrato) e **Silvia Massimi** (avvocata)

Con l'osservatorio sulla casistica applicativa della legge 22 maggio 2015 n. 68, *Ecoscienza* mette a disposizione dei lettori provvedimenti giudiziari sia di legittimità che di merito, con sintetici commenti orientati alle applicazioni concrete della legge. Per arricchire l'osservatorio giurisprudenziale **chiediamo ai lettori** (operatori del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e non solo) di **trasmettere alla redazione tutti i provvedimenti che ritengono significativi (dovutamente anonimizzati):** decreti e ordinanze, prescrizioni, sentenze ecc.

I contributi possono essere inviati a [ecoscienza@arpae.it](mailto:ecoscienza@arpae.it)

## GLI EFFETTI PATRIMONIALI DEI DELITTI CONTRO L'AMBIENTE

**Cassazione Penale, Sezione III, sentenza n. 22096 del 13 aprile - 23 maggio 2023**

Il sistema costruito dalla legge n. 68 del 2015 si basa, anche, sull'effetto di prevenzione generale e speciale dei delitti contro l'ambiente prodotto dalle conseguenze economiche delle condotte illecite.

Da questo punto di vista rilevano gli obblighi di bonifica e in generale di rimessione in pristino e la sanzione accessoria costituita dalla confisca, anche per equivalente: effetto finale del processo penale che può essere preceduta dal sequestro durante le indagini.

La Cassazione è tornata ad occuparsene in un procedimento cautelare in tema di sequestro per delitti ambientali.

La pronuncia ha origine da un provvedimento di applicazione del sequestro per equivalente disposto con riferimento al reato di omessa bonifica di cui all'art. 452-terdecies c.p. a carico del legale rappresentante di una società impegnata nel ramo dell'edilizia: la somma sequestrata era consistente nel profitto inteso come risparmio, ottenuto dal non aver utilizzato le stesse somme per un'attività che all'imprenditore era imposta dalla legge.

L'indagato ha proposto ricorso per cassazione, ritenendo inconfidente l'applicazione della misura cautelare reale in quanto lo stesso sarebbe stato assolto dalla contestazione di cui all'art. 452-quaterdecies c.p. (previa riqualificazione nella contravvenzione di cui all'art. 256, comma 3, Dlgs 3 aprile 2006, n. 152), per cui il giudice di merito non avrebbe potuto confermare il sequestro disposto ai sensi dell'art. 452-undecies c.p., atteso che questa norma richiama pedissequamente le fattispecie per le quali risulta possibile disporre il sequestro preventivo: e l'art. 452-undecies c.p. non contempla fra le fattispecie di applicazione il reato di omessa bonifica, contestato all'indagato.

In sostanza, la difesa dell'indagato ha sostenuto la violazione di legge nel merito, ritenendo non applicabile il sequestro previsto per i reati ambientali, in quanto tale misura risulta applicabile solo negli specifici casi previsti dall'art. 452-undecies c.p. e, pur essendoci stata una iscrizione a carico dell'indagato in ordine al traffico illecito di rifiuti, lo stesso è stato poi riqualificato nella sola gestione abusiva di rifiuti, titolo di reato anch'esso inidoneo all'applicazione del sequestro in argomento.

La Cassazione ha respinto il ricorso ritenendo che non può sostenersi alcun rapporto di dipendenza immediata tra il proscioglimento (non si trattava di assoluzione ma di non doversi procedere per prescrizione) dell'indagato dal delitto di traffico illecito di rifiuti e la permanenza del vincolo in questione: il sequestro non è stato mantenuto pur a fronte di un'ipotesi di reato dichiarata ormai estinta per prescrizione, ma è stato sin dall'origine disposto con riferimento a una diversa fattispecie illecita, quale l'omessa bonifica disciplinata dall'art. 452-terdecies c.p.

In tema di sequestro per equivalente del denaro a carico dell'indagato, poi, la Cassazione ha ritenuto che sia stato sì disposto in ordine

al delitto di omessa bonifica di cui all'art. 452-terdecies c.p., ma a norma dell'art. 240, comma 1, c.p., ossia della previsione – di carattere generale – per la quale, nel caso di condanna, il giudice può ordinare la confisca delle cose che servirono o furono destinate a commettere il reato, e delle cose che ne sono il prodotto o il profitto. Quel che può aver indotto in errore la difesa è il richiamo che il tribunale di merito ha fatto all'art. 452-undecies, comma 2, c.p. in tema di sequestro per equivalente: il vincolo cautelare in argomento è stato disposto dal giudice per equivalente, a fronte dell'incapienza del patrimonio sociale dell'indagato, ai sensi dell'art. 452-undecies, comma 2, c.p. Questa disposizione stabilisce che quando, a seguito di condanna per uno dei delitti previsti dal titolo VI-bis del libro II (delitti contro l'ambiente), sia stata disposta la confisca di beni ed essa non sia possibile, il giudice individua beni di valore equivalente di cui il condannato abbia anche indirettamente o per interposta persona la disponibilità e ne ordina la confisca; tale norma, dunque, non incontra i limiti operativi del comma 1, in tema di confisca obbligatoria, e trova pertanto applicazione con riguardo a tutti i delitti di cui al titolo citato, anche diversi ed ulteriori rispetto a quelli indicati nel comma precedente.

Il maggiore spettro di intervento si giustifica con la differente portata delle due previsioni. Il comma 1 dell'art. 452 undecies c.p. stabilisce una misura ablativa obbligatoria e sottratta a valutazione discrezionale ("*è sempre ordinata*"), il cui ambito di applicazione risulta limitato – per scelta del legislatore – a specifiche fattispecie, considerate particolarmente gravi: inquinamento ambientale; disastro ambientale; traffico e abbandono di materiale ad alta radioattività; impedimento del controllo; associazione per delinquere diretta a commettere taluno dei delitti previsti dallo stesso titolo. Il comma 2, invece, prevede il vincolo reale per equivalente con riguardo a tutti i delitti contro l'ambiente di cui al codice penale, dunque anche al di fuori delle ipotesi anzidette del comma 1, applicando però l'istituto della confisca previsto a livello generale nel codice penale all'art. 240 c.p.

Se ne deduce, pertanto, che la disciplina in tema di confisca si atteggia in maniera differente in ragione del delitto ambientale per il quale è stata pronunciata sentenza di condanna o di applicazione della pena su richiesta delle parti: mentre per le condotte di cui agli artt. 452-bis, 452-quater, 452-sexies, 452-septies e 452-octies c.p. la confisca di quanto indicato nell'art. 452-undecies c.p. è sempre ordinata, in via diretta con il comma 1 e per equivalente con il comma 2, per le residue fattispecie delittuose può essere disposta in via diretta ai sensi dell'art. 240, comma 1, c.p. e, per equivalente, a norma dell'art. 452-undecies, comma 2, c.p.

Questa apparentemente complessa ricostruzione giurisprudenziale, in concreto segnala due questioni pratiche: sul versante degli autori di delitti ambientali il fatto che le conseguenze economiche negative delle condotte illecite si potranno produrre a loro carico in forza dell'applicazione alternativa di più norme penali; sul versante di chi procede a controlli e indagini la necessità, di fronte all'accertamento di possibili delitti ambientali, di quantificare, laddove possibile, il peso economico delle attività illecitamente svolte o illecitamente omesse.

# MEDIATECA

Libri, video, podcast, rapporti, pubblicazioni di attualità • A cura della redazione Ecoscienza



## IL MARE COLORE VELENO

Indagine su uno dei più grandi disastri del paese

Fabio Lo Verso  
Fazi Editore, 2023  
260 pp, 18,00 euro

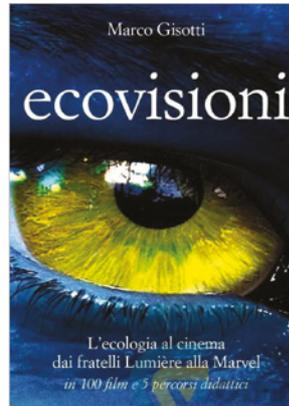
Trasferitosi in Svizzera all'età di 20 anni, il giornalista Fabio Lo Verso racconta l'origine del suo viaggio nato dalla promessa di tornare nella rada di Augusta, dove aveva trascorso alcuni mesi di servizio presso la Marina militare italiana, per ricostruire la storia di quel mare sul quale si sarebbero potuti idealmente erigere "più di tremila

immobili (...) ognuno di sei piani" con l'impasto di sedimenti e sostanze tossiche sversate dalle fabbriche.

Un viaggio nei meandri di uno dei più gravi disastri ambientali del Paese "Il mare colore veleno" racconta attraverso le testimonianze di cittadini, ambientalisti, sindaci, politici, procuratori ed esponenti della comunità scientifica, la vicenda sociale, politica ed economica del polo petrolchimico di Siracusa e di tutta la vita che gli accade intorno. Una partita destinata a durare "se si mette su un piatto della bilancia l'imperturbabile ascesa della scienza nello stabilire fatti, nessi e responsabilità e sull'altro l'atavica propensione dell'industria a esimersi da ogni fatto, nesso e responsabilità". A darne contezza, un reportage fotografico a metà libro, dai filtri freddi e ad alto contrasto. Nel paragrafo dedicato ai costi di questo immobilismo è citato il rapporto Cisa "Ambiente e salute nei siti contaminati" nel quale si stima quanto lo Stato avrebbe risparmiato per la salute pubblica, se avesse compiuto un risanamento delle aree inquinate. Un libro che, conclude Bratti nella sua postfazione, parla a tutti gli italiani da nord a sud, e a quel 10% della popolazione nazionale che vive in aree profondamente inquinate, alle quali lo Stato deve ancora fornire una risposta per il risanamento ambientale, che è sinonimo di salute, rilancio occupazionale e crescita del Pil. (Alice Scarcella)

## IN BREVE

A partire dal 2021, Ispra gestisce un sistema di sorveglianza ambientale basato su dati di *Earth observation* utili a valutare lo stato e le variazioni degli ecosistemi forestali colpiti da incendi. Gli incendi considerati sono quelli rilevabili da satellite, quindi di dimensioni superiori a qualche ettaro e che durano per diverse ore. Il rapporto è disponibile al link: [https://bit.ly/Ispra\\_incendi\\_boschivi\\_2022](https://bit.ly/Ispra_incendi_boschivi_2022)



## ECOVISIONI

L'ecologia al cinema dai fratelli Lumière alla Marvel in 100 film e 5 percorsi didattici

Marco Gisotti  
Edizioni Ambiente, 2022  
320 pp, 21,00 euro

Qual è stata la prima volta dell'ecologia sul grande schermo? In che rapporto dialettico sono cinema e ambiente? E chi è nato prima, l'uovo o la gallina? Sono questi alcuni degli interrogativi che spingono Marco Gisotti – giornalista e divulgatore scientifico

con la passione per il cinema – a catalogare centocinquanta opere di finzione sull'argomento lungo un arco temporale che dai fratelli Lumière porta dritto ai film che abbiamo visto nelle sale l'altro ieri. Nel 1896 Kamil Serf riprende un pozzo petrolifero in fiamme a Baku, nell'Azerbaijan. Secondo il cineasta Bertrand Tavernier è il primo film ecologista mai realizzato, perché, al di là dell'intenzione del suo autore, rappresenta quel tipo di incidente provocato dall'uomo che ci ha traghettato nell'antropocene. Da allora, decine di pellicole, da *La fine del mondo* a *Gli uccelli* di Hitchcock, da *Avatar* fino al premio Oscar *Nomadland*, hanno affrontato, con gradi di intenzionalità e approssimazione diversi, le tematiche ambientali. Un racconto a ritroso che un po' ci illumina, un po' ci allarma, sicuramente ci emoziona. Proprio come un bel film. (Carlotta Alaura)



## IL CLIMA IN ITALIA NEL 2022

Rapporto Snpa n. 36/2023  
A cura di Snpa  
178 pp., [www.snpambiente.it/2023/07/20/il-clima-in-italia-nel-2022](http://www.snpambiente.it/2023/07/20/il-clima-in-italia-nel-2022)

In Italia il 2022 è risultato l'anno più caldo dal 1961 con un'anomalia media di +1,23 °C rispetto al valore climatologico 1991-2020, superando di 0,58 °C il precedente record assoluto del 2018 e di 1,0 °C il valore del precedente anno 2021. Il 2022 è stato anche l'anno meno piovoso dal 1961, segnando un -22% rispetto alla media climatologica 1991-2020,

con precipitazioni inferiori alla norma (-39%) da gennaio a luglio. Questi i principali dati del rapporto "Il clima in Italia nel 2022", pubblicato dall'Ispra con cadenza annuale dal 2006, che quest'anno diventa un prodotto Snpa. Grazie al coinvolgimento del Sistema nazionale per la protezione ambientale, si arricchisce di approfondimenti sul clima anche a scala regionale e locale, nonché degli aspetti idro-meteo-climatici e meteo-marini più rilevanti dell'anno in esame.

Il rapporto è strutturato in due parti. La prima parte descrive l'andamento del clima nel corso dell'ultimo anno e aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia sulla base di dati, statistiche, indici e indicatori climatici. La seconda parte raccoglie contributi di approfondimento, dalla scala nazionale alla scala locale, sui principali elementi che hanno caratterizzato il 2022: la siccità e la scarsità idrica, il caldo, gli eventi idro-meteo-climatici e meteo-marini significativi.



Ambienteinforma è il notiziario del Sistema nazionale a rete di protezione dell'ambiente (Snpa). Tutti possono ricevere la newsletter compilando il modulo online su [http://bit.ly/iscrizione\\_ambienteinforma\\_snpa](http://bit.ly/iscrizione_ambienteinforma_snpa)

**Arpae Emilia-Romagna** è l'Agenzia della Regione che si occupa di ambiente ed energia sotto diversi aspetti. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli, le valutazioni e gli atti autorizzativi previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale ed educazione alla sostenibilità. Arpae è impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali, affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi. L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Quattro Aree prevenzione ambientale, organizzate in distretti, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare; quattro Aree autorizzazioni e concessioni presidiano i processi di autorizzazione ambientale e di concessione per l'uso delle risorse idriche; una rete di Centri tematici, distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistici; il Laboratorio multisito garantisce le analisi sulle diverse matrici ambientali. Completano la rete Arpae due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici. Il sito web [www.arpae.it](http://www.arpae.it), quotidianamente aggiornato e arricchito, è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali.



### Le principali attività

- › Valutazioni e autorizzazioni ambientali
- › Vigilanza e controllo ambientale del territorio e delle attività dell'uomo
- › Gestione delle reti di monitoraggio dello stato ambientale
- › Studio, ricerca e controllo in campo ambientale
- › Emissione di pareri tecnici ambientali
- › Concessioni per l'uso delle risorse idriche e demaniali
- › Previsioni e studi idrologici, meteorologici e climatici
- › Gestione delle emergenze ambientali
- › Centro funzionale e di competenza della Protezione civile
- › Campionamento e attività analitica di laboratorio
- › Diffusione di informazioni ambientali
- › Diffusione dei sistemi di gestione ambientale

Tutta la mia vita è una storia  
d'amore con la mia anima, con  
la città in cui vivo, con l'albero  
al bordo della strada, con l'aria.  
E sono infinitamente felice.

Marina Cvetaeva