



21/11/2024

Sala PRC 3°p. - Fondazione Edmund Mach  
San Michele all'Adige (TN)

Workshop POLLnet 2024

Il monitoraggio aerobiologico: qualità  
dei dati, valorizzazione e innovazione



## Riassunti

Con il patrocinio di

Forma raccomandata di citazione:

Gottardini E., Selle D., Verardo P. (a cura di) 2024. Il monitoraggio aerobiologico: qualità dei dati, valorizzazione e innovazione. Riassunti del Workshop POLLnet 2024. Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN), 21 novembre 2024, pp 30. <https://hdl.handle.net/10449/87475>



## SALUTO INTRODUTTIVO

Il monitoraggio aerobiologico è parte integrante della valutazione della qualità dell'aria e il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, che opera da sempre per la tutela delle diverse matrici ambientali, realizza attività di monitoraggio indirizzate non solo degli inquinanti atmosferici di origine antropica, ma anche della componente naturale, biologica, del materiale particolato aerodisperso con particolare riferimento a pollini e spore allergenici.

Questa seconda, e meno nota, attività è portata avanti dalla Rete Italiana di Monitoraggio Aerobiologico POLLnet. La rete POLLnet, coordinata da ISPRA e costituita dalle Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente, prende le mosse all'inizio degli anni 2000 e, anche grazie al contributo costante e disinteressato di enti esterni al Sistema come la Fondazione Edmund Mach e l'Università di Roma Tor Vergata, ha operato da allora per un costante allargamento della copertura territoriale, per la promozione della formazione e dell'aggiornamento degli operatori, per migliorare la qualità del dato, per l'accreditamento e per la condivisione delle norme tecniche di riferimento.

La Rete nazionale di monitoraggio aerobiologico è composta, nel 2024, da oltre 60 siti di rilevamento fissi distribuiti sul quasi tutto il territorio nazionale.

Anche in assenza di una norma specifica, la rete POLLnet realizza il monitoraggio quotidiano dei pollini dispersi nell'aria e mette a disposizione degli allergologi e dei pazienti allergici i dati rilevati attraverso bollettini settimanali e un database liberamente consultabile sul nuovo portale POLLnet: <https://pollnet.isprambiente.it/>.

Negli ultimi anni sono in aumento i casi registrati di allergie ai pollini nei centri urbani d'Italia e d'Europa; questa evidenza non può essere spiegata solo da fattori genetici ma va indagata la tendenza delle concentrazioni in aria dei pollini allergenici che, legata alla gestione del verde e alla rapida urbanizzazione e al cambiamento climatico, accresce il numero di persone esposte all'inquinamento atmosferico. Vista la sempre maggiore rilevanza del contributo aerobiologico nelle nostre città, nel 2021 POLLnet è stata inserita tra le reti tematiche permanenti del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Per questo la rete POLLnet è oggi chiamata a fornire un contributo di conoscenza e rigore scientifico per il miglioramento delle condizioni di salute e del benessere generale di tutti gli abitanti del nostro Paese.

Alessandro Di Menno di Bucchianico, ISPRA

*Coordinatore Rete POLLnet SNPA*



L'esigenza di verificare e uniformare l'attività degli esperti di monitoraggio aerobiologico porta, per la quarta volta, gli operatori del settore a riunirsi per discutere i risultati di un test biennale, svolto presso il Laboratorio ARPAV di Mestre che, per la seconda volta, ha un respiro internazionale.

Questo incontro scientifico è dedicato proprio all'importanza della qualità del dato aerobiologico e alle recenti innovazioni nel monitoraggio aerobiologico.

Riunendo esperti del settore, rappresentanti delle agenzie ambientali e delle istituzioni accademiche, l'evento mira a creare uno spazio di scambio di conoscenze ed esperienze, e a stimolare nuove ricerche a beneficio della salute pubblica e della sostenibilità ambientale.

L'incontro rappresenta il momento conclusivo e di restituzione dei risultati della prova di Interconfronto internazionale sui pollini 2024, organizzata dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente di Friuli-Venezia Giulia, Veneto ed Emilia-Romagna. Questa iniziativa offre un'importante occasione di riflessione sugli standard qualitativi dei dati aerobiologici e sul loro utilizzo in contesti applicativi.

Il programma copre inoltre un ampio spettro di tematiche: dalle tecniche avanzate di analisi e interpretazione dei dati aerobiologici alle nuove tecnologie per il monitoraggio in tempo reale, fino alle applicazioni pratiche dei dati per la salute e la sostenibilità urbana. Gli interventi offriranno una panoramica sulle metodologie più innovative e sui risultati di studi recenti, confermando la vitalità e la crescita continua della comunità aerobiologica.

Esprimiamo profonda gratitudine a tutte le relatrici e i relatori per il loro prezioso contributo e per l'entusiasmo con cui partecipano a questa giornata di studio, fondamentale per rafforzare il dialogo e la cooperazione nel settore. Ringraziamo anche tutti i partecipanti, in presenza o da remoto, la cui presenza testimonia l'importanza delle tematiche affrontate e il valore di un approccio condiviso.

Ci auguriamo che questo incontro rappresenti uno strumento di aggiornamento e approfondimento per chi opera nel settore e che possa ispirare nuovi studi e collaborazioni future, contribuendo così al progresso dell'aerobiologia.

### *Il comitato scientifico*

Elena Gottardini, Fondazione Edmund Mach

Damaris Selle, ARPA Veneto

Pierluigi Verardo, ARPA Friuli Venezia Giulia

---

Workshop POLLnet 2024

Il monitoraggio aerobiologico: qualità dei dati, valorizzazione e innovazione

21 novembre, San Michele all'Adige (TN)

## Il monitoraggio aerobiologico: qualità dei dati, valorizzazione e innovazione

21 novembre, San Michele all'Adige (TN)

Fondazione Edmund Mach (FEM), Palazzo della Ricerca e della Conoscenza

7

8:30 – 9:00	<b>Registrazione</b>
9:00 – 9:10	<b>Saluti</b>
9:10 – 9:30	<b>La qualità dell'aria: evidenze, azioni e prospettive</b> Gabriele Tonidandel, APPA TN
9:30 – 9:45	<b>POLLnet: il futuro della rete</b> Alessandro Di Menno Di Bucchianico, ISPRA
9:45-10:00	<b>Aerobiologia nel tempo e nello spazio</b> Alessandro Travaglini, Università di Roma Tor Vergata
10:00-10:15	<b>L'attuazione del monitoraggio aerobiologico in Sicilia: stazioni a confronto</b> Daniela Rinaudello e Pietro Vitale, ARPA Sicilia
10:15-10:45	<b>Mappare l'allergenicità dei pollini dagli alberi urbani: uno strumento per la pianificazione delle infrastrutture verdi</b> <i>Invited speaker:</i> Vicent Calatayud, Fundació CEAM, Spain
<b>10:45 - 11:15</b>	<b><i>Pausa caffè</i></b>
11:15-11:30	<b>Toward the future of pollen monitoring: Bridging science, technology, and public health</b> Laurent Marquer, University of Innsbruck
11:30-11:45	<b>Studio aerobiologico in ambiente alpino</b> Franziska Zemmer, FEM
11:45– 12:45	<b>Illustrazione dei risultati della prova di Interconfronto internazionale su pollini e spore fungine 2024</b> Damaris Selle e Francesca Tomain, ARPAV; Pierluigi Verardo, ARPA FVG; Stefano Marchesi, ARPAE
<b>12.45 - 13:45</b>	<b><i>Pausa pranzo</i></b>
13:45 – 14:15	<b>Visita al sito di monitoraggio aerobiologico di FEM</b>
14:15 – 14:30	<b>News da Vilnius, World Aerobiology 2024</b> Antonella Cristofori, FEM e Magdalena Widmann, APPA BZ
14:30 – 14:45	<b>Il progetto CATS: il monitoraggio aerobiologico real-time in Trentino-Alto Adige</b> Magdalena Widmann, APPA BZ
14:45 – 15:00	<b>Primi risultati dell'analisi PCA (Principal Component Analysis) applicata allo studio della stagione pollinica di <i>Olea europaea</i> nelle Marche</b> Nadia Trobiani e Silvia Bartolacci, ARPAM
15:00 – 15:15	<b>Ambrosia in nord Italia</b> Fabiana Cristofolini, FEM
15:15 – 15:30	<b>Discussione e conclusioni</b>
15:30 – 16:30	<b>Visita della cantina FEM con degustazione</b> Emanuele Eccel, FEM

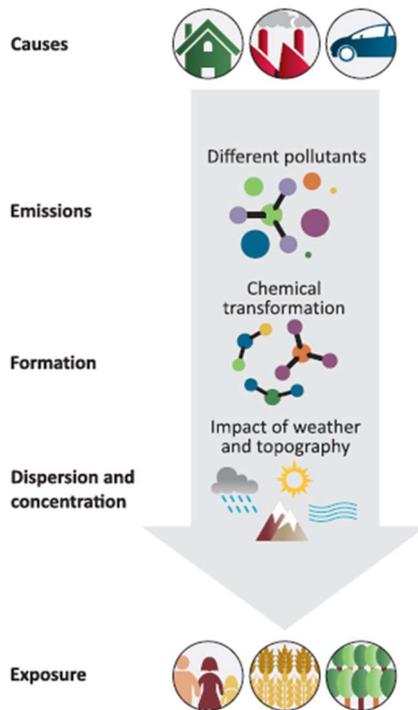


## La qualità dell'aria: evidenze, azioni e prospettive

Gabriele TONIDANDEL<sup>(a)</sup>

(a) Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente della provincia Autonoma di Trento

9



Source: IEA adapted from (EEA, 2016).

La qualità dell'aria in un determinato territorio è la risultante di più variabili, le principali delle quali sono la quantità di inquinanti emessi e le condizioni meteorologiche e orografiche che ne determinano le modalità di dispersione e le conseguenti concentrazioni potenzialmente respirate dalla popolazione.

La conoscenza della quantità degli inquinanti emessi è quindi un aspetto molto rilevante sia per la corretta individuazione delle attività che più di altre impattano o possono impattare sulla qualità dell'aria presente in un territorio, sia per meglio comprendere le dinamiche descritte dai dati del monitoraggio. Importante quindi disporre, oltre ai dati del monitoraggio, di informazioni riguardanti la stima delle emissioni, suddivise per inquinanti e relativo macrosettore di

attribuzione.

In termini generali e pur con delle differenze, talvolta anche importanti, fra aree e territori diversi, la qualità dell'aria risulta da molti anni in costante miglioramento, con valori di concentrazione per tutti i principali inquinanti che la descrivono, ad eccezione dell'ozono, in significativa diminuzione.

Ciò è stato possibile grazie alla concomitanza di tanti fattori, a cominciare da quello tecnologico che ha messo a disposizione soluzioni sempre più efficienti e meno inquinanti, cui si sono contestualmente affiancate, a vario livello, atti normative e importanti politiche di risanamento.

In questo contesto di una qualità dell'aria sempre migliore, nel settembre 2021 l'OMS ha comunque ritenuto di dover aggiornare le sue linee guida sulla base di nuove evidenze e prove scientifiche

riguardanti gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, proponendo valori di riferimento per gli inquinanti in aria molto più bassi rispetto a quelli sino a quel momento considerati adeguati. A queste linee guida si così è ispirata la riscrittura della normativa europea, di recente approvazione, che in coerenza con il piano d'azione per l'inquinamento zero, si prefigge come obiettivo al 2050 il raggiungimento di livelli di inquinamento non più considerati dannosi per la salute e gli ecosistemi naturali.

## POLLnet: il futuro della rete

Alessandro DI MENNO di BUCCHIANICO, ISPRA<sup>(a)</sup>

*(a) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA*

11

Oltre venti anni fa, ISPRA e le Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente hanno dato vita alla rete italiana di monitoraggio aerobiologico POLLnet. Oggi la rete è formata da 64 stazioni di monitoraggio distribuite in 18 regioni italiane.

Da allora, anche in assenza di una norma specifica, le Agenzie del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) hanno effettuato costantemente il monitoraggio dei pollini dispersi in aria e messo a disposizione della comunità scientifica, dei medici allergologi e dei pazienti allergici i dati rilevati attraverso bollettini settimanali e con un database liberamente consultabile sul portale open data raggiungibile dalla home page del portale POLLnet, recentemente rinnovato (<https://pollnet.isprambiente.it/>).

I pollini e le spore aerodispersi sono una componente di materiale particolato e come questo vengono raccolti e misurati dalle Agenzie ambientali, da centri universitari ed enti di ricerca. È di questi giorni, il via libera definitivo del Consiglio UE alla nuova direttiva sulla qualità dell'aria, che aggiorna gli standard comunitari ma non contempla, ancora, l'obbligo di monitoraggio della componente biologica del particolato. Ciò dovrà spingere la comunità degli aerobiologi a ribadire l'importanza, nella valutazione della qualità dell'aria, oltre che degli aspetti fisici e chimici della troposfera, anche di quelli biologici.

L'informazione prodotta dalle reti per il monitoraggio aerobiologico è utile in primo luogo a chi, come gli allergici, i medici allergologi, è interessato principalmente al dato giornaliero e alle previsioni settimanali di concentrazione pollinica. Ma questi dati sono potenzialmente di grande interesse per politici e amministratori locali che definiscono le regole per la progettazione e la corretta gestione degli spazi verdi urbani.

Deve essere tuttavia chiaro che, per fornire un'informazione aerobiologica accurata, è fondamentale disporre di un sistema di punti di misura locali, disposti a rete, che raccolgano e analizzino i campioni tutti i giorni dell'anno secondo standard internazionali condivisi.

A questo scopo, nei prossimi anni l'impegno di POLLnet sarà quello di consolidare e allargare la rete di stazioni, di migliorare l'integrazione con sistemi modellistici e previsionali, come il servizio Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) dell'ECMWF, che si stanno affermando in questi ultimi anni, di definire attraverso studi mirati, criteri di calcolo degli indicatori e di rappresentatività del dato, condivisibili a livello comunitario.

## Aerobiologia nel tempo e nello spazio

Alessandro TRAVAGLINI<sup>(a)</sup>, Maria Antonia BRIGHETTI<sup>(a)</sup>, Denise DE FRANCO<sup>(a,b)</sup>, Raffaella Gaddi<sup>(c)</sup>, Alessandro DI MENNO di BUCCHIANICO<sup>(c)</sup>

*(a) Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Via della Ricerca Scientifica 1, 00133 Roma, Italia*

*(b) Dottorato di ricerca in Biologia Evoluzionistica ed Ecologia, Dipartimento di Biologia, Università di Roma Tor Vergata, Via della Ricerca Scientifica 1, 00133 Roma, Italia*

*(c) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma, Italia*

Il polline, e il suo studio attraverso l'aerobiologia, permette di condurre analisi nel tempo e nello spazio, relative alle condizioni ambientali che ne influenzano la produzione, il rilascio e la dispersione.

La possibilità di utilizzare il monitoraggio aerobiologico come strumento di controllo dei cambiamenti climatici o della composizione floristico-vegetazionale del territorio, siano essi di origine naturale o antropica, dipende dalla disponibilità di lunghe serie di dati continui e di qualità.

La presenza di diverse stazioni di monitoraggio fisse nelle aree metropolitane permette di verificare i cambiamenti di uso del suolo attraverso la variazione di APIn di diverse famiglie o generi (tipi di polline).

Il Centro di monitoraggio dell'Università di Roma "Tor Vergata" ha iniziato la sua attività nel 1996, in un'area della città che ha subito grandi trasformazioni. Dal 1999, il Centro ha progressivamente aumentato la copertura del territorio urbano attivando altri punti di monitoraggio, a nord sulla Cassia presso l'ospedale S. Pietro FBF, a sud-ovest presso l'ospedale S. Eugenio, nel centro di Roma, presso il Collegio Romano e, più recentemente, in altri due punti, uno presso i Musei Vaticani e uno sui Monti Simbruini.

L'uso del campionatore volumetrico portatile permette di effettuare misurazioni precise in contesti particolari, come i siti archeologici (in passato, ad esempio, al Foro di Traiano, oggi alle Mura Aureliane).

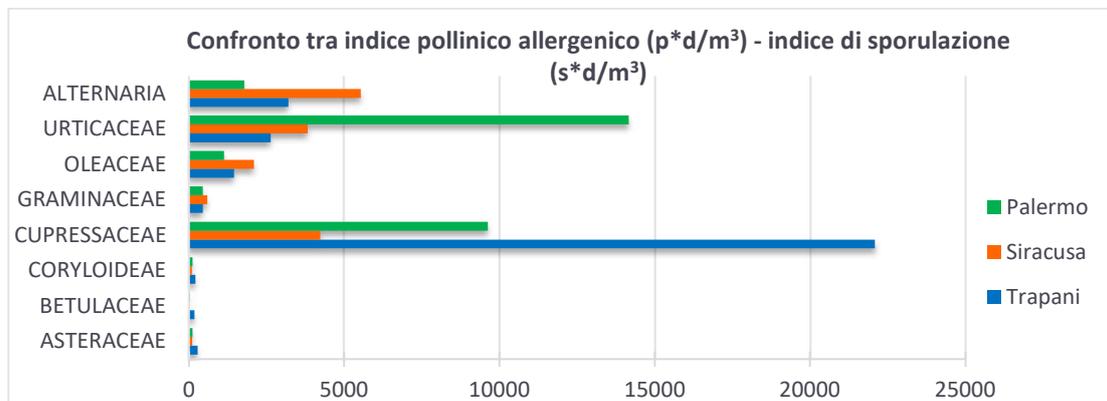
L'osservazione fenologica accompagna e completa il monitoraggio aerobiologico, permettendo non solo di affinare le informazioni, ma anche di verificare l'effettiva aderenza del campionatore al territorio.

## L'attuazione del monitoraggio aerobiologico in Sicilia: stazioni a confronto

Daniela RINAUDELLO<sup>(a)</sup>, Pietro VITALE<sup>(a)</sup>

(a) ARPA Sicilia

Il monitoraggio ambientale sulla matrice aria condotto da ARPA Sicilia si prefigge di valutarne la qualità non solo in termini di alterazione chimica e chimico-fisica, ma anche in termini di indagine qualitativa e quantitativa della composizione del bioaerosol con particolare attenzione ai pollini e alle spore fungine. Nel 2020 ARPA Sicilia ha iniziato il monitoraggio aerobiologico a Trapani e nel 2021 a Siracusa. L'anno successivo è stata attivata la stazione di Palermo e quest'anno la stazione di Agrigento. Mettendo a confronto gli indicatori pollinici calcolati per le tre stazioni siciliane (Palermo, Trapani e Siracusa), per l'anno 2023 si evince che sia l'Indice Pollinico Annuale che l'Indice Pollinico Allergenico mostrano un valore più alto nella stazione di Trapani rispetto a Palermo e Siracusa, dove i valori degli indici sono considerevolmente più bassi rispetto a quelli delle altre due città. I granuli pollinici appartenenti alle famiglie delle Cupressaceae e delle Urticaceae risultano essere quelli presenti nelle maggiori concentrazioni in tutte le stazioni.



Confrontando i dati ottenuti dal monitoraggio aerobiologico nelle tre stazioni siciliane, possiamo affermare che per l'anno 2023, a Trapani e a Palermo si sono registrati livelli di concentrazione pollinica superiori rispetto a Siracusa. Al contrario le spore di *Alternaria* sono maggiormente presenti a Trapani e Siracusa rispetto a Palermo. Per quanto riguarda il numero di "giorni rossi", nella stazione di Palermo vengono registrate 162 giornate, a Siracusa 73 e a Trapani 65. Le cause cui

poter attribuire buona parte della differenza nei valori di concentrazione sporopollinica tra le città di Palermo, Trapani e Siracusa possono essere ricercate nella geolocalizzazione della stazione di monitoraggio. Ciò determina infatti sia differenti condizioni meteorologiche delle tre aree di indagine che, al contempo, differenze di vegetazione presente nei territori monitorati.

## Mappare l'allergenicità dei pollini dagli alberi urbani: uno strumento per la pianificazione delle infrastrutture verdi

Vicent CALATAYUD <sup>(a)\*</sup>, Paloma CARIÑANOS <sup>(b)</sup>

(a) *Fundación CEAM, Spagna.*

(b) *Departamento de Botánica. Andalusian Institute for Earth System Research (IISTA-CEAMA).  
Universidad de Granada, Spagna.*

La vegetazione urbana offre molti benefici ai cittadini ma ha anche disservizi associati come l'allergenicità dei pollini. Le allergie ai pollini colpiscono il 40% della popolazione europea, un problema che sarà esacerbato dal cambiamento climatico. Studiamo le caratteristiche allergeniche degli alberi urbani e dei parchi urbani della città di Valencia. Il valore dell'allergenicità potenziale (VPA) è stato calcolato per tutte le specie. Gli alberi allergenici più abbondanti con un VPA molto alto sono stati i cipressi, mentre il *Platanus x hispanica* e le specie dei generi *Morus*, *Acer* e *Fraxinus* hanno mostrato un VPA elevato. Al contrario, *Citrus x aurantium*, *Melia azedarach*, *Washingtonia* spp., *Brachychiton* spp. e *Jacaranda mimosifolia* erano tra gli alberi a bassa allergenicità più abbondanti. Il VPA è stato mappato per la città ed è stata applicata un'analisi degli hotspot per identificare le aree di clustering di valori VPA alti e bassi. Questa analisi geostatistica fornisce una rappresentazione completa dei modelli di VPA, molto utile per la pianificazione delle infrastrutture verdi urbane. L'Indice di Allergenicità della Zona Verde Urbana (IUGZA) è stato calcolato anche per i principali parchi della città. La componente della flora subtropicale e tropicale comprendeva molte specie entomofile e la quota più bassa di alberi ad alta e altissima allergenicità rispetto alle componenti mediterranee e temperate. Alcune di queste specie, che sono comuni in città, possono anche essere molto appropriate per il clima futuro, data la loro tolleranza alla siccità e alle alte temperature. Nel complesso, una diversificazione delle specie arboree che eviti gruppi di alberi ad alto VPA e la priorità delle piante con un basso VPA sono buone strategie per ridurre al minimo l'impatto degli alberi urbani sulla salute umana.

# Toward the future of pollen monitoring: Bridging science, technology, and public health

Laurent MARQUER<sup>(a)</sup>, Lukas DIRR<sup>(a)</sup>, Friederike WESTRICH<sup>(a)</sup>

*(a) Department of Botany, University of Innsbruck, Austria*

Pollen monitoring involves the collection, identification, and quantification of airborne pollen to track its distribution, concentration, and seasonal patterns. Analyzing these data provides insights into seasonal pollen variations, informs allergy risk forecasts, and reveals the impacts of climate change on pollen production. This talk will address three core aspects of pollen monitoring. First, we will examine how climate change influences pollen production and extends pollen seasons, leading to increased public health challenges. Second, we will explore technological advancements, including deep learning tools for automated pollen and spore identification, which aim at are improving monitoring accuracy and efficiency. Finally, we discuss the application of pollen monitoring to support allergy sufferers and guide policymakers, especially concerning the spread of invasive allergenic species. By connecting cutting-edge research with public health practices, this presentation highlights critical strategies to mitigate pollen-related health risks in a rapidly changing environment.

## Studio aerobiologico in ambiente alpino

Franziska ZEMMER<sup>(a,b)</sup>, Antonella CRISTOFORI<sup>(a,b)</sup>, Fabiana CRISTOFOLINI<sup>(a)</sup>, Elena GOTTARDINI<sup>(a,b)</sup>

*(a) Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Italy.*

*(b) National Biodiversity Future Center, Palermo, Italy*

18

L'aerobiologia può riflettere gli effetti dei cambiamenti globali sulla biodiversità vegetale, ma pochi studi si concentrano sulla biodiversità pollinica in ambienti alpini. Il progetto ALPoll intende contribuire alla conoscenza sulla biodiversità vegetale tramite il volo pollinico.

La letteratura mostra che il bioma alpino presenta pollini da fonti locali, regionali e a lunga distanza, ma le interpretazioni sulle scale di provenienza sono soggettive. Proponiamo la seguente standardizzazione: a) fonti locali (0-2 km), b) fonti regionali (2-200 km), c) fonti da lunga distanza (200-2000 km).

Per mettere in relazione il volo pollinico con la vegetazione, nel 2022 sono stati installati dei campionatori gravimetrici in quattro rifugi del Trentino: rifugio Larcher al Cevedale, rifugio Altissimo, rifugio Val di Fumo e rifugio Rosetta. Il bioaerosol è stato analizzato tramite microscopia ottica e eDNA metabarcoding. Contemporaneamente, la flora e la vegetazione sono state valutate: i) in un cerchio di 10 m di raggio dal campionatore; ii) in 5 plot randomizzati di 2 x 2 m entro il raggio di 100 m dal campionatore; iii) in un transetto di 1000 x 2 m dal campionatore.

Nella vegetazione dei plot nelle praterie alpine del rif. Larcher abbiamo trovato 46 taxa di piante vascolari. Dieci taxa registrati nell'analisi della vegetazione non erano rappresentati come pollini nei campioni d'aria. Il campione d'aria, invece, presentava 13 taxa provenienti da fonti non locali.

Oltre al noto ruolo dei pollini allergenici aerodispersi sulla salute umana, evidenziamo qui che i pollini nell'aria possono essere utili per valutare la biodiversità vegetale. La flora locale dell'ambiente alpino aperto, dominata dalle Poaceae, è ben rappresentata nello spettro dei pollini aerodispersi. Tuttavia, esiste una frazione di biodiversità remota trasportata dai venti da altitudini inferiori e/o da distanze maggiori fino al sito di campionamento.

Questo dimostra che i pollini aerodispersi possono essere utili per valutare la biodiversità vegetale in ambiente alpino, anche di origine remota, evidenziando la presenza di taxa pollinici provenienti da sorgenti non locali, trasportati dai venti.

Questo studio è stato realizzato con il supporto di NBFC alla Fondazione Edmund Mach, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, PNRR, Missione 4 Componente 2, “Dalla ricerca all'impresa”, Investimento 1.4, Progetto CN00000033.

## Illustrazione dei risultati della prova di Interconfronto internazionale su pollini e spore fungine 2024

Damaris SELLE<sup>(a)</sup>, Francesca TOMAIN<sup>(a)</sup>, Pierluigi VERARDO<sup>(b)</sup>, Stefano MARCHESI<sup>(c)</sup>

*(a) ARPA Veneto*

*(b) ARPA Friuli Venezia Giulia*

*(c) ARPAE Emilia Romagna*

Nel corso del 2024 è stata effettuata una prova di interconfronto relativa al riconoscimento di 29 taxa pollinici (oltre alle categorie “Pollini Non Identificati” e “Altri Pollini”) e delle spore fungine di Alternaria per operatori che svolgono attività nell’ambito del monitoraggio aerobiologico, sia presso Agenzie ambientali nazionali (44 in questa prova, afferenti a 13 distinte realtà territoriali), che in altre strutture nazionali (5) e internazionali (4): il totale degli operatori coinvolti è stato di 53.

I risultati sono stati analizzati in due fasi distinte. Da un lato, la distribuzione dell’insieme di letture dei taxa da parte di tutti gli operatori è stata analizzata statisticamente allo scopo di valutare la capacità di riconoscimento dei taxa specifici: questo approccio serve per mettere in evidenza la presenza di eventuali taxa “critici” in funzione della variabilità delle letture e degli errori principali che le caratterizzano.

Nel complesso, 11 taxa soddisfano il criterio minimo per poter analizzare statisticamente la distribuzione delle letture e per 5 di questi la variabilità è accettabile sulla base del coefficiente di variazione. Per quanto riguarda i rimanenti, 3 sono caratterizzati da percentuali di errori abbastanza basse, mentre per gli altri 3 la percentuale di errori è particolarmente elevata e al di sopra di quella “fisiologica”. Certamente la complessità del vetrino scelto per questo interconfronto è stata la causa del risultato non particolarmente brillante.

D’altra parte, sono stati anche utilizzati una serie di indicatori con l’obiettivo specifico di valutare la performance del singolo operatore attribuendo a ciascuno un punteggio ricavato dalla somma dei singoli indicatori. Questo approccio è partito dalla individuazione di un panel di tre lettori esperti fra

quelli che hanno partecipato alla prova, e la media delle letture di questi operatori ha rappresentato il gold standard rispetto al quale sono stati calcolati gli indicatori.

Nel complesso 39 operatori hanno raggiunto una valutazione “soddisfacente”, mentre 11 operatori raggiungono il risultato “discutibile”. Nessun operatore ricade nella categoria peggiore, quella con una valutazione complessiva delle letture considerato “non soddisfacente”.

Si è valutato lo z-score per ciascun taxon riconosciuto dagli operatori: su 750 z-score calcolati solo 18 sono risultati “non soddisfacenti” (2,4%) e 48 sono risultati “discutibili” (6,4%). Il 91.2% è risultato “soddisfacente”.

Si sono riportati in tabella i risultati di ogni operatore, classificandoli secondo le quattro classi di concentrazione associate ai rispettivi quattro colori di classificazione POLLnet, come se il vetrino fosse stato un campione reale.

## News da Vilnius, World Aerobiology 2024

Antonella CRISTOFORI<sup>(a, b)</sup>, Magdalena WIDMANN<sup>(c)</sup>

*(a) Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Italia*

*(b) National Biodiversity Future Centre, Palermo, Italia*

*(c) L'Agenzia per l'Ambiente e la Protezione del Clima, Laives, Italia*

22

L'evento del World Aerobiology 2024 si è tenuto a Vilnius dal 1 al 5 luglio 2024 ed ha riunito tre importanti simposi: VIII simposio europeo sul l'aerobiologia, XII congresso internazionale di aerobiologia e V conferenza internazionale sull'ambrosia. La manifestazione ha attirato 202 esperti provenienti da 31 paesi, per presentare e discutere i più recenti progressi nel campo del l'aerobiologia. I partecipanti italiani erano 14, da 2 istituzioni estere e 7 italiane, dalle quali sono state portate un totale di 15 presentazioni orali e 6 poster (in totale più del 8% dei 252 contributi al congresso). Il programma dell'incontro è stato molto ricco, coprendo una vasta gamma di argomenti relativi alle particelle biologiche in sospensione e alle loro implicazioni per la salute umana, gli ecosistemi e i cambiamenti climatici, facilitando lo scambio di risultati di ricerca innovativi e promuovendo discussioni sulle sfide emergenti nella comprensione del comportamento dei bioaerosol. I partecipanti hanno avuto l'opportunità di partecipare a workshop aperti, incentrati su progetti internazionali di aerobiologia come AutoPollen (<https://autopollen.net>), Sylva (<https://sylva.bioaerosol.eu>), EO4EU (<https://www.eo4eu.eu>), Adopt (<https://adopt-bioaerosol.eu>) e altri, fornendo preziose informazioni sull'attuazione pratica di idee innovative e sottolineando l'importanza degli sforzi collaborativi per far progredire la ricerca sul bioaerosol. L'evento ha visto un'integrazione dell'intelligenza artificiale, che ha partecipato attivamente alle discussioni ascoltando i relatori e ponendo domande approfondite. Durante le pause, sono state suonate canzoni generate dall'IA, con testi elaborati a partire dal contenuto delle presentazioni. Era presente anche un'area espositiva che ha presentato le aziende più importanti del settore dell'aerobiologia, mostrando i prodotti, i servizi e le innovazioni più recenti. Il seminario interattivo di Swisens, che è stato lo sponsor principale dell'evento, è stato particolarmente interessante, i ricercatori hanno potuto conoscere meglio il dispositivo Poleno e le sue potenziali applicazioni, mentre il produttore

---

Workshop POLLnet 2024

Il monitoraggio aerobiologico: qualità dei dati, valorizzazione e innovazione

21 novembre, San Michele all'Adige (TN)

ha ricevuto riscontri sulle preferenze dei consumatori. Nell'ambito dei simposi sono stati inoltre eletti come presidenti Paul Beggs per l'Associazione Internazionale di Aerobiologia (IAA) e Athanasios Damialis per la Società europea di Aerobiologia (EAS) ed il riconoscimento di membri onorari è andato a Bernard Clot, Giuseppe Frenguelli, Jordina Belmonte e Letty de Weger.

## Il progetto CATS: il monitoraggio aerobiologico real-time in Trentino-Alto Adige

Magdalena WIDMANN<sup>(a)</sup>, Fabiana CRISTOFOLINI<sup>(b)</sup>, Antonella CRISTOFORI<sup>(b,c)</sup>, Veronika KOFLER<sup>(a)</sup>,  
Elena GOTTARDINI<sup>(b,c)</sup>

(a) *L'Agenzia per l'Ambiente e la Protezione del Clima, Via Sottomonte, 2, 39055 Laives, Italia*

(b) *Centro di ricerca e innovazione, Fondazione Edmund Mach (FEM), Via Edmund Mach, 1, 38098 San Michele all'Adige, Italia*

(c) *National Biodiversity Future Centre, Piazza Marina, 61, 90133 Palermo, Italia*

I recenti progressi tecnologici hanno facilitato lo sviluppo di apparecchi per il monitoraggio automatico dei pollini, che potenzialmente superano le molte limitazioni di quelli manuali di tipo Hirst. Il loro vantaggio è la capacità di fornire dati in tempo reale e ad alta risoluzione temporale. Per questo, alcuni analizzatori automatici sono già stati integrati nelle reti di monitoraggio pollinico. Un esempio di campionatore automatico è il SwisensPoleno Mars, costituito da un citometro a flusso con un volume costante di aria aspirata di 40 L/min. Quando una particella viene rilevata nel flusso, vengono scattate due immagini olografiche (risoluzione pixel di 0,595 µm) da fotocamere innescate da un laser in linea. Le informazioni contenute nelle immagini prodotte vengono poi analizzate da un modello, fornito dal produttore dello strumento, che attraverso il machine learning classifica le diverse particelle polliniche presenti nell'aria prevedendo il taxon. L'Agenzia per l'Ambiente e la Protezione del Clima della Provincia di Bolzano (BZ) e il Centro di Ricerca e Innovazione della Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige (TN) hanno recentemente acquistato due campionatori di questo tipo. La presenza dei due apparecchi automatici in due località tra loro vicine ha motivato una cooperazione tra le due istituzioni, e a partire dall'aprile 2023 è stato lanciato il progetto di collaborazione CATS (Classification Adaptation Trentino-Südtirol). Attualmente il modello in uso è stato sviluppato in Svizzera ed addestrato su 14 diversi tipi di polline. L'obiettivo del progetto CATS è di adattare e implementare il modello fornito dal produttore in base alla composizione floristica specifica di queste aree geografiche. Pertanto, i partner del progetto hanno raccolto polline da diverse specie di piante (*Ambrosia*, *Artemisia*, *Betula*, *Dactylis*, *Fraxinus*, *Olea*, *Ostrya*, *Poaceae*). Ciascun campione è stato raccolto da almeno tre piante il polline puro di ciascuna specie è stato

analizzato acquisendo almeno 5000 immagini per specie. Il data set pulito è stato quindi fornito al produttore dello strumento per costruire un modello con maggiori prestazioni di classificazione, anche grazie all'utilizzo dei dati pollinici storici rilevati in parallelo da campionatori di tipo Hirst. È previsto che il nuovo modello CATS sarà pronto per l'utilizzo entro la fine del 2024.

## Primi risultati dell'analisi PCA (Principal Component Analysis) applicata allo studio della stagione pollinica di *Olea europaea* nelle Marche

Nadia TROBIANI<sup>(a)</sup>, Silvia BARTOLACCI<sup>(a)</sup>

(a) ARPA Regione Marche

Lo studio nasce con l'intento di monitorare la complessità dei fenomeni legati agli eventi estremi del clima, che ultimamente stanno accadendo molto frequentemente, e le risposte botaniche che si traducono in mutamenti nella varietà vegetazionali sia nei quantitativi che nelle tipologie di pollini aerodispersi, ma soprattutto nelle anomalie delle stagioni di fioritura.

Semplificare l'enorme quantitativo di dati generati dalle nostre centraline di monitoraggio aerobiologico con uno storico di 15 anni, è stato l'input per avviare l'indagine rivolta al cambiamento vegetazionale di uno specifico territorio negli anni. L'analisi contestuale delle migliaia di dati per poi semplificarne l'informazione, è stata la chiave di volta per l'applicazione di una tecnica statistica capace di ridurre la dimensionalità delle variabili. La tecnica matematica scelta è stata la: Principal Component Analysis (PCA).

La PCA è una tecnica statistica di analisi multivariata ampiamente utilizzata in moltissimi ambiti, oltre a quello matematico, ed ha lo scopo primario di esprimere in forma sintetica l'azione sinergica di un insieme di variabili: da un set di informazioni iniziali, si costruisce un nuovo insieme di dati riducendo il numero di variabili, le Componenti Principali, mantenendo la maggior parte delle informazioni. La proiezione delle variabili originali su un numero inferiore tra loro non correlate, è ottenuta attraverso opportune trasformazioni mantenendo la varianza totale.

Sappiamo che le condizioni climatiche ed ambientali stanno influenzando i processi biologici delle fasi vegetative (induzione fioritura, produttività pollinica, riproduzione, fruttificazione), analizzando perciò fase per fase e relazionarle alle variabili climatiche, possono fornire preziose informazioni sulla complessa relazione tra pollini e clima.

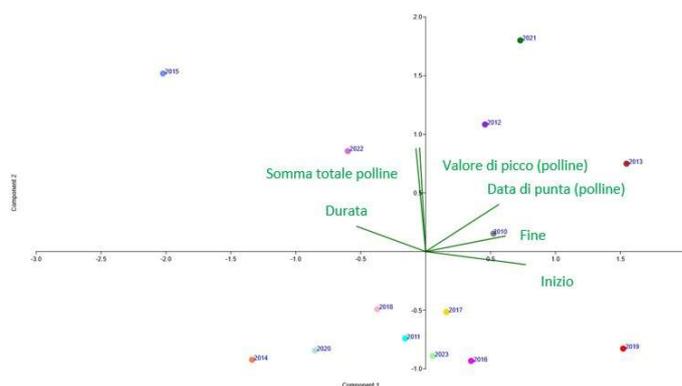
Il clima gioca un ruolo fondamentale sulle emissioni di pollini durante l'antesi delle piante anemofile, in atmosfera prevalgono i pollini di queste piante. La pollinazione dipende dalle condizioni

climatiche, mentre le condizioni meteorologiche (vento, irraggiamento, turbolenza dell'aria, pioggia e umidità) influiscono sulla fluttuazione della concentrazione atmosferica.

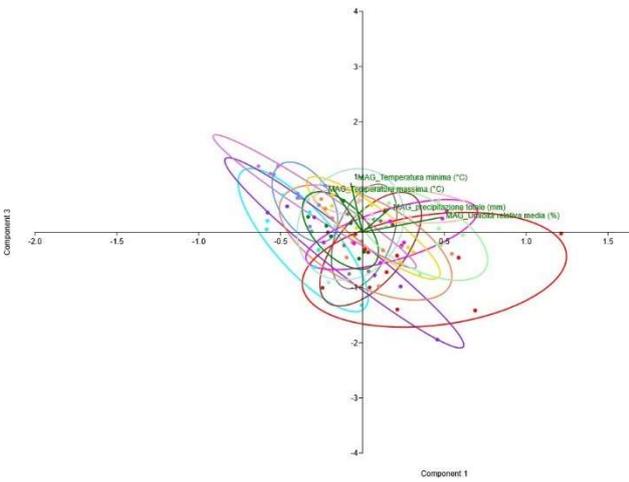
Lo scopo del lavoro è stato, quindi, quello di indagare tramite la PCA quali fra le variabili climatiche considerate, siano maggiormente legate alle grandezze aerobiologiche relative alla *Olea* in diversi periodi dell'intera stagione pollinica. È stato scelto in modo particolare il Taxon *Olea* europea, serie storica molto versatile in campo sanitario e ambientale ma anche legato alla produzione agronomica. La serie storica di quasi 15 anni ha fatto evidenziare le variazioni stagionali del contenuto atmosferico di questo particolare polline con interessanti ripercussioni anche sulla produttività agronomica. Ciò è avvenuto tramite un processo di proiezione delle variabili su un piano cartesiano nel quale le variabili vengono ordinate in ordine decrescente rispetto alla varianza. La PCA consente anche di controllare il "trade-off" tra la perdita di informazioni e la semplificazione del problema.

Nello specifico, si analizzano le relazioni fra variabili quantitative che descrivono l'andamento della stagione pollinica e variabili climatiche. Le misurazioni dei pollini provengono da una delle quattro stazioni di monitoraggio aerobiologico ARPA Marche, quello con un data set più corposo di Castel di Lama (AP5). Le variabili climatiche correlate a quelle polliniche sono derivate da una vicina stazione agrometeorologica di AMAP Marche.

### Scatter plot per le variabili relative alle stagioni polliniche dell'*Olea* europea



### Scatter plot per le variabili meteo (umidità, precipitazione totale, temperatura massima, temperatura minima)



Il lavoro è stato effettuato in collaborazione tra:

ARPA MARCHE (DATI AEROBIOLOGICI) – AMAP (DATI METEOROLOGICI) - LUCIA CIARROCCHI (TESISTA MATEMATICA UNIV. CAMERINO)

Nadia Trobiani (ARPA Regione Marche)

Bartolacci Silvia (ARPA Regione Marche)

Olivieri Filippo (ARPA Regione Marche)

Tognetti Danilo (AMAP Regione Marche)

## Ambrosia in nord Italia

Fabiana CRISTOFOLINI<sup>(a)</sup>, Magdalena WIDMANN<sup>(b)</sup>, Irene GALLAI<sup>(c)</sup>, Patrizia ANELLI<sup>(d)</sup>, Maira BONINI<sup>(e)</sup>, Antonella CRISTOFORI<sup>(a)</sup>, Elena GOTTARDINI<sup>(a)</sup>, Stefania LAZZARIN<sup>(f)</sup>, Cecilia SCARINZI<sup>(g)</sup>, Damaris SELLE<sup>(h)</sup>, Francesca TASSAN-MAZZOCCO<sup>(i)</sup>, Pierluigi VERARDO<sup>(l)</sup>

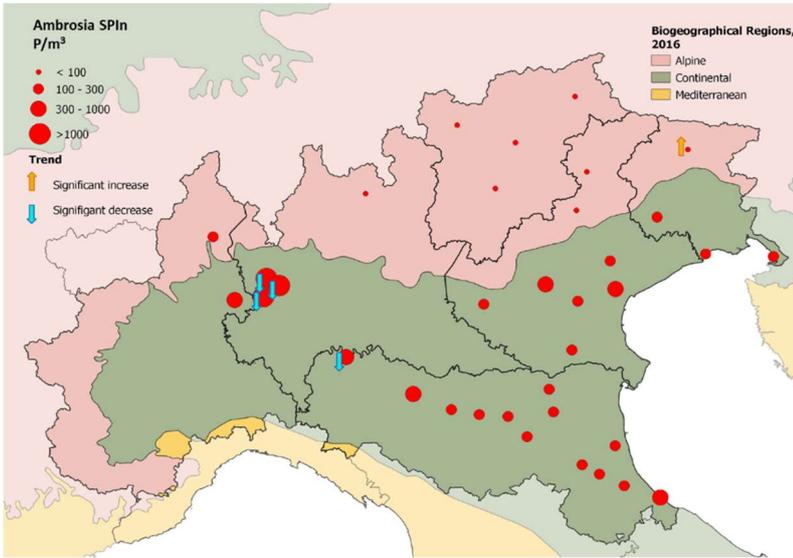
- (a) Centro Ricerca ed Innovazione, Fondazione Edmund Mach (FEM), San Michele all'Adige, TN, Italia
- (b) L'Agenzia per l'Ambiente e la Protezione del Clima, Laives, Italia
- (c) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli-Venezia Giulia, Palmanova, Italia
- (d) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente dell'Emilia-Romagna, Rimini, Italia
- (e) Servizio di Igiene e Sanità Pubblica, ATS città metropolitana di Milano, Milano, Italia
- (f) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto, Vicenza, Italia
- (g) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Piemonte, Torino, Italia
- (h) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto, Belluno, Italia
- (i) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli-Venezia Giulia, Trieste, Italia
- (j) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli-Venezia Giulia, Pordenone, Italia

Scopo di questo studio è analizzare i cambiamenti spaziali e temporali del polline di ambrosia nel Nord Italia nel periodo 2000 - 2023. *Ambrosia artemisiifolia* (ambrosia comune) è una specie invasiva esotica originaria del Nord America che predilige habitat antropogenici, ha la capacità di adattarsi a diverse condizioni climatiche ed il suo polline è altamente allergenico. Lo studio ha coinvolto 35 stazioni di monitoraggio, includendo l'area continentale attorno a Milano e la pianura padana, riconosciute come zone geografiche ad elevato rischio di esposizione al polline di ambrosia, e zone alpine ove la pianta è meno diffusa. I primi risultati sono stati presentati al "World Aerobiology 2024" di Vilnius.

I risultati principali sono tre: (i) gli integrali della stagione pollinica principale (SPIn) sono sensibilmente più elevati nell'area continentale rispetto a quella alpina, ma l'andamento stagionale è simile, con la data di picco coincidente al valore mediano di DOY=244; (ii) l'analisi dei quantitativi, relativi sia a SPIn sia al picco, evidenzia trend significativi di diminuzione per le stazioni di Magenta, Legnano, Rho, Piacenza (SPIn), Novara, Omegna, Sondrio (SPIn e valore di picco); i quantitativi sono in aumento per la sola stazione di Tolmezzo (SPIn e valore di picco); (iii) l'introduzione accidentale dell'insetto oligofago *Ophraella communa*, osservato per la prima volta in Lombardia nel 2013, con la sua azione diserbante sulle popolazioni di ambrosia, può spiegare la diminuzione del carico

pollinico nelle stazioni sopra riportate, ove le differenze di concentrazioni polliniche risultano significative nell'analisi before (2000-2012) - after (2013-2023).

Considerando la diffusione di polline di Ambrosia, è di fondamentale importanza monitorare continuamente questa pianta invasiva e il suo polline, per la salute umana e la protezione dell'ambiente, in una prospettiva ampia e inclusiva di One Health.



Dislocazione delle stazioni di monitoraggio aerobiologico, integrale pollinico della stagione principale e trend temporale (2000-2023).