

## Aerobiologia e Allergie Occupazionali

*Utilizzo di sistemi ottici real-time per la caratterizzazione dell'aerosol atmosferico: vantaggi e svantaggi*

Numerosi studi hanno evidenziato che la **composizione** dell'**aerosol atmosferico** è **influenzata** sia da **fenomeni naturali** (*dust* desertico, emissioni eruttive, evaporizzazione acqua), che da **azioni antropiche** (emissioni inquinanti in atmosfera da traffico veicolare, industriale ecc.), oltre che da numerosi altri **fattori chimici, fisici e biologici**.



a)



b)

Immagine a): Pasquale Samele;  
b): Banca dati immagini Inail

Gli **elementi** che compongono l'aerosol atmosferico **differiscono** fra loro per **proprietà chimiche, fisiche** (dimensione, densità, forma, composizione) e **biologiche** (pollini, spore, batteri, virus).

Dal punto di vista **fisico, dimensione e forma influenzano** la **modalità** con cui queste **particelle** entrano in contatto con l'**apparato respiratorio** umano, mentre la **natura** e la **composizione** ne **determinano** la **reazione** (immediata: difficoltà respiratoria, irritazione, **allergia**; ritardata: infezioni, infiammazioni).

Poiché lo **studio** delle **caratteristiche** dell'aerosol, è diventato **fondamentale** per la **salute umana**, degli **animali** e dell'**ecosistema** in generale, ad oggi sono **diverse** le **strumentazioni** **utilizzate** così come le **tecniche** di **campionamento** e di **analisi**.

In particolare sono sempre più utilizzati **sistemi** di **campionamento *real-time***, sia per le **particelle inerti** che per quelle di **natura biologica**.



*Campionatori di (bio)aerosol.*

*Immagine a), b): Pasquale Samele*

L'utilizzo di **sistemi *real-time*** consente di avere una **stima in tempo reale** dei **corpuscoli** presenti nell'aria. In generale le strumentazioni *real-time* **contano il numero di particelle** e ne **rilevano dimensioni** e altre **caratteristiche specifiche** (asfericità, fluorescenza).

L'informazione **optoelettronica** viene **trasformata** in **informazione alfanumerica**, costituita da una **matrice di variabili** che ne **descrivono** tanto la **forma** e le **dimensioni** quanto il **comportamento fluorescente** attraverso l'eccitazione su **più bande di frequenza**.

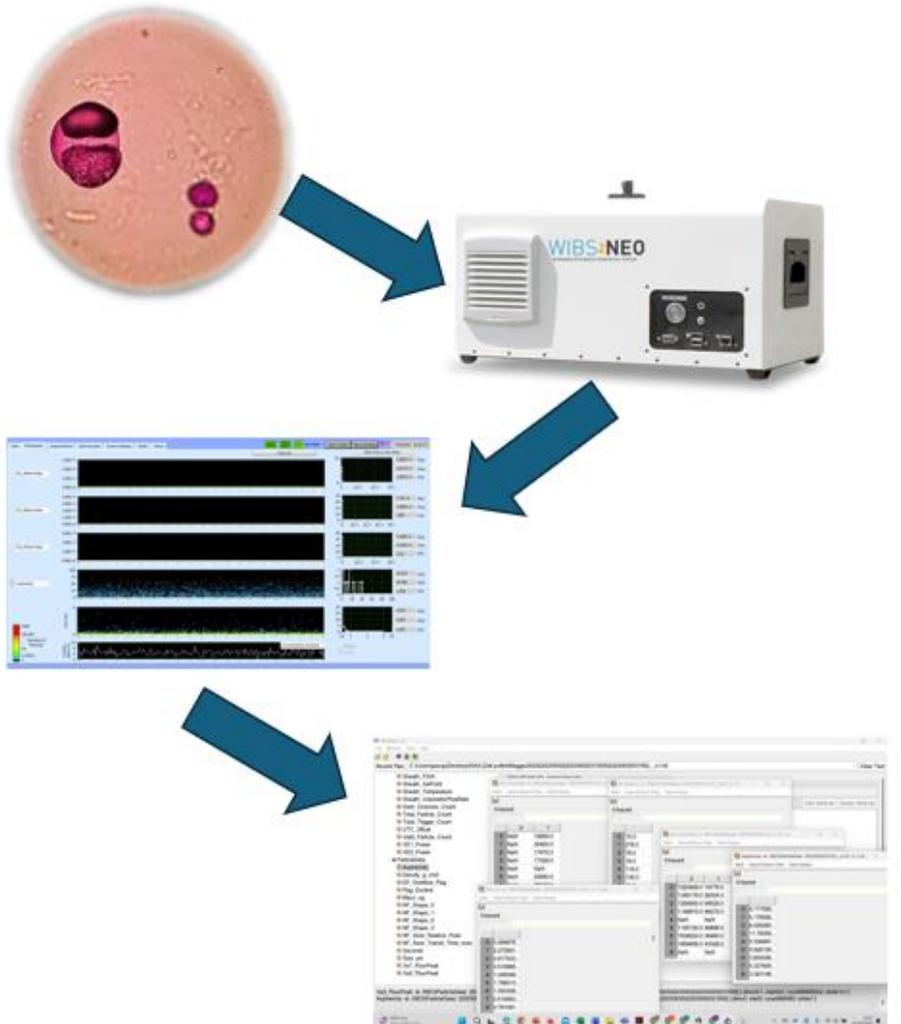
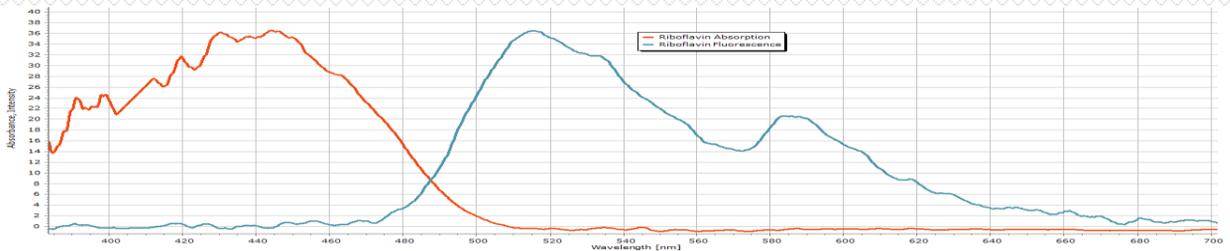


Immagine:  
Pasquale Samele

Gli **strumenti** per le **rilevazioni** del **bioaerosol** in **real-time UV-LIF** (*Ultraviolet Light Induced Fluorescence*), sono **distinti** principalmente in **due categorie**:

- *Wideband Integrated Bioaerosol Spectrometers (Wibs)*
- *Multiparameter Bioaerosol Spectrometer (MBS)*

Oltre a **misurare** grandezze come **dimensione** e **forma** delle **particelle**, questi strumenti ne **rilevano** le **bande di fluorescenza** su **2 o più frequenze di eccitazione**.



**Assorbanza:** Grandezza usata in spettroscopia per quantificare l'entità dell'assorbimento della luce da parte di un campione ad una determinata lunghezza d'onda.

**Fluorescenza:** è la proprietà di alcuni atomi e molecole di assorbire la luce a una determinata lunghezza d'onda (eccitazione, Ex) con successiva emissione (Em) di breve durata di luce a una lunghezza d'onda maggiore.

Nel Wibs-NEO il **bioaerosol**, **campionato** con un **flusso** di **0,3 l/min**, attraversa una camera di misura nella quale viene **irraggiato** da un pennello laser a 635 nm.

L'analisi dei **segnali** di *scattering* (diffusione), dovuti all'**interazione** tra **radiazione laser** e **campione** ne **consente** la **caratterizzazione fisica** in termini di **forma** e **dimensione**.

Contemporaneamente **due sorgenti luminose** allo Xenon **eccitano** il **bersaglio** alla lunghezza d'onda di 280 nm e 370 nm. La **fluorescenza generata** dalla **eventuale diseccitazione** del **campione** viene rilevata da due moduli di rilevazione operanti rispettivamente nel range 310-400 nm e 420-650 nm.

La **combinazione** dei **segnali** di eccitazione ed emissione da luogo a tre letture del segnale di fluorescenza, FL1 (Ex:280 nm; Em:310-400 nm), FL2 (Ex:280nm; Em:420-650) nm e FL3 (Ex:370 nm; Em:420-650 nm); che vengono indicati come canali Channel A,B,C.

L'utilizzo dei **sistemi real-time UV-LIF** consentono il rilevamento non invasivo di bioaerosol con **risoluzione rapida**. UV-APS e WIBS sono stati comunemente utilizzati per valutare la dimensione, l'intensità della fluorescenza totale e la concentrazione di bioaerosol sia in studi di laboratorio che sul campo. Ad **oggi** risulta però **difficile** la **distinzione** tra **particelle abiotiche** interferenti debolmente fluorescenti (smog, salsedine, *dust* desertico) e **bioaerosol debolmente fluorescenti**.

Un ulteriore vantaggio dell'utilizzo di questa strumentazione è legato al fatto che il campione non deve essere trattato in laboratorio post-campionamento.

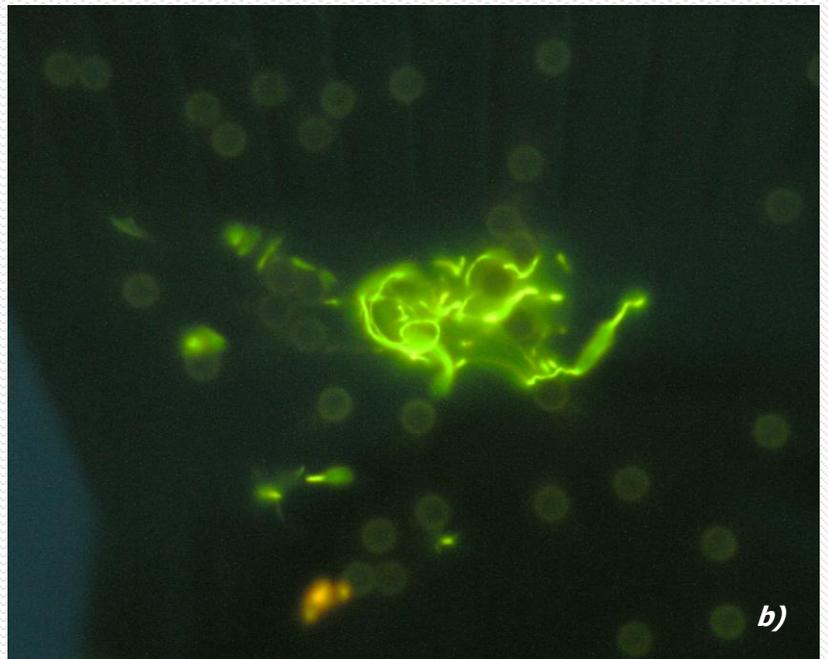
Quindi, per quanto detto, è necessario elaborare metodi numerico/statistici che permettano di discriminare con maggior precisione tra i bioaerosol e gli interferenti, ed è altrettanto importante costruire una libreria completa di spettri di fluorescenza.



Microrganismi colorati con Gram visualizzati al microscopio ottico

*Immagine a): Angela Gioffré*

Microrganismi colorati con colorante fluorescente, visualizzati con microscopio a fluorescenza



*Immagine b): Angela Gioffré*

In conclusione, possiamo affermare che l'**utilizzo** dei **sistemi *real-time***, insieme all'**elaborazione statistica** dei **risultati**, **permette** di avere una **fotografia** della situazione dell'**inquinamento ambientale** da **bioaerosol** in **tempi** relativamente **brevi**.



## Bibliografia

- Forde E, Gallagher M, Walker M, Foot V, Attwood A, Granger G, Sarda-Estève R, Stanley W, Kaye P, Topping D. Intercomparison of multiple UV-LIF spectrometers using the aerosol challenge simulator. Atmosphere 2019; 10:797. doi: [10.3390/atmos10120797](https://doi.org/10.3390/atmos10120797)
- Gratzl J, Seifried TM, Stolzenburg D, Grothe H. A fluorescence approach for an online measurement technique of atmospheric microplastics. Environ Sci Atmos 2024;4:601-610. doi: [10.1039/d4ea00010b](https://doi.org/10.1039/d4ea00010b)
- Hernandez M, Perring A,E, McCabe K, Kok G, Granger G, Baumgardner D. Chamber catalogues of optical and fluorescent signatures distinguish bioaerosol classes. Atmos Meas Tech 2016;9:3283-3292. doi: [10.5194/amt-9-3283-2016](https://doi.org/10.5194/amt-9-3283-2016)
- Markey E, Hourihane Clancy J, Martínez-Bracero M, Neeson F, Sarda-Estève R, Baisnée D, McGillicuddy EJ, Sewell G, O'Connor DJ. A modified spectroscopic approach for the real-time detection of pollen and fungal spores at a semi-urban site using the WIBS-4+, Part I. Sensors 2022;22:8747. doi: [10.3390/s22228747](https://doi.org/10.3390/s22228747)



**Autori:**

**Pasquale Samele<sup>1</sup>, Marco Valentini<sup>1</sup>, Angela Giofrè<sup>1</sup>, Ida Elena Rosamaria Montesanti<sup>1</sup>, Andrea Lancia<sup>2</sup>, Pasquale Capone<sup>3</sup>, Carlo Grandi<sup>3</sup>, Renato Ariano<sup>4</sup>, Maria Concetta D'Ovidio<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale (DiMEILA), Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), Lamezia Terme (Catanzaro)*

*<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale (DBA), Sapienza Università di Roma, Roma*

*<sup>3</sup>Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale (DiMEILA), Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), Monte Porzio Catone (Roma)*

*<sup>4</sup>Associazione Allergologi Immunologi Italiani Territoriali e Ospedalieri (AAIITO)*

**Ideazione FisiAeroSheets:**

**Maria Concetta D'Ovidio<sup>1</sup>, Carlo Grandi<sup>1</sup>**

**Curatori FisiAeroSheets:**

**Maria Concetta D'Ovidio<sup>1</sup>, Carlo Grandi<sup>1</sup>**

**Contatti FisiAeroSheets:**

**[m.dovidio@inail.it](mailto:m.dovidio@inail.it), [ca.grandi@inail.it](mailto:ca.grandi@inail.it)**