



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

collana ambiente

qualità dell'aria: pollini e licheni

SCHEDA
INFORMATIVA

6

novembre 2007



Regione Toscana

Diritti Valori Innovazione Sostenibilità

© ARPAT 2007

Qualità dell'aria: pollini e licheni

Novembre 2007

A cura di
Testi

Coordinamento editoriale

Redazione

Foto

Realizzazione e progetto grafico

Stampa



A.F. Comunicazione e Informazione, ARPAT

Marzia Onorari, Veronica Begliomini, Tommaso Bianchi, Valentina Bigagli, Maria Paola Domeneghetti, ARPAT, Dipartimento provinciale di Pistoia Gruppo di lavoro "Monitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti e altre tecniche di biomonitoraggio" e, in particolare, Giovanna Marchi, ARPAT, Dipartimento provinciale di Arezzo, e Leonardo Lapi, ARPAT, Dipartimento provinciale di Prato

Silvia Angiolucci, ARPAT

Silvia Angiolucci, Gabriele Rossi, ARPAT

Leonardo Lapi, ARPAT, Dipartimento provinciale di Prato, Enrico Capecchi, Marzia Onorari, ARPAT, Dipartimento provinciale di Pistoia

Taccuino, Firenze

Nuova Grafica Fiorentina, Firenze

Stampato su carta che ha ottenuto il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea - Ecolabel

Qualità dell'aria:

Cos'è l'aerobiologia pag 4

Quali sono le applicazioni dell'aerobiologia pag 4

Chi si occupa di aerobiologia in ARPAT? pag 5

Parliamo di... Pollini e impollinazione.

Allergie respiratorie: da pollini, da spore fungine pag 6

Come possiamo essere informati su quando e quali pollini
e spore fungine sono dispersi in aria? pag 7

Campionamento polline e spore fungine aerodisperse pag 8

SOMMARIO

Il bollettino dei pollini e delle spore fungine: dove trovarlo? pag 9

Cosa sono i licheni pag 10

Licheni come bioindicatori pag 11

Licheni come bioaccumulatori pag 11

Quali sono gli effetti delle sostanze inquinanti sui licheni pag 12

Il metodo utilizzato da ARPAT pag 13

Come si svolgono le misurazioni? pag 13

Chi si occupa di licheni in ARPAT? pag 13

Possibili applicazioni del monitoraggio con i licheni epifiti pag 14

Per saperne di più pag 15

Pollini e licheni

ARPAT si occupa del monitoraggio della qualità dell'aria nel suo complesso, studiando le varie componenti che, singolarmente o in sinergia tra loro, sono in grado di alterare le condizioni ambientali, lo stato di benessere dell'uomo, degli animali e delle piante.

Gli inquinanti e le particelle, esaminati attraverso le centraline chimico-fisiche e il biomonitoraggio, possono essere di origine antropica o di natura biologica, come pollini, alghe, batteri e spore fungine.

Le tecniche di biomonitoraggio non vanno considerate alternative al

monitoraggio classico effettuato tramite centraline chimico-fisiche, ma piuttosto complementari. Esse permettono di valutare l'effetto che le varie sostanze inquinanti, in combinazione tra loro, producono (anche quando singolarmente presenti in quantità entro i limiti di legge).

Esse inoltre hanno il vantaggio di poter essere utilizzate nella redazione di "carte della qualità dell'aria" su vaste aree, in tempi brevi e con costi contenuti. Tra i bioindicatori i licheni, e soprattutto le comunità che colonizzano le scorze degli alberi (licheni epifiti), sono tra gli organismi più utilizzati a livello internazionale nella valutazione della qualità complessiva dell'aria, in quanto particolarmente sensibili agli stress ambientali, specialmente riguardo a inquinamento da sostanze fitotossiche (tossiche per la vegetazione), eutrofizzazione (arricchimento delle sostanze nutrienti nell'ambiente) e cambiamenti climatici.

Attraverso questa scheda informativa ci proponiamo di affrontare gli aspetti, legati a questi temi, di maggiore interesse e utilità per la cittadinanza.





Cos'è l'aerobiologia

Fra le discipline che studiano le problematiche relative all'inquinamento atmosferico, in tempi recenti ha assunto un ruolo di primo piano l'aerobiologia, scienza che studia le particelle di origine biologica presenti nell'atmosfera (pollini, spore fungine, batteri, acari, alghe, licheni ecc.), in relazione anche ai loro effetti sull'ambiente (piante, animali, uomo e opere d'arte).

Foglie di Lauro attaccate da spore di Oidium (spora fungina che causa il "mal bianco").

Quali sono le applicazioni dell'aerobiologia

L'aerobiologia fornisce informazioni utili in vari campi scientifici:

Allergologia

Il monitoraggio di pollini e spore fungine è utilizzato per:

- impostare una giusta diagnosi, correlando la sintomatologia presentata dal paziente al calendario pollinico della sua zona di residenza e/o di attività lavorativa
- usare in maniera tempestiva e appropriata, in terapia e prevenzione, farmaci e/o vaccini

Fitopatologia

Confrontando il monitoraggio delle spore fungine aerodisperse con le variabili ambientali (meteo climatiche) si possono elaborare modelli previsionali sulla possibilità che nelle piante si verifichino malattie. In questo modo è possibile orientare in maniera specifica i trattamenti, contribuendo alla salvaguardia dell'ambiente (aria, terreni e falde acquifere), della salute degli addetti e dei consumatori.

Agricoltura

Vengono effettuati studi sulla relazione tra la produzione annuale di polline di una determinata specie

e la sua futura produzione in semi e frutti, in modo da fornire indicazioni precoci sulla consistenza del futuro raccolto.

Biodiversità

Il monitoraggio aerobiologico costante nel tempo consente di studiare la variazione della biodiversità vegetale (la varietà delle forme di vita vegetale presenti sul nostro pianeta) e di evidenziare, quindi, l'introduzione o l'estinzione di alcune specie.

Clima

L'elaborazione dei dati forniti dal monitoraggio aerobiologico effettuato in continuo, e per almeno una decina di anni, permette di cogliere il collegamento tra l'inizio e la durata della pollinazione di piante diverse e il cambiamento climatico.

Inquinamento atmosferico

Studi recenti hanno messo vitalità e germinabilità del

polline in relazione con l'inquinamento atmosferico.

Pollini OGM

Il monitoraggio dei pollini geneticamente modificati permette di tenere sotto controllo la loro replicazione e diffusione nell'ambiente.

Beni culturali

La componente biologica dell'aria costituisce un potenziale elemento di degrado dei beni culturali



Chi si occupa di aerobiologia in ARPAT?

Fin dalla sua costituzione, ARPAT ha previsto una struttura operativa dedicata all'aerobiologia, divenuta oggi un'Articolazione Funzionale Regionale di alta specializzazione, con sede presso il Dipartimento provinciale di Pistoia. Per il metodo utilizzato, in collaborazione con l'Unità Operativa "Attività di laboratorio", dal 2005 è accreditata dal SINAL (Sistema Nazionale Accreditamento Laboratori) secondo la Norma UNI 11108:2004 "Metodo di campionamento e di conteggio dei pollini e delle spore fungine aerodisperse".

Pollini e impollinazione

Il polline, "polvere fine", è la cellula maschile delle piante a seme, o Spermatofite, a cui è affidato il compito di fecondare gli ovuli delle piante della stessa specie. Il trasferimento del polline al fiore e poi alla cellula uovo prende il nome di impollinazione, che può essere di due tipi:

Anemofila: le piante producono *enormi quantità* di polline che vengono trasportate dal vento anche a distanze considerevoli. Proprio per la natura e la modalità di diffusione, solo una piccolissima quantità andrà a fecondare il seme femminile della stessa specie, mentre la maggior parte del polline verrà disperso, andando a depositarsi su

varie superfici (comprese le mucose oculari - palpebre e congiuntive - e le vie aeree dei soggetti allergici).

Entomofila: le piante producono *piccole quantità* di polline che vengono trasportate dagli insetti su un altro fiore della stessa specie. Queste piante, proprio per attirare gli insetti e favorire così la riproduzione, sono caratterizzate da fiori in genere profumati, con colori vivaci delle corolle o con strutture appariscenti.

Nell'atmosfera sono prevalenti i pollini di piante con impollinazione anemofila.

Allergie respiratorie:

da pollini

La pollinosi è la più classica delle allergopatie. Essa comprende le manifestazioni cliniche nasali, oculari e bronchiali che si presentano con cadenza stagionale, durante il periodo della pollinazione in soggetti diventati specificamente sensibili

ai pollini di determinate famiglie di erbe e di alberi. Si calcola in via approssimativa che in Italia oltre il 10% della popolazione presenti manifestazioni cliniche di pollinosi.

In Italia si distinguono, in base al periodo di comparsa dei sintomi, pollinosi:

- **precoci, pre-primaverili:** da allergia a piante arboree (cupressacee, betulacee, corylacee, come cipressi, betulle e noccioli)
- **primaverili-estive:** da allergia a piante erbacee (graminacee e urticacee) e arboree (olivo)
- **estivo-autunnali:** da allergia a piante erbacee (composite, come l'ambrosia e l'artemisia)







































































da spore fungine

Tra le spore fungine, in particolare, i generi *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum* e *Aspergillus* possono causare manifestazioni allergiche come rinite e asma.



CALENDARIO POLLINICO

Stazione di Pistoia - 2005

	genn.	febb.	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	sett.	ott.	nov.	dic.
Betulaceae												
Compositae												
Corylaceae												
Fagaceae												
Graminaceae												
Oleaceae												
Urticaceae												
Cupr/Taxac												
Pinaceae												

Bassa concentrazione
 Media concentrazione
 Alta concentrazione
 Campione non effettuato

Come possiamo essere informati su quando e quali pollini e spore fungine sono dispersi in aria?

Il monitoraggio aerobiologico, effettuato in continuo nell'arco dell'anno, permette di evidenziare le variazioni stagionali del tipo e della quantità dei pollini e delle spore presenti in atmosfera, nonché l'elaborazione di calendari per la zona geografica monitorata.

Questi calendari (www.arpat.toscana.it/aria/ar_pollini.html) forniscono indicazioni sui tempi di permanenza in atmosfera dei pollini di varie famiglie vegetali.

Le spore fungine sono cellule che, così come i pollini, assolvono principalmente il compito del mantenimento e della diffusione della specie

Si diffondono soprattutto per via aerea e possono provocare malattie nelle piante. Alcune di esse, se inalate, possono provocare reazioni allergiche nell'uomo

BOLLETTINO SETTIMANALE DEI POLLINI

E SPORE AERODISPERSE

Dipartimento ARPAT di Pistoia

Stazione di Firenze Careggi

Coordinate Gauss-Boaga x: 1680719 y: 4849911

I dati sono ottenuti mediante applicazione della Norma UNI 11108

Concentrazione x m³ d'aria

Settimana dal 14/05/2007 al 20/05/2007	lun	mar	mer	giovedì	ven	sab	dom	tendenza
Graminaceae (<i>avena, gramigna e altri</i>)	53	38	29	26	27	50	47	↔
Oleaceae (<i>olivo e frassino</i>)	58	40	29	20	55	53	66	↔
Urticaceae (<i>parietaria e ortica</i>)	59	59	36	44	38	65	59	↔
Cupressaceae/tax (<i>cipresso e tasso</i>)	6	7	5	1	6	4	5	↔
Platanaceae (<i>platano</i>)	1	0	1	1	0	0	1	↔
Betulaceae (<i>ontano e betulla</i>)	1	0	2	1	1	1	1	↔
Fagaceae (<i>quercia, faggio, castagno</i>)	247	332	107	46	283	97	77	↓
Compositae (<i>ambrosia, artemisia e altri</i>)	1	1	0	1	1	1	0	↔
Corylaceae (<i>nocciolo, carpino nero e bianco</i>)	1	5	2	1	5	3	2	↔
Alternaria	71	109	34	18	21	29	16	↔

pollini

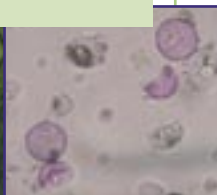
	Concentrazione bassa
	Concentrazione media
	Concentrazione alta
	assente

alternaria

	Concentrazione bassa
	Concentrazione alta
	assente

Campionamento polline e spore fungine aerodisperse

Attualmente il metodo di campionamento più diffuso a livello internazionale per indagini di tipo qualitativo e quantitativo su pollini, spore fungine e alghe è quello volumetrico. Questo metodo si basa sulla cattura per impatto delle particelle atmosferiche su una superficie, attraverso l'aspirazione costante di un determinato volume d'aria.



Tendenza per il periodo 23 - 29 Maggio

Elaborata sulla base del monitoraggio effettuato nella settimana precedente

Servizio effettuato in collaborazione con il **Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia dell'Università di Firenze**

Previsione meteorologica: Tempo stabile e soleggiato fino a venerdì con temperature elevate fino a 32-33 gradi. In aumento anche il tasso di umidità. Sabato peggioramento con probabili temporali. Domenica perturbato con temporali anche intensi. Temperature in forte calo (almeno 10 gradi). Lunedì e martedì variabile con rovesci.

Previsione aerobiologica: Situazione meteorologica favorevole fino a sabato per i processi di rilascio e di accumulo pollini in atmosfera. Fino a sabato si prevedono livelli alti di concentrazione dei pollini di *Graminaceae* e *Oleaceae*, livelli medio alti dei pollini di *Fagaceae* e su livelli medi quelli di *Urticaceae*. Le piogge previste per il fine settimana dovrebbero abbattere le concentrazioni di tutte le famiglie. Tuttavia temporali di forte intensità dopo giorni di clima secco potrebbero frammentare i granuli pollinici accumulatisi al suolo, aumentando così il rischio di attacchi di asma nei soggetti allergici in concomitanza o subito dopo la manifestazione temporalesca.

Commento dell'allergologo: Si consiglia ai soggetti sensibilizzati ai pollini di *Graminaceae*, *Oleaceae* e *Urticaceae* di proseguire la terapia in accordo con il proprio medico. Durante e immediatamente dopo il temporale, si consiglia ai soggetti allergici (in particolare alla parietaria) di rimanere in casa con le finestre chiuse.

Il bollettino dei pollini e delle spore fungine: dove trovarlo?

L'Articolazione Funzionale Regionale di Aerobiologia coordina la rete toscana di monitoraggio aerobiologico dei Dipartimenti provinciali ARPAT e ogni settimana elabora un bollettino dei pollini e delle spore fungine aerodisperse con i dati provenienti da tutte le stazioni di campionamento (ARPAT e/o ASL) presenti sul territorio regionale, reso disponibile sul sito dell'Agenzia www.arpat.toscana.it, alla sezione "Monitoraggio e controllo" - aria.

Dal 2006 il bollettino della stazione di campionamento di Firenze Careggi è integrato con un bollettino biometeorologico, con la previsione aerobiologica e il commento dell'allergologo redatti dal Centro Interdipartimentale di Bioclimatologia (CIBIC). È inviato alle farmacie fiorentine AFAM e alle farmacie afferenti all'Associazione sindacale titolari di farmacia di Firenze.

Pollini e licheni

I dati delle stazioni di Pistoia, Montecatini e Lido di Camaiore vengono diffusi anche alle farmacie e ai quotidiani locali, integrati da un commento dell'allergologo della AUSL 3 di Pistoia e della AUSL 12 della Versilia.

L'invio della pubblicazione del bollettino dei pollini e delle spore fungine aerodisperse alle farmacie consente di rendere disponibile l'informazione in modo capillare sul territorio, mettendola a disposizione anche di coloro, e sono ancora molti, che non dispongono di un accesso al web.

Lo sapevate che...?

- A chi è allergico alla parietaria, un'erba perenne infestante, nota anche come "muraiola" o "erba vetriola", si consiglia il soggiorno montano sopra i 1000 metri.
- I soggetti allergici a pollini possono presentare anche manifestazioni cliniche di allergia alimentare.

Chi è allergico alle graminacee può esserlo anche a frumento, melone, anguria, pomodoro, arachide, pesca, ciliegia, albicocca, prugna, mandorla, kiwi, agrumi.

Chi è allergico alla parietaria può esserlo anche a basilico, ortica, pisello, melone, ciliegia.

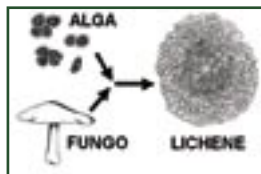


Licheni

Pollini e licheni

Cosa sono i licheni

I licheni sono organismi costituiti dalla simbiosi di un'alga e di un fungo. Il fungo garantisce l'acqua, i sali e l'anidride carbonica necessari alla vita dell'alga che utilizza tali elementi per il processo di fotosintesi producendo, a sua volta, la sostanza organica necessaria alla vita del fungo.

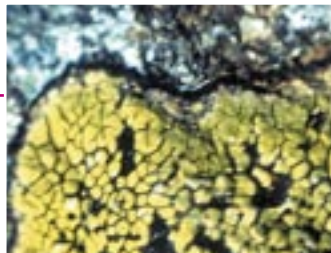


I licheni sono organismi in grado di resistere a condizioni naturali estreme difficilmente sostenibili dagli altri organismi viventi.

Tuttavia, nelle grandi aree urbane o in regioni fortemente industrializzate, le colonie di licheni presenti sul tronco degli alberi mostrano un impoverimento nel numero, fino ad arrivare alla completa scomparsa nelle aree più compromesse.

Sin dall'inizio del secolo scorso si sono sviluppati metodi per valutare l'inquinamento dell'aria attraverso l'osservazione di specifici effetti sulle piante. Gli studi sulle correlazioni tra l'inquinamento atmosferico e le modificazioni della flora lichenica locale hanno portato all'elaborazione di un metodo di indagine della qualità dell'aria basato sulla valutazione della biodiversità lichenica, cioè sulla ricchezza delle specie riscontrate.

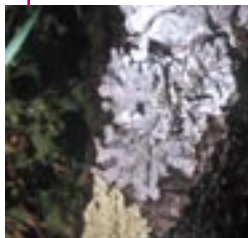
lichene
crostoso



lichene fruticoso



lichene folioso



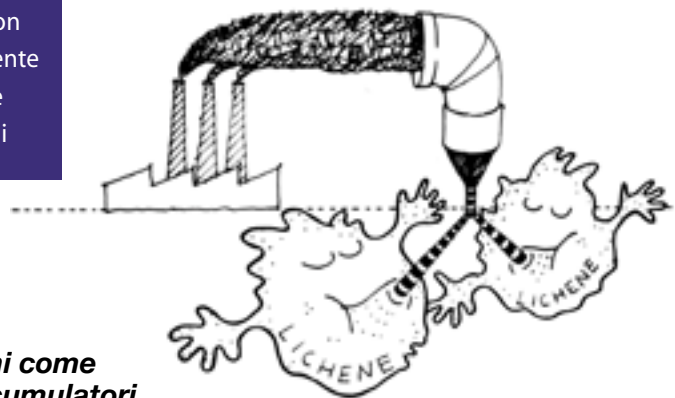
I licheni presentano diverse forme di crescita che si sviluppano su differenti substrati (suolo, rocce, piante...)

Licheni come bioindicatori

I licheni sono dei buoni indicatori di inquinamento atmosferico perché:

- Sono sensibili agli agenti inquinanti
- Sono presenti ovunque
- Non avendo radici, assorbono le sostanze necessarie per la vita esclusivamente dall'atmosfera
- Non hanno strutture di protezione e gli inquinanti, così come gli elementi nutritivi, possono penetrare inalterati
- Hanno una lenta capacità di riparare i danni e di liberarsi delle sostanze accumulate, lasciando così evidenti i segni dell'inquinamento
- Resistono agli stress ambientali (idrico e termico)
- Il loro tasso di accrescimento si mantiene costante anche in inverno, quando l'inquinamento è più elevato, e possono vivere per molti anni

un bioindicatore è un organismo che reagisce a differenti livelli di alterazione ambientale con risposte facilmente osservabili e quantificabili



Licheni come bioaccumulatori

Alcune specie di licheni hanno notevole capacità di assorbire e di accumulare al loro interno diverse sostanze inquinanti presenti in atmosfera, come metalli pesanti e sostanze radioattive. La misura della quantità delle sostanze inquinanti rilevate nei tessuti lichenici viene utilizzata per le indagini di bioaccumulo, che possono fornire informazioni utili per il monitoraggio della qualità dell'aria.

Pollini e licheni

Quali sono gli effetti delle sostanze inquinanti sui licheni

Alterazioni fisiologiche

- riduzione della fotosintesi per danneggiamento della clorofilla
- riduzione della fertilità

Alterazioni morfologiche

- scolorimento e modificazione della forma

Alterazioni ecologiche

- diminuzione di specie della comunità lichenica, con selezione delle specie resistenti a discapito di quelle più sensibili
- diminuzione del numero di individui all'interno di ogni specie

Cosa ci rivelano i licheni?

Dall'osservazione delle alterazioni sui licheni, dovute alle sostanze inquinanti, si può capire il livello di inquinamento di una determinata area

Tronco di quercia ricco di licheni, indice di una buona qualità dell'aria



Tronco di tiglio privo di licheni (deserto lichenico), indice di scarsa qualità dell'aria



Il metodo utilizzato da ARPAT

Negli studi di biomonitoraggio della qualità dell'aria, ARPAT utilizza la metodica relativa all'**Indice di Biodiversità Lichenica IBL**, pubblicata nel 2001 sul Manuale ANPA che porta lo stesso titolo, frutto di una lunga elaborazione dei risultati e delle esperienze condotte negli ultimi venti anni. Tale metodo valuta il livello di biodiversità

di licheni epifiti (che crescono cioè sul tronco di alberi) e fornisce informazioni sul grado di naturalità/alterazione dell'ambiente rispetto alle condizioni ottimali.

Dal 2006 il metodo utilizzato da ARPAT è peraltro accreditato SINAL presso il Dipartimento provinciale di Lucca.

Come si svolgono le misurazioni?

Le stazioni di monitoraggio

Il territorio da monitorare viene suddiviso in aree di studio all'interno delle quali si devono ricercare e campionare da 3 a 12 alberi ritenuti idonei a seconda di caratteristiche quali specie, circonferenza del tronco, esposizione alla luce, distanza dagli altri alberi ecc. Si posiziona intorno al tronco un'apposita struttura a rete per consentire il campionamento delle specie licheniche presenti.

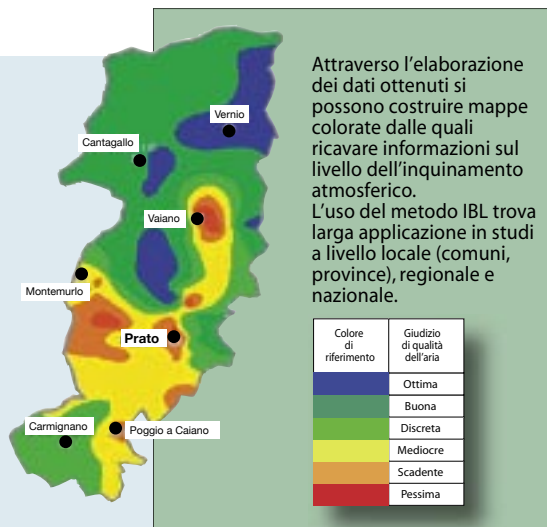


Applicazione del reticolo e osservazione della comunità lichenica

Chi si occupa di licheni in ARPAT?

Fin dal 1996, in ARPAT, numerosi operatori biologi hanno maturato esperienze sul biomonitoraggio della qualità dell'aria attraverso licheni epifiti.

Nel giugno 2005 la Direzione generale dell'Agenzia ha istituito il gruppo di lavoro "Monitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti e altre tecniche di biomonitoraggio" formato da biologi, naturalisti e tecnici dei vari Dipartimenti provinciali ARPAT, al quale è affidato il compito di proseguire e incrementare, su tutto il territorio regionale, gli studi sulla qualità dell'aria attraverso bioindicatori.



Attualmente ARPAT è impegnata nel Progetto Nazionale di Studio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti promosso da APAT.

Il progetto prevede circa 930 Stazioni di rilevamento distribuite su tutto il territorio nazionale, 65 delle quali ricadono in territorio toscano.



Possibili applicazioni del monitoraggio con i licheni epifiti

Indagini in aree urbane

- per evidenziare criticità dovute all'inquinamento atmosferico in generale

Indagini in aree boschive

- per valutare le condizioni del patrimonio boschivo e gli eventuali effetti provocati dal degrado ambientale

Indagini condotte in prossimità di sorgenti inquinanti puntiformi

- per controllare le condizioni dell'aria nelle aree circostanti, per esempio, a inceneritori e discariche

Studi epidemiologici

- per approfondire le relazioni tra inquinamento atmosferico e rischio sanitario (sono stati eseguiti, tra l'altro, studi che hanno messo in relazione la biodiversità lichenica e gravi patologie a carico dell'apparato respiratorio)

Indagini per la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)

- per formulare un giudizio di compatibilità ambientale nelle procedure di VIA: le Autorità competenti, infatti, possono richiedere anche l'utilizzo di metodi di biomonitoraggio, quali l'IBL

Pollini e licheni

POLLINI - BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *Allergia e ambiente. Corso di formazione*, ARPAT-APAT, Firenze, novembre 2003.

AA.VV., *Monitoraggio aerobiologico e pollinosi in Toscana*, ARPAT, Firenze, giugno 2004.

AA.VV., *Il monitoraggio aerobiologico nel Veneto: i pollini allergenici*, ARPAT, 2004.

APPA Bolzano, APPA Trento e ASL Trento (a cura di), *Pollini e allergia in Trentino Alto Adige*, Trento 1997.

R. Ariano e F. Bonifazi, *Aerobiologia e allergeni stagionali*, Edizioni culturali internazionali, Genova - I Edizione 2006.

P.V. Arrigoni, M. Manfredi, M. Rizzotto e R. Zerboni, *Flora allergica e pollinosi*, Edizioni Latini, Firenze 1995.

POLLINI - SITI INTERNET

<http://www.arp.at.toscana.it/aria>

<http://www.apat.it>

<http://www.ilpolline.it>

<http://www.pollinieallergia.net>

<http://www.polleninfo.org>

<http://www.isac.cnr.it/aerobio/aia>

LICHENI - BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *La qualità dell'aria a Montecatini Terme*, Comune di Montecatini-ARPAT, 1996.

AA. VV., *La qualità dell'aria nella Provincia di Prato*, ARPAT, Firenze 1997.

AA. VV., *Licheni e inquinamento atmosferico*, Regione Piemonte, 1998.

AA.VV., *La discarica del Cassero: i monitoraggi 1996-2000.*

Studio della biodiversità lichenica e del bioaccumulo di metalli pesanti in Parmelia caperata, ARPAT, Firenze 2002.

AA.VV., I.B.L. *Indice di biodiversità lichenica*, Manuale ANPA, 2001.

D. Gasparo et al., *Organismi come bioindicatori ambientali*, Ecothema, Giornata di studio, 1994.

H. M. Jahns, *Felci, muschi, licheni d'Europa*, Muzzio, 1992.

S. Loppi et al., *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite licheni nella Provincia di Pistoia*, Ce.S.I.A., 1992.

S. Loppi et al., *Air quality bioindication by Epiphytic lichens in central-northern Italy*, Allionia, 31, 1992.

P. L. Nimis et al., *L'uso dei licheni nel biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico*, Biologia ambientale, 1990.

P.L. Nimis, *I macrolicheni d'Italia. Chiavi analitiche per la determinazione*, Grafiche Fulvio, Udine 1987.

P. Pieralli et al., *I licheni. Guide all'aria pura*, Ed. Tosca, 1991.

R. Piervittori, *Licheni: conoscerli & utilizzarli*, Minerva, Aosta 1998.

V. Wirth, *Flechtenflora*, Ulmer, 1990.

LICHENI - SITI INTERNET

http://www.arp.at.toscana.it/aria/ar_biomonitoraggio.html

<http://dbiodbs.univ.trieste.it/sli/home.html>

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Aria/Qualità_dell'aria/Biomonitoraggio.html

<http://sira.arp.at.toscana.it>

ARPAT

**Agenzia regionale per la
protezione
ambientale della Toscana**

Direzione generale

via N. Porpora, 22
50144 Firenze
tel. 055.32061-fax 055.3206324
e-mail: protocollo@arpat.toscana.it
urp@arpat.toscana.it
Numero verde: 800 800400
www.arpat.toscana.it

**Firenze sud/est
Servizio sub-provinciale**
via Znojmo, 57
50065 Pontassieve (FI)
tel. e fax 055.8367650

**Livorno
Dipartimento provinciale**
via Marradi, 114
57126 Livorno
tel. 0586.263411-fax 0586.263477

**Pisa
Dipartimento provinciale**
via Vittorio Veneto, 27
56127 Pisa
tel. 050.835611-fax 050.835670

**Empoli - Val d'Elsa
Servizio sub-provinciale**
via Tripoli, 18
50053 Empoli (FI)
tel. 0571.53511-fax 0571.530282

**Piombino
Servizio sub-provinciale**
via Adige, 12
Loc. Montegemoli
57025 Piombino (LI)
tel. 0565.277311-fax 0565.277308

**Comprensorio del cuoio
Servizio locale**
via A. Gramsci, 63/d
56020 San Romano - Montopoli
Valdarno (PI)
tel. 0571.450915-fax 0571.450596

Dipartimenti e Servizi

**Arezzo
Dipartimento provinciale**
viale Maginardo, 15
52100 Arezzo
tel. 0575.939111-fax 0575.939115

**Mugello - Piana di Sesto F.no
Servizio sub-provinciale**
via Don L. Sturzo, 29
50032 Borgo S. Lorenzo (FI)
tel. 055.8496214-fax 055.8494614

**Lucca
Dipartimento provinciale**
via Vallisneri, 6
55100 Lucca
tel. 0583.958711-fax 0583.958720

**Pistoia
Dipartimento provinciale**
via Baroni, 18
51100 Pistoia
tel. 0573.99251-fax 0573.21751

**Valdarno
Servizio locale**
via Mazzini, 40
52027 S. Giovanni Valdarno (AR)
tel. 055.944955-fax 055.9129807

**Mugello - Piana di Sesto F.no
Servizio sub-provinciale**
via Togliatti, 6
50019 Sesto F.no (FI)
tel. 055.4214711-fax 055.4214734

**Versilia
Servizio locale**
p.zza della Repubblica, 16
55045 Pietrasanta (LU)
tel. 0584.793725-fax 0584.70430

**Prato
Dipartimento provinciale**
via Lodi, 20
59100 Prato
tel. 0574.437451-fax 0574.437460

**Firenze
Dipartimento provinciale**
via Ponte alle Mosse, 211
50144 Firenze
tel. 055.32061-fax 055.3206218

**Grosseto
Dipartimento provinciale**
via Fiume, 35
58100 Grosseto
tel. 0564.422411-fax 0564.422460

**Massa e Carrara
Dipartimento provinciale**
via del Patriota, 2
54100 Massa
tel. 0585.899411-fax 0585.47000

**Siena
Dipartimento provinciale**
Loc. Ruffolo
53100 Siena
tel. 0577.365711-fax 0577.365726