

**Biomonitoraggio della qualità dell'aria nella Provincia dell'Aquila tramite licheni epifiti:  
metalli pesanti nel biosensore *Xanthoria parietina*  
Rapporto tecnico, 26 febbraio 2015**

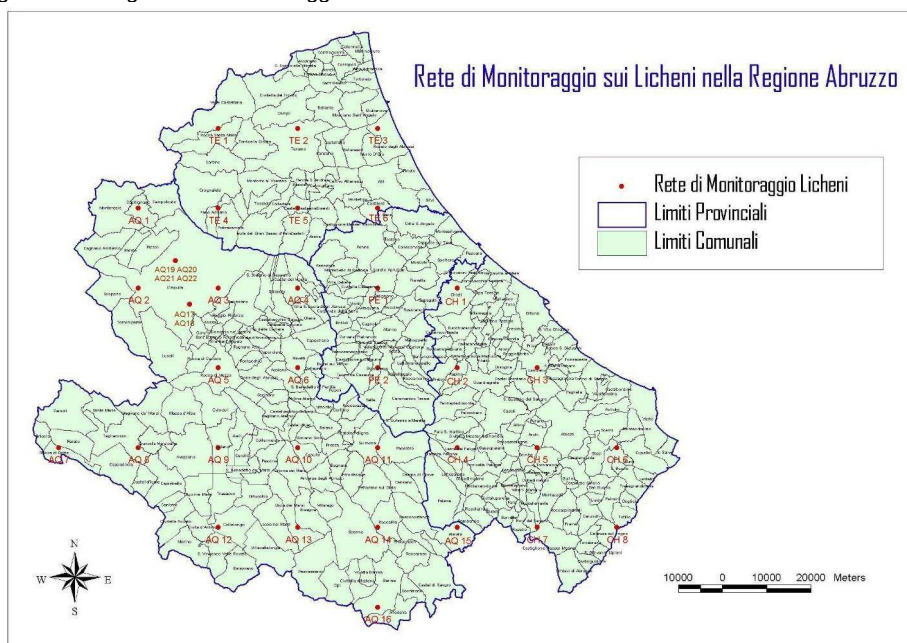
A cura di:

Antonella Iannarelli, Distretto Arta dell'Aquila, [a.iannarelli@artaabruzzo.it](mailto:a.iannarelli@artaabruzzo.it)

## Il monitoraggio sui licheni in Abruzzo

La definizione della rete di monitoraggio in Abruzzo è stata effettuata sulla base di metodiche condivise; le stazioni individuate, per tutta la regione, sono rappresentate nella figura seguente.

Fig. 1 – Rete regionale di monitoraggio dei licheni



L'area sottoposta a biomonitoraggio della qualità dell'aria mediante l'impiego del biosensore *Xanthoria parietina* è stata suddivisa in 22 stazioni riguardanti l'agglomerato urbano della città di L'Aquila (es. Villa Comunale, AQ20), una zona industriale limitrofa (es. zona Bazzano ex RAVIT, AQ18) e comuni non particolarmente inquinati (es. Altopiano delle 5 Miglia, AQ14). Successivamente i campioni sono stati trattati in laboratorio e sottoposti ad analisi specifiche.

I campioni, una volta mineralizzati, sono stati analizzati tramite spettrofotometria ad assorbimento atomico. Per ciascun campione, sono state determinate le concentrazioni di metalli pesanti quali il cadmio (Cd) e il piombo (Pb).

I valori di concentrazione dei metalli ottenuti per ciascuna stazione e più avanti riportati in fig. 3 sono stati interpretati attraverso una scala di naturalità/alterazione (Fig. 2) che ha permesso di trasformare il dato numerico delle concentrazioni in un'espressione verbale ed un colore convenzionale che ne ha permesso una più agevole consultazione.

Fig. 2 – Scala di naturalità/alterazione

Classe	Naturalità/ Alterazione	Colori	Cd	Pb
1	Nat. Molto alta	Blu	< 0.2	< 4.0
2	Nat. Alta	Verde scuro	0.4	10.0
3	Nat. Media	Verde chiaro	0.8	25.0
4	Nat/Alt. Basse	Giallo	1.4	55.0
5	Alter. Media	Arancione	2.0	80.0
6	Alter. Alta	Rosso	2.6	108.0
7	Alter. Molto alta	Cremsi	> 2.6	> 108.0

La scala è stata utilizzata per l'attribuzione delle classi a ciascuna stazione, relativamente al Cadmio e al Piombo. Le concentrazioni sono espresse in  $\mu\text{g/g}$  (Nimis e Bargagli, 1999).

Nella tabella seguente sono elencate le zone in cui sono stati effettuati i prelievi, il relativo codice, i forofiti su cui è stato campionato il lichene e la data del prelievo.

Stazione	Località	Albero	Prelievo
AQ 1	CAPITIGNANO	QUERCIA	20/05/08
AQ 2	PRETURO	QUERCIA	25/02/08
AQ 3	FILETTO	TIGLIO	24/09/08
AQ 4	CASTEL DEL MONTE	QUERCIA	12/03/08
AQ 5	ROCCA DI MEZZO	TIGLIO	29/02/08
AQ 6	NAVELLI (luogo incendio 2007) COLLEPIETRO	QUERCIA	15/03/08
AQ 7	ROCCA DI BOTTE	QUERCIA	16/01/09
AQ 8	TAGLIACCOZZO Località S. Sebastiano	QUERCIA	02/07/08
AQ 9	CELANO	QUERCIA	05/08/08
AQ 10	COCULLO	QUERCIA	19/09/08
AQ 11	SULMONA-PACENTRO	TIGLIO	15/03/08
AQ 12	COLLELONGO	FAGGIO	16/01/09
AQ 13	GIOIA VECCHIA-GIOIA DEI MARSÌ	FAGGIO	24/04/08
AQ 14	ALTOPIANO 5 MIGLIA-ROCCAPIA	QUERCIA	13/03/08
AQ 15	ATELETA (Contrada Selena)	QUERCIA	13/03/08
AQ 16	BARREA	FAGGIO	13/03/08
AQ 17	AQ ex RAVIT	TIGLIO	22/09/08
AQ 18	CENTRO INDUSTRIALE BAZZANO (AQ) 100m "EX RAVIT"	QUERCUS	08/05/08
AQ 19	VIALE DUCA DEGLI ABRUZZI	TIGLIO	30/06/11
AQ 20	VILLA COMUNALE	TIGLIO	30/06/11
AQ 21	VIA XX SETTEMBRE	TIGLIO	30/06/11
AQ 22	PIAZZETTA DELLA PREFETTURA	TIGLIO	02/07/11



Fig. 3 – Concentrazioni rilevate per Cd e Pb e classi di naturalità/alterazione associate.

	Cadmio ( $\mu\text{g/g}$ )	Classe		Piombo ( $\mu\text{g/g}$ )	Classe
AQ 1	0,065	1	AQ 1	2,97	1
AQ 2	0,055	1	AQ 2	3,09	1
AQ 3	0,056	1	AQ 3	3,15	1
AQ 4	0,140	1	AQ 4	4,45	2
AQ 5	0,262	2	AQ 5	50,92	4
AQ 6	0,084	1	AQ 6	5,2	2
AQ 7	0,110	1	AQ 7	4,87	2
AQ 8	0,153	1	AQ 8	3,06	1
AQ 9	0,096	1	AQ 9	1,63	1
AQ 10	0,081	1	AQ 10	4,09	2
AQ 11	0,082	1	AQ 11	4,29	2
AQ 12	0,046	1	AQ 12	3,27	1
AQ 13	0,054	1	AQ 13	6,87	2
AQ 14	0,076	1	AQ 14	1,73	1
AQ 15	0,047	1	AQ 15	3,76	1
AQ 16	0,109	1	AQ 16	3,52	1
AQ 17	0,100	1	AQ 17	4,09	2
AQ 18	0,164	1	AQ 18	4,64	2
AQ 19	0,046	1	AQ 19	8,91	2
AQ 20	0,088	1	AQ 20	18,66	3
AQ 21	0,148	1	AQ 21	37,22	4
AQ 22	0,145	1	AQ 22	65,73	5

In aree urbane ed extraurbane l'analisi chimica dei talli lichenici consente di rilevare la presenza di eventuali sorgenti di inquinanti non rilevabili con il sistema di monitoraggio convenzionale. Il presente lavoro ha permesso di valutare la qualità dell'aria nella provincia di L'Aquila utilizzando come biosensore il lichene epifita *Xanthoria parietina*.

### Valutazioni sui monitoraggi effettuati

L'area di studio ha interessato l'agglomerato urbano della città di L'Aquila, una zona industriale limitrofa e comuni non particolarmente inquinati.

Le fonti di inquinamento dell'area indagata sono costituite da traffico auto-veicolare, dal riscaldamento domestico, da un'attività industriale e da fumi prodotti da discariche e dalla presenza di impianti sciistici (zona Rocca di Mezzo, AQ5) che alimentano un sostanzioso traffico di mezzi.

Per ogni stazione i forofiti scelti sono tre (numero minimo sufficiente per poter portare avanti lo studio) e presentano le caratteristiche indispensabili a renderli adatti all'esame. Un'iniziale analisi visiva basata sull'osservazione dei licheni ha permesso di dare un primo e generale giudizio circa le condizioni ambientali della zona.

Gli effetti degli inquinanti sui licheni, infatti, sono visibili a lungo termine anche ad occhio nudo, analizzando le loro caratteristiche macroscopiche e cromatiche. Gli aspetti macroscopici da valutare sono la grandezza ed il colore del tallo, il suo grado di copertura, la grandezza del disco degli apoteci e l'ampiezza dei lobi. E' stato possibile valutare questo tipo di cambiamenti sulla *Xanthoria parietina* di colore giallo vivo con apoteci lecanorini, cioè apoteci che presentano un disco interno di colore



arancio e un margine dello stesso colore del tallo. L'aspetto cromatico e la grandezza dei lobi di *X. parietina* permettono di valutare le variazioni ambientali che avvengono in una zona a causa del tasso di inquinamento. Infatti, mentre i licheni delle zone dall'agglomerato urbano (AQ18, 19, 20, 21, 22) e delle zone industriali (AQ17, 18) hanno un colore sbiadito e presentano un numero basso di apoteci di piccole dimensioni, man mano che ci si allontana da tale sito a massima ricaduta si avverte un miglioramento delle condizioni ambientali., infatti, nelle altre stazioni, il colore del lichene risulta più vivo, il tallo aumenta di dimensioni e i lobi acquistano un aspetto più consistente. Se ci spostiamo in zone incontaminate come Celano (AQ9) o l'altopiano delle cinque miglia, Roccapia (AQ14) è evidente il miglioramento di tutti gli aspetti considerati: il colore del tallo e degli apoteci è deciso e gli apoteci stessi sono grandi e numerosi.

Gli alberi esaminati nella zona centrale della città, in particolare a Piazza della prefettura (AQ22), presentano un numero esiguo di specie: talli di piccole dimensioni e fragili al tatto, e scolorimento a causa della forte antropizzazione della zona. Gli apoteci sono pochi e piccoli. E' stato difficile recuperare un'adeguata quantità di licheni in questa stazione poiché i tronchi (Tigli) ne erano praticamente privi e solo i rami alti ne presentavano mediocri quantità. Pochi rami raggiungibili ci hanno consentito di effettuare i prelievi. La scarsissima presenza della *X. Parietina*, lichene folioso ampiamente diffuso in ambienti fortemente antropizzati per la sua maggiore resistenza a condizioni di stress di varia origine, è certamente indice di presenza di inquinanti (ARPAV, 2004).

In questo lavoro è stato effettuato un campionamento per ogni sito, ma è importante puntualizzare che questo tipo di indagine, ovviamente, necessita di più tempo e di un numero maggiore di campionamenti per poter stabilire le variazioni delle condizioni generali di un sito. Il nostro lavoro, dunque, può essere considerato l'inizio di un monitoraggio che per essere significativo dovrebbe essere effettuato almeno per alcuni anni. E' noto che gli effetti sui licheni sono visibili solo dopo un'esposizione prolungata e se ci sarà ancora l'opportunità di continuare questo tipo di studio nei prossimi anni, sarà possibile attraverso indagini epidemiologiche, definire anche gli effetti che le polveri e gli inquinanti in generale hanno sulla salute umana.

Questi risultati di tipo qualitativo hanno dato riscontro nell'analisi di tipo quantitativo.

Tramite mineralizzazione e lettura allo AAS abbiamo potuto quantificare i metalli pesanti contenuti all'interno dei talli lichenici. Effettivamente è stato possibile relazionare l'osservazione della morfologia e della grandezza del tallo lichenico con il contenuto in metalli pesanti, in particolare il piombo. La stazione che presenta il quantitativo di piombo più alto è Piazza della Prefettura, (AQ22). La zona è sempre stata caratterizzata da un forte traffico di autoveicoli e, a causa del sisma del 2009, che oltretutto ha causato numerosi crolli proprio a ridosso della piazza, attualmente sono presenti diversi mezzi pesanti impegnati nella ricostruzione. La principale fonte di piombo è quindi rappresentata dalla combustione dei carburanti e dei lubrificanti utilizzati nei motori.

Le quantità di Cadmio misurate, invece, non sono mai rilevanti. L'introduzione del cadmio nell'ambiente deriva da deposito di materiale solido da parte delle industrie in cui viene lavorato il cadmio e da attività agricole che fanno uso di concimi fosfatidici. Sostanzialmente si accumula nel terreno legando gli acidi umici ma si può liberare nell'atmosfera. Nelle stazioni esaminate non è mai stato raggiunto un valore di alterazione legato al cadmio ad indicare che non ci sono fonti di



inquinamento tali da far registrare alti valori di questo metallo.

In generale, la composizione dei talli riflette la composizione chimica dell'atmosfera in cui i licheni crescono, ma questa relazione può essere altamente variabile perché influenzata da diversi fattori ecologici. L'assorbimento degli elementi in traccia dipende, per esempio, dalla natura dell'elemento, dalle caratteristiche morfologiche del tallo, dalla loro interazione e dai modi e tempi di permanenza degli elementi nei licheni (Garty, 2001).

### **Conclusioni e ipotesi di prosecuzione**

L'attribuzione delle stazioni alle classi di naturalità/alterazione non va interpretata in senso assoluto, ma va considerata uno strumento che permette una valutazione dell'entità delle deposizioni in termini comparativi nello spazio e nel tempo. Fornendo un'informazione sintetica sulla situazione generale dell'area di studio in un dato momento, consente infatti di individuare dei pattern spaziali di deposizione e soprattutto permette di monitorare l'evolversi della situazione nel tempo ripetendo lo studio negli anni. Anche se le nostre osservazioni non hanno individuato casi di grave contaminazione, hanno comunque mostrato delle aree con concentrazioni relativamente elevate di alcuni elementi nei talli lichenici legate alle attività umane presenti nell'area di studio. Chiaramente, non fornendo questi dati una valutazione quantitativa delle concentrazioni in aria o dei tassi di deposizione, l'importanza di queste indagini risiede soprattutto nella possibilità di valutare l'entità delle deposizioni in termini comparativi effettuando il monitoraggio delle deposizioni negli anni futuri, ottenendo informazioni sulla loro eventuale variazione

Come detto poco sopra, infine, questo tipo di indagine necessita di più tempo e di un numero maggiore di campionamenti per valutare le variazioni delle condizioni di un sito. Si può pertanto ipotizzare di proseguire il lavoro nei prossimi anni e di allargarne i contenuti eseguendo anche indagini epidemiologiche.

