

**I licheni epifiti come indicatori
dello stato di salute
di boschi planiziali lombardi**



Relazione preliminare svolta da:

CRISTINA DELUCCHI

Premessa

L'impiego delle tecniche di monitoraggio ambientale in aree naturali o semi-naturali non è ancora molto diffuso in Italia, sebbene il loro uso possa dare utili informazioni sullo stato dell'ambiente e delle aree boschive.

Un aspetto interessante dell'utilizzo dei licheni come bioindicatori è proprio quello della valutazione delle condizioni del patrimonio boschivo e degli eventuali effetti provocati dal degrado ambientale (Piervittori, 1999).

Negli anni '90 è stato promosso un progetto pilota dalla Regione Emilia Romagna per valutare lo "stato di salute" di alcuni boschi dell'Appennino tosco-emiliano: querceti (Boschi di Brisighella, 250-800 m, RA), querceti e castagneti (Boschi di Carrega, 120-325 m, PR), faggete e peccete (Boschi di Pievepelago, 1000-1700 m, MO). I maggiori fenomeni di inquinamento sono stati evidenziati in quest'ultima area nelle zone meno antropizzate, poste a quota più elevata e con precipitazioni molto abbondanti. Il deperimento dei licheni è stato quindi attribuito all'incidenza delle piogge acide (Ecothema, 1991 e 1993; Castello, 1994). Un analogo peggioramento della qualità dell'aria si è registrato anche in parti delle altre due aree boschive interessate dal ristagno delle nebbie provenienti dalla pianura padana.

Indagini lichenologiche di questo tipo possono costituire un efficace strumento di controllo ed eventualmente di prevenzione. In quest'ottica si collocano gli studi condotti in due aree boschive della provincia di Cuneo, in due contesti geografici, climatici e forestali molto diversi: una cembreta alle pendici del Monviso e un bosco misto a faggio e abete bianco sul confine con Liguria e Francia (Morisi & Sereno, 1995). In entrambi i casi la ricchezza della flora lichenica epifita ha permesso di escludere fenomeni di degrado in atto, salvo deboli segnali di danneggiamento dei talli (necrosi e depigmentazione) in alcune limitate particelle del secondo bosco, abbastanza vicino al Monte Gouta (IM) in cui un precedente studio aveva evidenziato fenomeni di degrado imputabili alle deposizioni acide già a partire dai 500 m di altitudine (Caniglia *et al.*, 1989). Uno studio esaustivo comprendente sia tecniche di bioindicazione sia di bioaccumulo è stato svolto da Lazzarin *et al.* (1997) nelle foreste dell'Altopiano del Cansiglio (Veneto orientale). I risultati hanno permesso di accertare che questa area non è soggetta a fenomeni di inquinamento ed

alcune stazioni utilizzate per il rilevamento dei licheni sono state incluse nelle particelle sperimentali per la sorveglianza intensiva e continua degli ecosistemi forestali del Veneto. La valutazione delle condizioni del patrimonio boschivo è contemporaneamente una preziosa "banca dati floristica", come viene dimostrato con lo studio di bioindicazione condotto sui rilievi montuosi di Spoleto (Umbria) dove la ricchezza floristica (161 taxa epifiti) viene utilizzata come parametro per valutare il pregio naturalistico dell'area (Ravera, 1998).

In Lombardia Maffescioni & Spinardi (1998), mediante bioindicazione lichenica, hanno studiato alcune aree forestali demaniali della Val Gerola (Dosso Cavallo e Alpe Culino) e della Val Masino (Bagni di Masino e Val di Mello). Gli Autori hanno indagato anche la zona di fondovalle che collega le due valli fino ad arrivare a Morbegno. In Val Gerola e Val Masino sono stati campionati alberi di abete rosso; nella zona di Morbegno, invece, alberi di noce, pioppi e salici. Valori di biodiversità lichenica più bassi sono stati riscontrati nell'area di Morbegno; la zona dei Bagni di Masino ha evidenziato una situazione di maggior variabilità e una più elevata presenza lichenica, mentre l'Alpe Culino, sebbene presentasse una situazione migliore rispetto a Morbegno, si è manifestata più disturbata della Val Masino.

In nessuna regione italiana sono stati effettuati studi di bioindicazione lichenica in aree forestali pianiziali. Nemmeno la zona boscata della Fagiana, località posta nel Parco del Ticino presso Pontevecchio di Magenta (MI), è stata valutata sotto questo aspetto, pur essendo stata studiata da AA.VV. (1998) per osservare danni biologici provocati presumibilmente da inquinanti dell'aria. Nell'area sono state avviate indagini di diverso tipo, ma non lichenologiche, ottenendo risultati in parte contraddittori e non generalizzabili, probabilmente a causa del breve periodo di osservazione.

Introduzione

Area di Studio

Le aree considerate sono comprese nella parte lombarda del Parco del Ticino.

In particolare sono stati monitorati:

- il Bosco "Giuseppe Negri" nell'immediata periferia di Pavia
- il Bosco "Siro Negri" nel Comune di Zerbolò (PV)
- il Bosco della "Zelata", situato tra l'omonima frazione e il paese di Bereguardo (PV)
- il Bosco dell'"Occhio" sempre nel Comune di Bereguardo
- il Bosco "Belcreda" nella frazione Belcreda di Gambolò (PV)
- la Riserva "la Fagiana" nel comune di Pontevecchio di Magenta (MI).

Queste aree rappresentano relitti di foreste planiziali di grande interesse sia dal punto di vista storico sia dal punto di vista scientifico, come campioni delle formazioni forestali originarie.

Le foreste planiziali occupavano la maggior parte della Pianura Padana interrompendosi in particolare lungo il corso dei fiumi e in altri ambienti particolari quali paludi e suoli particolarmente aridi.

Ospitavano una tipica vegetazione arborea dominata da specie di latifoglie quali farnia (*Quercus robur*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), olmo (*Ulmus minor*) cui erano associati pioppo (*Populus nigra*, *P. alba*), aceri (*Acer campestre*) e vari arbusti (nocciolo, sanguinello, evonimo, ecc.).

Il lungo processo di antropizzazione ha portato ad una riduzione progressiva delle formazioni forestali a vantaggio delle estensioni coltivate, delle aree urbanizzate e delle infrastrutture di comunicazione. Attualmente solo il 3,5% della pianura è occupata da foresta per un totale di circa 41000 ettari.

Le foreste si sono conservate solo sporadicamente per iniziativa di singoli proprietari o per la difficoltà di conversione agricola dovuta alle esondazioni fluviali. Per questo troviamo i lembi maggiori di foresta planiziali in corrispondenza dei solchi vallivi fluviali e tra questi quello che conserva la quota maggiore è la Valle del fiume Ticino; estensioni molto più

ridotte e frammentarie compaiono in fregio ad Adda, Oglio, Mincio e Po. Nel paesaggio agricolo tradizionale la forte riduzione delle estensioni forestali era parzialmente bilanciata dal fatto che al loro interno si conservavano molte situazioni marginali quali filari, siepi, fasce incolte, rive alberate, boschetti residui che costituivano un rifugio per moltissime specie legate ai boschi, alle radure e ai margini forestali. L'avvento dell'agricoltura industrializzata ha portato al paesaggio agrario attuale caratterizzato da monotonia delle colture ed eliminazione degli ambienti marginali con conseguente tendenza alla riduzione della biodiversità vegetale della pianura.

Bosco "Giuseppe Negri"

Il Bosco "Giuseppe Negri" è una Riserva Naturale Orientata, situata sulla riva destra del Canale Gravellona alla periferia della città di Pavia.

Ha un'estensione di 34 ettari con 8 km di sentieri. Nel 1968 il bosco fu lasciato in eredità da Giuseppe Negri al Comune di Pavia. Nell'estate del 1988 venne danneggiato da un violentissimo nubifragio. Dal 1991 la gestione naturalistica e didattica è stata affidata dal Comune di Pavia alla LIPU, tramite una convenzione.

Il bosco è costituito da numerose farnie, che predominano sulle altre specie soprattutto nella zona settentrionale. La parte meridionale, essendo piuttosto aperta e soleggiata, ospita alcuni esemplari di *Populus canadensis* (piantati da Giuseppe Negri), *Salix alba* e cespugli di *Cornus sanguinea* e *Viburnum opulus*, abbondante è il *Phragmites australis*. In questa zona sono numerose le specie vegetali legate ad ambienti umidi e acquatici, come *Solidago gigantea*, numerose *Carex* sp., *Lemna minor* e *Salvinia natans*. All'interno la vegetazione appare piuttosto mista: *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus minor*, *Platanus hybrida*, tra le piante ad alto fusto, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Prunus padus*, *Euonymus europaeus* tra gli arbusti. Nelle aree più soggette alla manutenzione da parte dell'uomo, come i sentieri, si possono trovare alcune piante estranee all'ambiente planiziali.

Bosco "Siro Negri"

Il Bosco "Siro Negri" è situato sulla riva destra del fiume Ticino nel comune di Zerbolò (PV) ed ha un'estensione di circa 11 ettari. E' stato donato all'Università di Pavia dall'ingegner Giuseppe Negri nel 1967 e intitolato al fratello Siro. E' una Riserva Naturale Integrale istituita nel 1970 e sancita con decreto ministeriale l'11 dicembre 1973 dal Ministero per

l'Agricoltura e le Foreste. E' gestita dal Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri dell'Università di Pavia.

L'area è interamente occupata da vegetazione forestale, la cui componente arborea principale è la farnia (*Quercus robur*). Nelle zone umide sono più frequenti i pioppi (*Populus nigra*, *Populus alba*). Gli arbusti più comuni sono il nocciolo (*Corylus avellana*), il pruno pado (*Prunus padus*) e il biancospino (*Crataegus monogyna*).

Molto interessante è il comportamento della robinia (*Robinia pseudoacacia*), che è stato oggetto di diversi studi. Si è osservato che, in assenza d'intervento antropico, questa esotica è in fase di regressione.

Le aree circostanti la Riserva sono adibite a colture intensive di *Populus canadensis*.

Bosco della "Zelata"

Il Bosco della "Zelata" si estende lungo la riva sinistra del Ticino dalla frazione Zelata fino al ponte in chiatte di Bereguardo all'interno del Comune di Bereguardo (PV).

Quest'area si trova in un ambiente umido e presenta aspetti molto diversificati.

Nelle zone soggette a parziale allagamento si trovano salici (*Salix alba*), ontani (*Alnus glutinosa*), sui terreni con umidità inferiore prosperano noccioli (*Corylus avellana*) e pioppi (*Populus nigra*, *Populus alba*). Nelle zone asciutte, querce (*Quercus robur*, *Quercus cerris*), carpini (*Ostrya carpinifolia*, *Carpinus betulus*) ed Aceri (*Acer campestre*).

Al suo interno sono presenti numerose lanche di grandezza variabile che ospitano una ricca flora acquatica composta soprattutto da *Nuphar lutea* e *Nymphaea alba*.

Bosco dell'"Occhio"

E' situato sulla sponda destra del fiume Ticino nel Comune di Bereguardo. Si estende fino al ponte di chiatte.

Lo strato arboreo è dominato da *Quercus robur*, molto frequenti anche *Robinia pseudoacacia* e *Populus nigra*. Tra gli arbusti sono presenti soprattutto *Crataegus monogyna*, *Corpus sanguinea*, *Euonymus europaeus*.

Tra le specie acquatiche predominano *Nuphar luteum* e *Ranunculus fluitans*.

Bosco "Belcreda"

E' situato nella frazione Belcreda di Gambolò (PV).

La vegetazione è rappresentata in prevalenza da carpino bianco (*Carpinus betulus*) e farnia (*Quercus robur*). Sono presenti folte siepi di nocciolo (*Corylus avellana*), ligustro

(*Ligustrum vulgare*) e rosa selvatica (*Rosa gallica*). Dove il bosco si fa più rado, al margine di fratelli aridi, si osservano specie arboree più adatte a sopportare le minore umidità del suolo, come la roverella (*Quercus pubescens*), il cerro (*Quercus cerris*) e l'orniello (*Fraxinus ornus*), ma anche arbusti come il biancospino (*Crataegus monogyna*) e la ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*).

Riserva "La Fagiana"

La Riserva Naturale Orientata "La Fagiana" è situata nel Comune di Pontevecchio di Magenta (MI).

Ha un'ampiezza di 500 ettari e si estende per una lunghezza di più di 10 chilometri sulla sponda sinistra del Ticino, da Casate a Robecco.

La sua storia è legata prevalentemente alla caccia: infatti è stata una delle grandi tenute nate dalla cessione dei diritti di caccia ai privati, voluta da Vittorio Emanuele II. La sua estensione era il doppio di quella attuale.

Nel 1974, con l'istituzione del Parco della Valle del Ticino e la definitiva abolizione della caccia, cessò totalmente l'attività venatoria. Nel 1984 l'Ente Parco Ticino acquistò gran parte dell'antica riserva e trasformò la villa all'interno dell'area in Centro Visite.

La vegetazione è costituita prevalentemente da querce (*Quercus robur*, *Quercus cerris*), nelle zone più vicine al fiume vi sono salici (*Salix alba*), nelle zone più umide, vicino ai canali, vi sono boschi di ontano nero (*Alnus glutinosa*). La Riserva è attraversata da un ramo laterale del Ticino con molte risorgive. In questa zona si trovano il crescione (*Nasturtium officinale*), il sedano d'acqua (*Apium nudiflorum*) e il ranuncolo acquatico (*Ranunculus fluitans*).

Scopo della Ricerca

Le principali finalità della ricerca sono le seguenti:

Analisi della flora lichenica delle sei aree boschive considerate

Monitoraggio della qualità dell'aria utilizzando i licheni epifiti ai fini di verificare l'applicabilità in foreste planiziali del protocollo di bioindicazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico tramite la biodiversità dei licheni epifiti

Valutazione ambientale globale e valutazione dello stato di salute dei boschi planiziali

Pianificazione di eventuali interventi per la tutela e la conservazione dell'ambiente.

Il lavoro è stato articolato in due fasi principali: lo studio della flora lichenica e l'indagine di biomonitoraggio.

In questa relazione sono riportati in dettaglio i dati relativi alla Riserva "Siro Negri", mentre nelle considerazioni conclusive vengono confrontati i risultati delle indagini effettuate in tutti i Boschi Planiziali oggetto della ricerca.

Parte I: La Flora Lichenica

Materiali e Metodi

Le indagini floristiche hanno comportato la raccolta e l'identificazione di esemplari lichenici presenti nelle aree studiate. Data l'esiguità del numero di talli presenti si è cercato di procedere all'identificazione in campo. Solo in alcuni casi è stato necessario prelevare il campione lichenico tramite l'utilizzo di un coltellino. Gli esemplari sono stati poi messi in buste di carta corredate dalle annotazioni relative ai luoghi di raccolta (nome della stazione, data di raccolta, substrato arboreo, ecc.).

La successiva identificazione è avvenuta nel Laboratorio di Lichenologia del Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri dell'Università degli Studi di Pavia. Sono stati utilizzati strumenti ottici (stereomicroscopio e microscopio ottico), chiavi analitiche e test effettuati con reagenti applicati sulla parte corticale del tallo o sulla medulla in quantità minime con micropipetta.

I reagenti utilizzati sono i seguenti:

- idrossido di potassio (KOH): è stata preparata una soluzione satura con pastiglie di KOH sciolte in acqua;
- ipoclorito di sodio: è stata usata varechina presente in commercio;

Per la corretta identificazione dei licheni crostosi è stato necessario esaminare al microscopio alcune sezioni sottili dei loro corpi fruttiferi per osservarne la struttura interna e, quando presenti, le spore con i loro caratteri (dimensioni, forma, colore, settazione).

Per l'identificazione si sono seguiti Ozenda & Clauzade (1970); Wirth (1980); Clauzade & Roux (1985); Nimis (1986); Nimis *et al.* (1987); Wirth (1987); Nimis (1992); Nimis *et al.* (1992); Nimis (1993). La nomenclatura è relativa a Nimis (2003).

Durante l'elaborazione dei dati sono stati calcolati gli spettri delle forme di crescita (Nimis, 2003) delle diverse stazioni di raccolta ed è stata valutata la distribuzione di frequenza delle specie nelle zone latitudinali europee (Wirth, 1980). Ulteriori elaborazioni ed interpretazioni dei dati sono state effettuate sulla base degli indici ecologici (Nimis, 2000).

Elenco Floristico

Le liste floristiche riportano, in ordine alfabetico, le specie rinvenute nelle diverse località indagate.

I taxa sono accompagnati dai seguenti dati:

1. FAMIGLIA DI APPARTENENZA, riferita a Poelt e Vězda (1981)

2. FORME DI CRESCITA secondo Nimis (2000), così abbreviate:

- **Cr** = crostoso
- **Cr.pl** = crostoso placodiomorfo
- **Sq** = squamuloso
- **Lepr** = leproso
- **Fol.b** = folioso ampiamente lobato (tipo *Parmelia*)
- **Fol.n** = folioso strettamente lobato (tipo *Physcia*)
- **Fol.u** = folioso umbilicato (tipo *Umbilicaria*)
- **Frut** = fruticoso

3. INDICI ECOLOGICI, proposti da Nimis (2000), relativi al pH, al grado di fotofitismo (L), di igrofitismo (H), di nitrofitismo (N).

- Indici relativi al **pH**:

1. su substrato molto acido (es. rocce silicee non eutrofizzate)

2. su substrato piuttosto acido

3. su substrato subneutro (rocce silicee ricche di basi, alberi con scorza eutrofizzata)

4. intermedio tra 3 e 5: su substrato piuttosto basico

5. su substrato basico (es. pietre calcaree)

- Indici relativi al grado di **fotofitismo L**:

1. in posizione molto ombreggiata (es. in gole profonde e foreste sempreverdi chiuse): molto sciofitico

2. in posizione ombreggiata (es. faccia esposta a nord in foreste decidue chiuse): piuttosto sciofitico

3. in aree con luce diffusa, ma con scarsa radiazione solare diretta (es. superfici orizzontali in boschi decidui piuttosto aperti): moderatamente fotofitico
4. in aree esposte al sole ma senza radiazione solare estrema (es. superfici orizzontali in luoghi poco o molto aperti): piuttosto fotofitico
5. in aree con radiazione solare diretta elevata (es. superfici esposte a sud in luoghi completamente aperti): molto fotofitico

- Indici relativi al grado di **igrofitismo H**:

1. igrofitico (periodicamente sommerso, o in aree con una frequenza molto alta di nebbia)
2. piuttosto igrofitico, intermedio tra 1 e 3
3. mesofitico
4. xerofitico (in situazioni secche, ma assente in luoghi estremamente aridi)
5. molto xerofitico (raramente applicabile ai licheni italiani per la scarsità di ambienti subdesertici)

- Indici relativi al grado di **eutrofizzazione** (inclusi depositi di polveri e sostanze azotate), **N**:

1. nessuna eutrofizzazione: anitrofitico
2. eutrofizzazione molto debole: moderatamente nitrofitico
3. debole eutrofizzazione: piuttosto nitrofitico
4. eutrofizzazione piuttosto alta: molto nitrofitico
5. eutrofizzazione molto alta: estremamente nitrofitico

- Indici di **Poleofobia** (da Nimis, 2003),

0	Usato solo per gli epifiti: seleziona le specie legate a substrati con lunga continuità ecologica (alberi e foreste antichi), in condizioni vicine alla naturalità
1	In ambienti non antropizzati
2	In ambienti moderatamente antropizzati (piccoli villaggi, paesaggi agrari con case sparse e senza agricoltura intensiva, ecc.)
3	In ambienti fortemente antropizzati (grandi aree urbane e industriali)

4. DIAGNOSI DI AREALE, tratte da Wirth (1980), con le seguenti abbreviazioni:

<ul style="list-style-type: none">• arkt = artico• bor = boreale• s'bor = sud-boreale• mieur = centro europeo• s'mieur = sud-centro europeo• smed = submediterraneo• med = mediterraneo	<ul style="list-style-type: none">• atl = atlantico• subatl = subatlantico• mo = montano• ko = continentale• subko = subcontinentale• oz = oceanico• pralp = prealpino
--	---

Quando l'areale è vasto e comprende più di una zona latitudinale, vengono indicate tutte le zone separate tra loro da una lineetta; per esempio arkt-med indica una specie il cui areale si estende dalla zona artica a quella mediterranea.

Se una zona viene messa tra parentesi, significa che ivi la specie ha una presenza isolata.

Il simbolo "." specifica meglio la regione o la fascia altitudinale di distribuzione all'interno della zona corologica che lo precede. Per esempio mieur-med.mo indica una specie presente dalla zona centroeuropea a quella mediterranea e in quest'ultima predilige la fascia montana.

Simboli e sigle sono riportati come compaiono in Wirth (1995).

5. FREQUENZA RELATIVA ALLA FASCIA BIOGEOCLIMATICA DI APPARTENENZA (Fascia E = fascia corrispondente alla Regione Padana, come indicato in Nimis, 2003)

<ul style="list-style-type: none">• a : assente• er: estremamente rara• vr: molto rara• r: rara• rr: piuttosto rara	<ul style="list-style-type: none">• rc: piuttosto comune• c: comune• vc: molto comune• ec: estremamente comune
--	---

Flora del Bosco Siro Negri

Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid. [*Physciaceae*]

Forma di crescita: crostoso (Cr)

Indici ecologici: pH: 1-2-3; L: 4-5; H: 3-4; N: 2-3-4

Distribuzione in Europa: (arkt-)bor-med

Frequenza nella fascia E: molto rara

Indice di Poleofobia: 1-3

Substrato: *Quercus robur*

Candelaria concolor (Dicks.) Stein [*Candelariaceae*]

Forma di crescita: folioso a lobi stretti (Fol.n)

Indici ecologici: pH: 3-4; L: 4-5; H: 3-4; N: 3-5

Distribuzione in Europa: s'bor-med(mo)

Frequenza nella fascia E: comune

Indice di Poleofobia: 1-3

Substrato: *Quercus robur*

Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau [*Candelariaceae*]

Forma di crescita: crostoso (Cr)

Indici ecologici: pH: 2-3; L: 3-5; H: 3; N: 2-3

Distribuzione in Europa: (arkt-)bor-med

Frequenza nella fascia E: rara

Indice di Poleofobia: 1-3

Substrato: *Quercus robur*

Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng. [*Cladoniaceae*]

Forma di crescita: fruticoso (Frut)

Indici ecologici: pH: 2-3; L: 3-4; H: 2-3; N: 1-3

Distribuzione in Europa: bor-smed(-med)

Frequenza nella fascia E: molto rara

Indice di Poleofobia: 1-2

Substrato: *Quercus robur*

Lecanora chlarotera Nyl. [*Lecanoraceae*]

Forma di crescita: crostoso (Cr)

Indici ecologici: pH: 2-3; L: 3-5; H: 3-4; N: 2-5

<p>Distribuzione in Europa: bor-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: piuttosto comune</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-3</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Lepraria</i> sp. [<i>Lichenes imperfecti</i>]</p> <p>Forma di crescita: leproso (Lepr)</p>
<p><i>Melanelia fuliginosa</i> (Duby) Essl. subsp. <i>glabratula</i> [<i>Parmeliaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi larghi (Fol.b)</p> <p>Indici ecologici: pH: 1-3; L: 3-4; H:2- 3; N: 2-3</p> <p>Distribuzione in Europa: bor-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: rara</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-3</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Naetrocymbe punctiformis</i> (Pers.) R.C.Harris [<i>Pleusporaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: fungo non lichenizzato (F)</p> <p>Indici ecologici: pH: 2-3; L: 3-5; H: 3; N: 1-2</p> <p>Distribuzione in Europa: bor-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: rara</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-2</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Opegrapha atra</i> Pers. [<i>Opegraphaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: crostoso (Cr)</p> <p>Indici ecologici: pH: 2-3; L: 2-4; H: 2-3; N: 1-2</p> <p>Distribuzione in Europa: s'bor-med, (subatl)</p> <p>Frequenza nella fascia E: estremamente rara</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-2</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Parmelia sulcata</i> Taylor [<i>Parmeliaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi larghi (Fol.b)</p> <p>Indici ecologici: pH: 1-3; L: 3-5; H:2- 3; N: 1-3</p> <p>Distribuzione in Europa: arkt-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: piuttosto rara</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-3</p>

Substrato: <i>Quercus robur</i>
<p><i>Parmotrema chinense</i> (Osbeck) Hale & Ahti [<i>Parmeliaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi larghi (Fol.b)</p> <p>Indici ecologici: pH: 2; L: 3-4; H:2- 3; N: 1-2</p> <p>Distribuzione in Europa: mieur-subatl-med(mo/subatl)</p> <p>Frequenza nella fascia E: estremamente rara</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-2</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg [<i>Physciaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi stretti (Fol.n)</p> <p>Indici ecologici: pH: 2-5; L: 3-5; H: 3-4; N: 4-5</p> <p>Distribuzione in Europa: bor-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: comune</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-3</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC. [<i>Physciaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi stretti (Fol.n)</p> <p>Indici ecologici: pH: 2-3-4; L: 4-5; H: 3-4; N: 3-4</p> <p>Distribuzione in Europa: (arkt-)bor-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: estremamente rara</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-2</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt subsp. <i>grisea</i> [<i>Physciaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi stretti (Fol.n)</p> <p>Indici ecologici: pH: 3-5; L: 4-5; H: 3-4; N: 3-5</p> <p>Distribuzione in Europa: mieur-med</p> <p>Frequenza nella fascia E: comune</p> <p>Indice di Poleofobia: 1-3</p> <p>Substrato: <i>Quercus robur</i></p>
<p><i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr. [<i>Teloschistaceae</i>]</p> <p>Forma di crescita: folioso a lobi larghi (Fol.b)</p> <p>Indici ecologici: pH: 2-4; L: 3-5; H: 3-4; N: 3-4</p> <p>Distribuzione in Europa: bor-med</p>

Frequenza nella fascia E: piuttosto rara

Indice di Poleofobia: 1-3

Substrato: *Quercus robur*

Risultati e Discussione

Forme di crescita

La lista floristica comprende 15 taxa reperiti nel bosco Siro Negri e/o nelle sue immediate vicinanze.

Il grafico di Fig. 1 riporta, espresso in valori percentuali, lo spettro delle forme di crescita, calcolato sul totale delle specie individuate.

I licheni fogliosi in senso lato (Fol.n + Fol.b) predominano su quelli crostosi (Cr), seguono i fruticosi (Frut), i leprosi (Lepr) ed i funghi non lichenizzati (F).

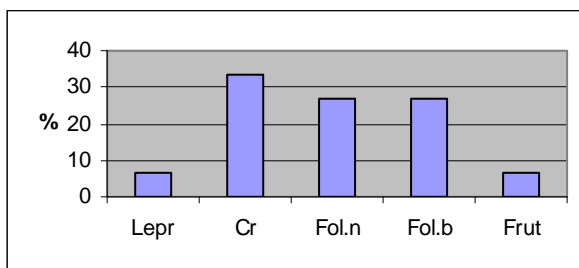
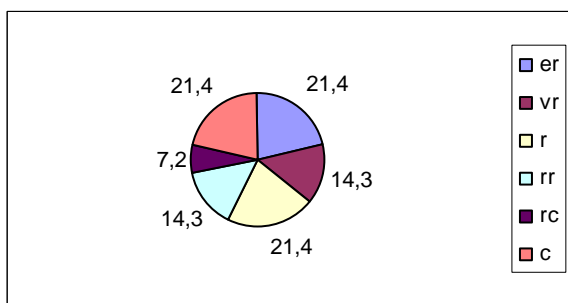


Fig. 1. Spettro delle forme di crescita

Frequenza nella fascia biogeoclimatica padana

Il 28,6% (Fig. 2) dei taxa censiti nell'area di studio risulta essere da comune a piuttosto comune nella regione fitoclimatica Padana (E); un 35,7% è da piuttosto raro a raro, e un altro 35,7 % risulta essere da molto ad estremamente raro.



er: estremamente raro
vr: molto raro
r: raro
rr: piuttosto raro
rc: piuttosto comune
c: comune

Fig. 2. Frequenza dei taxa nella regione fitoclimatica Padana

Diagnosi di Areale

Il grafico in Fig. 3 descrive come le specie, osservate durante l'esecuzione dei rilievi, sono distribuite nelle zone latitudinali d'Europa: esse appartengono soprattutto all'elemento temperato e presentano una prevalente gravitazione centro-meridionale.

Nel complesso la florula lichenica manifesta caratteristiche fitogeografiche che concordano con il clima del territorio studiato, caratterizzato da precipitazioni moderate e temperature invernali non particolarmente rigide.

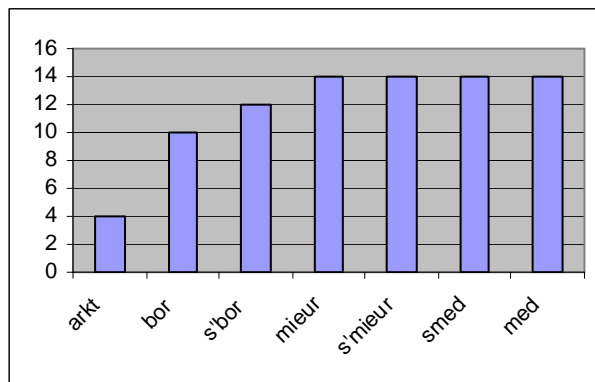


Fig. 3. Distribuzione di frequenza delle specie nelle zone latitudinali europee

Indici ecologici

Per quanto concerne gli indici ecologici (Fig. 4), pH (acidofitismo), L (fotofitismo), H (igrofitismo) e N (nitrofitismo), predominano i taxa piuttosto acidofitici, piuttosto fotofitici e mesofitici; in relazione al grado di eutrofizzazione, invece, i taxa sono in prevalenza da moderatamente a piuttosto nitrofitici.

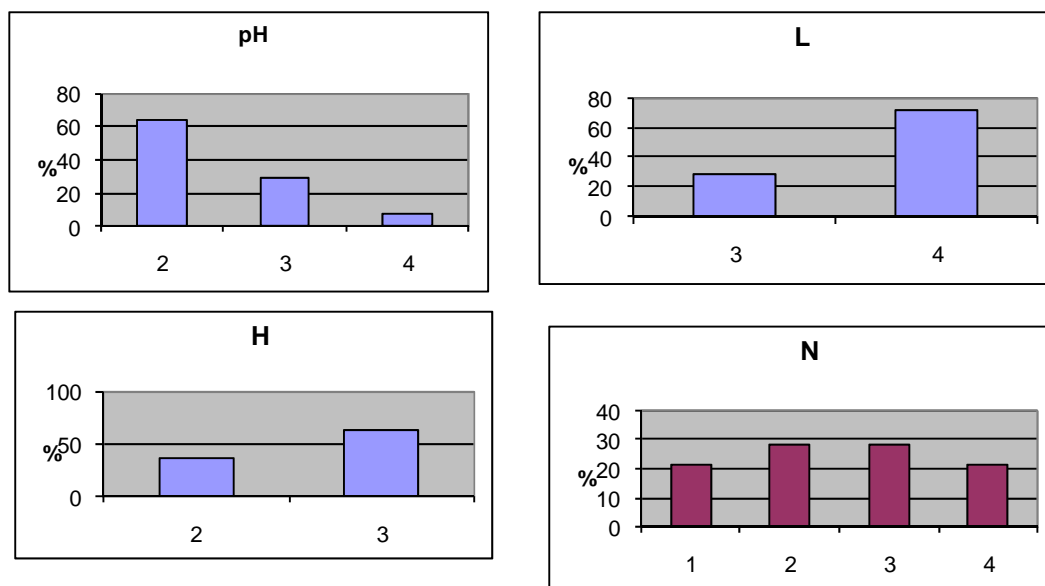


Fig. 4 Indici ecologici e specie

Indice di Poleofobia

I licheni censiti, infine, in relazione agli indici di poleofobia (Fig. 5) risultano vivere in ambienti a diverso grado di antropizzazione. Prevalgono, tuttavia, i taxa di ambienti non e moderatamente antropizzati, in numero inferiore sono le specie di aree fortemente antropizzate.

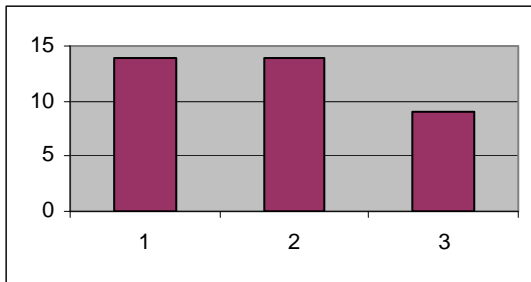


Fig. 5. Distribuzione di frequenza dei taxa in relazione agli indici di poleofobia

Parte II: Il Biomonitoraggio

Materiali e Metodi

L'attività di biomonitoraggio è stata svolta seguendo la metodica proposta nel Manuale APAT del 2001, basata sulla frequenza delle specie licheniche corticicole espresse dall'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.).

Per ogni stazione sono stati campionati da 3 a 5 alberi appartenenti alla specie *Quercus robur*, essenza ampiamente diffusa nell'area di indagine. I forofiti idonei sono stati selezionati in base a caratteristiche standard, quali:

- inclinazione del tronco non superiore a 10 °,
- scorza integra,
- copertura di briofite inferiore al 25%,
- circonferenza del tronco superiore a 70 cm.

Per ogni rilievo è stato utilizzato un reticolo (AA.VV., 2001) composto da 4 subunità di 10x50 cm, a loro volta formate da una serie lineare di suddivise in 5 quadrati di 10x10 cm (Fig. 6), posizionato verticalmente in corrispondenza dei 4 punti cardinali ad un'altezza di 100 cm dal suolo.

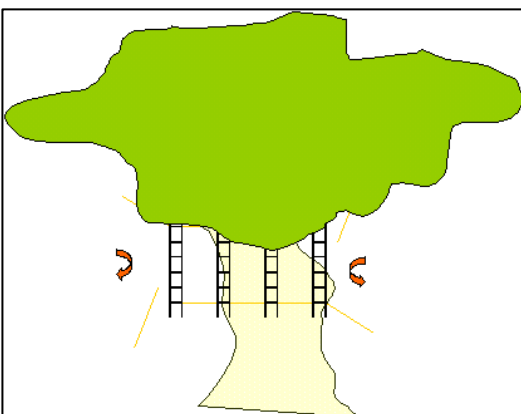


Fig. 6 Reticolo di rilevamento

I.B.L.	CLASSE
> 75	Naturalità molto alta
61-75	Naturalità alta
46-60	Naturalità media
31-45	Naturalità bassa/Alterazione bassa
16-30	Alterazione media
1-15	Alterazione alta
0	Alterazione molto alta

Tab. 1. Valori di I.B.L. e scala di valutazione

Per ogni campionamento sono state riportate: data, circonferenza del tronco, stazione, esposizione, specie licheniche all'interno dei reticoli e loro frequenza, intesa come presenza nei rettangoli del reticolo (i valori di frequenza saranno quindi compresi tra 1 e 10).

Sono stati sommati i valori di BL di tutti i rilievi presi nello stesso punto cardinale (BL del punto cardinale: BLN, BLE, BLS, BLO), successivamente è stato diviso ogni valore totale del punto cardinale per il numero di alberi di ciascuna stazione ed infine sono stati sommati i valori medi di BL dei quattro punti cardinali per ottenere il valore di BL della stazione (BLs). I valori di IBL i rilevati in ciascuna stazione sono stati valutati in base alla scala proposta da Castello & Skert nel 2005 e riportato in Tabella 1. Ogni valore di IBL ricade in un intervallo al quale viene attribuito un determinato colore ed un giudizio sul grado di allontanamento dalla situazione di naturalità.

Risultati e Discussione

L'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.) dell'area di studio è pari a 23,6. Tale valore permette di collocare l'area in una situazione di alterazione media, a cui corrisponde un grado di inquinamento medio-elevato.

Considerazioni conclusive

L'elenco floristico, riportato in modo schematico in Tab. 2, comprende 30 taxa appartenenti a 21 generi, 28 specie e 3 taxa infraspecifici (sottospecie e varietà).

La Riserva "La Fagiana" risulta la località floristicamente più ricca, in quanto sono stati raccolti 24 taxa, seguono il Bosco "Belcreda" con 19, la Riserva "Siro Negri" con 15, il Bosco della "Zelata" con 10, il Bosco dell'occhio con 7 e il Bosco "Giuseppe Negri" con 6 taxa.

Dalla Tab. si rileva, inoltre che 2 taxa (evidenziati in azzurro) non sono stati ancora reperiti nella Fascia Biogeoclimatica E, corrispondente alla regione Padana: *Cladonia foliacea* e *Cladonia pleurota* (Nimis, 2003).

In Tab. 3 sono riportati i dati relativi ai valori di I.B.L. delle aree monitorate. La situazione migliore si riscontra nella Riserva della Fagiana, dove il valore di I.B.L. è pari a 56,8 espressione di una situazione di naturalità media ed inquinamento medio-moderato. La Riserva Siro Negri ed il Bosco di Belcreda sono situate in una condizione di alterazione media e di inquinamento medio-elevato. I valori più bassi sono stati rinvenuti nelle vicinanze dei Boschi Giuseppe Negri, Zelata e Occhio, che con una condizione di alterazione alta esprimono un grado di inquinamento elevato.

Il valore medio calcolato per le 6 aree indagate risulta essere pari a 22,2. Tale valore indica una condizione di alterazione media e inquinamento medio-moderato

Tab. 2– Elenco Floristico generale. GN= Bosco "Giuseppe Negri", SN = Bosco "Siro Negri", Z = Bosco della "Zelata", O = Bosco dell'"Occhio", F = Riserva "La Fagiana". In azzurro sono evidenziate le nuove segnalazioni relative alla Regione Padana (Nimis, 2003)

	SPECIE LICHENICHE DELLA LOMBARDIA	GN	SN	Z	O	B	F
1	<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	X	X	X	X	X	X
2	<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein.	X	X	X	X	X	X
3	<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	X	X	X	X	X	X
4	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flroerke) Spreng..		X		X	X	X
5	<i>Cladonia foliacea</i> (Huds.) Willd.				X	X	
6	<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad.				X	X	
7	<i>Cladonia pleurota</i> (Flroerke) Schaer.					X	
8	<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm..				X	X	
9	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale			X		X	X
10	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.					X	X
11	<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Floerke) H. Mayrhofer & Poelt			X		X	X
12	<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	X					X
13	<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.		X			X	
14	<i>Lecidella ealeochroma</i> (Ach.) M.Choisy						X
15	<i>Lepraria</i> sp.		X	X		X	X
16	<i>Melanelia fuliginosa</i> (Duby) Essl. subsp. <i>glabratula</i>		X	X			X
17	<i>Naetrocymbe punctiformis</i> (Pers.) R.C.Harris		X				
18	<i>Opegrapha atra</i> Pers.		X	X	X	X	X
19	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor		X			X	X
20	<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Ach.						X
21	<i>Parmotrema chinense</i> (Osbeck) Hale & Ahti		X				X
22	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg.	X	X			X	X
23	<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Floerke) Moberg						X
24	<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H.Olivier			X		X	X
25	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	X	X	X		X	X
26	<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt subsp. <i>grisea</i>		X				X
27	<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf var. <i>furfuracea</i>						X
28	<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog					X	X
29	<i>Usnea</i> sp.						X
30	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.		X				X

Tab. 3- Valori I.B.L e loro interpretazione

STAZIONI	I.B.L.	Classe di valutazione	Gradi di Inquinamento
Bosco Giuseppe Negri	9,4	Alterazione alta	Elevato
Riserva Siro Negri	23,6	Alterazione media	Medio-Elevato
Bosco della Zelata	6,6	Alterazione alta	Elevato
Bosco dell'Occhio	9	Alterazione alta	Elevato
Bosco di Belcreda	27,8	Alterazione media	Medio-Elevato
Riserva La Fagiana	56,8	Naturalità media	Medio-Moderato

Bibliografia

1. AA.VV., 1998. *Esempio di studio: il caso Valtellina*. In: Ballarin Denti A., Cocucci S. M., Sartori F. (eds.), *Monitoraggio delle foreste sotto stress ambientale*. Fondazione Lombardia Ambiente: 273-416.
2. CANIGLIA G., DE BENEDETTI M., FERRARO G., 1989. *Vegetazione lichenica epifita del versante orientale del monte Gouta (Alpi Marittime)*. Giornale Botanico Italiano, 123(1): 94.
3. CASTELLO M., 1994. *Monitoraggio della qualità dell'aria mediante licheni: esperienze sul bioaccumulo e sulla bioindicazione in Italia*. In: Gasparo D., Zappa L. (eds.), *Organismi come bioindicatori ambientali*. Ecothema, Trieste: 111-126.
4. CASTELLO M., SKERT N., 2005. *Evaluation of lichen diversity as an indicator of environmental quality in the North Adriatic submediterranean region*. Science of the total environment, 336: 201 – 214.
5. CLAUZADE G., ROUX C., 1985. *Likenoj de Okcidenta Europa. Illustrita Determinlibro*. Bull. Soc. Bot. Centre Ouest, n.s. num. Spec.: 7-1985, 893
6. ECOTHEMA, 1991. *Studio di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite licheni. In: Progetto di uno studio sul deperimento e sulla protezione delle foreste contro l'inquinamento atmosferico*. Regione Emilia Romagna.
7. ECOTHEMA, 1993. *Studio sul deperimento e sulla protezione delle foreste contro l'inquinamento atmosferico nei boschi demaniali di Forlì, Modena, Piacenza e Bologna*. Regione Emilia Romagna, Progetto CEE (Reg. 3528/86).
8. LAZZARIN G., LAZZARIN A., GASPARO D., 1997. *Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico con l'utilizzo di licheni epifiti come bioindicatori e bioaccumulatori nel*

settore veneto dell'altopiano del Cansiglio. Regione Veneto. Assessorato Agricoltura e Foreste, 79 pp.

9. MAFFESIONI R., SPINARDI A. M., 1998. *Inquinamento atmosferico mediante bioindicatori lichenici*. In: Ballarin Denti A., Cocucci S. M., Sartori F. (eds.), *Monitoraggio delle foreste sotto stress ambientale*. Fondazione Lombardia Ambiente: 294-302.
10. MORISI A., SERENO M., 1995. *I licheni dei boschi dell'Alevè e delle Navette*. Provincia di Cuneo, Assessorato Tutela Ambiente, Quaderno N. 68, 3-87.
11. NIMIS P.L., 1986. *I macrolicheni d'Italia: chiavi analitiche per la determinazione* - Gortania, 8:101-220
12. NIMIS P.L., 2000. *Checklist of the Lichens of Italy 2.0* - University of Trieste, Dept. of Biology, IN2.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
13. NIMIS P.L., 2003. *Checklist of the Lichens of Italy 3.0* University of Trieste, Dept. of Biology, IN2.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
14. OZENDA P. CLAUZADE G., 1970. *Les lichens. Etude biologique et flore illustrée*. Masson. Paris, 801
15. PIERVITTORI R., 1999. *Licheni come bioindicatori della qualità dell'aria: stato dell'arte in Italia*. In: Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale". Roma, 26-27 novembre 1998, ANPA, 2/1999: 97-122
16. POELT J., VEZDA A., 1981. *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten* - Ergänzungsheft II - Gartner Verlag. Vaduz
17. RAVERA S., 1998. *Contributo alla conoscenza dei licheni d'Italia: la florula epifitica dello Spoletino (Regione Umbria)*. Biologi Italiani, 6:17-24.
18. WIRTH V., 1980. *Flechtenflora*. Ulmer. Stuttgart, 552
19. WIRTH V., 1995. *Flechtenflora 2*. Auflage. Ulmer, Stuttgart, 661