

**Zeitschrift:** Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale

**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali ; Museo cantonale di storia naturale

**Band:** 4 (1993)

**Artikel:** I popolamenti lichenici epifiti del Mottarone (Novara) : considerazioni sulla loro distribuzione come rivelatori della qualità dell'aria

**Autor:** Caniglia, Giovanni / De Benetti, Mauro / Fontanella, Silvia

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-981601>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

GIOVANNI CANIGLIA, MAURO DE BENETTI, SILVIA FONTANELLA,  
FRANCESCA PETROCCIONE

**I POPOLAMENTI LICHENICI EPIFITI DEL  
MOTTARONE (NOVARA);  
CONSIDERAZIONI SULLA LORO  
DISTRIBUZIONE COME RIVELATORI DELLA  
QUALITA' DELL'ARIA.**

Lavoro eseguito con finanziamento ENEL-CRTN

---

Dipartimento di Biologia - Sezione Geobotanica - Via Trieste, 75  
- 35121 PADOVA

## RIASSUNTO

Il Mottarone è un rilievo montuoso di natura granitica situato tra il lago d'Orta il lago Maggiore. I due bacini lacustri conferiscono a questo territorio insubrico un clima idoneo allo sviluppo di una lussureggiante flora.

In quaranta differenti siti, distribuiti su tutta l'area del Mottarone, si sono eseguiti un centinaio di rilevamenti della vegetazione lichenica epifita per verificare se le condizioni climatiche, ipotizzate favorevoli allo sviluppo dei licheni, fossero in qualche maniera influenzate da fenomeni di inquinamento atmosferico tali da essere messi in evidenza dallo studio delle comunità licheniche.

A causa dell'ampia fascia altitudinale indagata (da 200, fino a 1470 m), la tipologia forestale è disomogenea, pertanto le comunità licheniche sono state rilevate su substrati differenti (aceri, castagni, faggi, frassini, tigli, conifere, ecc.). Nonostante questa eterogeneità si è cercato di interpretare le differenti tipologie utilizzando l'Indice di Presenza Lichenica (IPL) che ha portato alla realizzazione di una mappa rappresentativa della densità di distribuzione dei licheni nel territorio indagato.

## ABSTRACT

The epiphytic lichens of Mottarone (Novara-Italy); Consideration about their distribution as air quality detectors.

Mount Mottarone is a granitic formation situated between the Lake of Orta and Lake Maggiore. These lacustrine basins give an insubric climate to the territory favouring the growth of luxuriant flora.

In forty different places, distributed over on area of Mottarone, we took about a hundred relevees of epiphytic lichen vegetation to verify if the climate, presupposed favourable to growth of lichens, was influenced by atmospheric pollution.

Because of the wide altitudinal belt (from 200 m, to 1470 m a.s.l.) the forestal typology is dishomogeneous, so the lichen communities were taken from different substrata (bark of: maple, chestnut, beech, ash, lime, conifer, etc.). Notwithstanding this heterogeneity, we interpreted the different typology, and using the Lichen Presence Index (LPI) we drew a map of density lichen distribution to correlate with the atmospheric pollution.

## INTRODUZIONE

Il Mottarone (1491 m s.l.m.) è un rilievo montuoso di natura granitica che si erge tra la sponda sud occidentale del lago Maggiore e quella orientale del lago d'Orta. Verso nord è delimitato dallo Strona, emissario del lago d'Orta, il quale proseguendo verso ovest si immette nel Toce; verso sud il monte degrada dolcemente verso la pianura piemontese.

Pur trovandosi in zona prealpina, il Mottarone risulta particolarmente esposto alle correnti aeree d'alta quota provenienti da settentrione, per questo motivo è stato ritenuto un sito idoneo per studi sul trasporto a lunga distanza di inquinanti atmosferici e sugli effetti dello svalicamento delle masse d'aria (CAMUFFO et al., 1988, 1988a). A questo scopo vi è stata attivata una stazione di monitoraggio ambientale costituita da due postazioni, una situata ad Alpe Albero, 920 m, comune di Gignese (Novara) e l'altra a Cima Mottarone, 1480 m, nel comune di Stresa (Novara).

Ad Alpe Albero sono stati collocati gli analizzatori di  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  e  $\text{O}_3$ , (tabella 1 - valori medi mensili relativi agli anni 1987, 1988, 1989 - dati ENEL), mentre i sensori meteorologici sono stati installati in parte ad Alpe Albero (temperatura, umidità relativa, pressione, radiazione solare) e in parte nella stazione periferica di Monte Mottarone (velocità e direzione del vento). Attraverso i valichi alpini il trasporto di ossidi di zolfo e azoto viene considerato nel complesso

Tabella 1

Dati chimici della stazione di monitoraggio del MOTTARONE												
anno 1987	Dati ottenuti dalle medie giornaliere.											Media annuale
me	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
O3 ppb	29	31	44	63	52	49	58	47	44	32	30	31
SO <sub>2</sub> ppb	8	10	10	5	2	2	3	1	3	3	3	6
NO ppb	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
NO <sub>2</sub> ppb	7	8	8	9	4	4	4	3	4	5	3	4
												5.25
anno 1988	Dati ottenuti dalle medie giornaliere.											Media annuale
me	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
O3 ppb	37	40	40	45	51	--	67	56	55	34	30	28
SO <sub>2</sub> ppb	6	6	2	1	1	--	2	1	3	2	8	4
NO ppb	1	0	1	0	0	--	0	0	0	1	1	1
NO <sub>2</sub> ppb	3	5	2	2	1	--	3	1	3	4	11	6
												3.42
anno 1989	Dati ottenuti dalle medie giornaliere.											Media annuale
me	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
O3 ppb	33	25	42	40	--	--	54	54	42	42	29	32
SO <sub>2</sub> ppb	6	5	6	2	3	2	2	2	5	7	7	4
NO ppb	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2
NO <sub>2</sub> ppb	10	9	7	4	9	6	4	2	2	5	15	9
												6.83

abbastanza modesto (BACCI, PAGLIARI, LONGHETTO, 1988), tuttavia sui substrati acidi del Mottarone le deposizioni, sia umide che secche, derivanti dal trasporto di masse d'aria inquinata provenienti dalla Pianura Padana, risultano particolarmente significative (BUF-FONI, GIULINI, SCHENONE, 1988).

Le indagini ambientali che si basano esclusivamente sul rilevamento di parametri chimico-fisici forniscono dati puntiformi e precisi, mentre un monitoraggio di tipo biologico, che può essere anche complementare rispetto ad uno strumentale, fornisce informazioni più generali basate sulla risposta integrata "memorizzata" da organismi sensibili alle variazioni ambientali. Col biomonitoraggio un particolare "fenomeno" può essere riconosciuto e seguito in un'area assai vasta (NIMIS et al., 1991) rispetto a un singolo sito di rilevamento strumentale, anche se l'interpretazione dei "messaggi" biologici può presentare un certo grado di soggettività a seconda che sia possibile o meno verificare analiticamente le cause sensibilizzanti. In ogni caso gli organismi forniscono una risposta continua che non è legata a problemi di alimentazione, taratura, memorizzazione, lettura dei dati, ecc., pertanto alla lunga offrono degli indubbi vantaggi anche in termini economici.

## I LICHENI COME BIOINDICATORI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

E' noto che i licheni sono forme di vita particolarmente sensibili alle variazioni ambientali (HAWKSWORTH & ROSE, 1979) in quanto, essendo privi di strutture di protezione, sono in grado di accumulare sostanze assorbendole anche da soluzioni molto diluite. A causa del loro lento metabolismo risentono a distanza di tempo della presenza di sostanze inquinanti, essi sono perciò utilizzabili, in particolare le forme epifite, come bioindicatori e bioaccumulatori essendo anche in grado di rilevare effetti sinergici (LIEBENDÖRFER et al. 1988).

Gli "inquinanti" agiscono sui licheni sia direttamente, causando danni al tallo, che indirettamente, rendendo il substrato inadatto alla diffusione dei loro propaguli.

L'intensità di questi effetti, tuttavia, varia a seconda della maggiore o minore sensibilità delle specie considerate, della topografia dei luoghi in esame, dei venti dominanti e delle concentrazioni degli inquinanti presenti nell'aria.

Indagini sperimentali hanno messo in evidenza che la rarefazione dei licheni epifiti è essenzialmente causata dalla presenza di sostanze acidificanti (p.es.: ossidi di zolfo o di azoto)(NIMIS et al., 1991) alle quali i licheni reagiscono con differente sensibilità (WIRTH, 1987).

Accanto alle deposizioni acide meritano di essere ricordati altri inquinanti che possono provocare danno ai licheni quali: prodotti chimici usati in agricoltura, fluoruri, fumo e metalli pesanti (ferro, zinco, cadmio, piombo); questi ultimi giocano un ruolo sempre più importante, soprattutto lungo le autostrade e le strade ad elevato traffico (TÜRK, 1988; CANIGLIA & CALLIARI, 1989; CANIGLIA et al, 1989).

## I LICHENI DEL MOTTARONE

Il Mottarone essendo situato tra due ampi bacini lacustri in grado di fornire una consistente umidità atmosferica associata a una buona termoregolazione (Fig. 1), gode di un clima mite teoricamente favorevole allo sviluppo di cenosi licheniche; tuttavia dall'osservazione diretta di piante ad alto fusto (conifere, castagni, faggi con diametro anche superiore al metro, ecc.) si è potuta constatare una generalizzata scarsità in licheni epifiti foliosi e anche la quasi totale mancanza di cenosi pioniere a licheni crostosi.

Si sono riscontrate inoltre evidenti alterazioni sulla superficie dei talli foliosi a rosetta, soprattutto su *Parmelia tiliacea* (Hoffm) e *Parmelia caperata* (L.) Ach..

## LA VEGETAZIONE LICHENICA COME INDICE AMBIENTALE

Se particolari condizioni ambientali possono essere messe in evidenza dalla presenza o dall'assenza di determinate specie, o dal danneggiamento dei talli (p.es.: sbiancamento, distacco dal substrato, ecc.), l'esame comparato delle cenosi permette di valutare in maniera integrata l'andamento della diffusione e dello sviluppo delle comunità licheniche e, come conseguenza, evidenziare eventuali "disturbi" ambientali.

La misura del fenomeno può essere valutata mediante l'utilizzo di indici ecologici basati sull'analisi quantitativa delle cenosi come per esempio l'Indice di Purezza Atmosferica (I.A.P.) di LEBLANC & DE SLOOVER (1964), oppure l'Indice di Presenza Lichenica (I.P.L.) (CANIGLIA et al., 1988).

## METODOLOGIA

Per l'analisi della vegetazione lichenica epifita del Mottarone sono stati eseguiti 118 campionamenti dislocati in 40 differenti stazioni distribuite uniformemente sul territorio

A causa delle differenti tipologie forestali riscontrate, dovute in parte alla compressione e alla sovrapposizione delle fasce vegetazionali, ma soprattutto alle numerose interferenze antropiche tra le quali l'introduzione di numerose specie esotiche, non si è potuto utilizzare

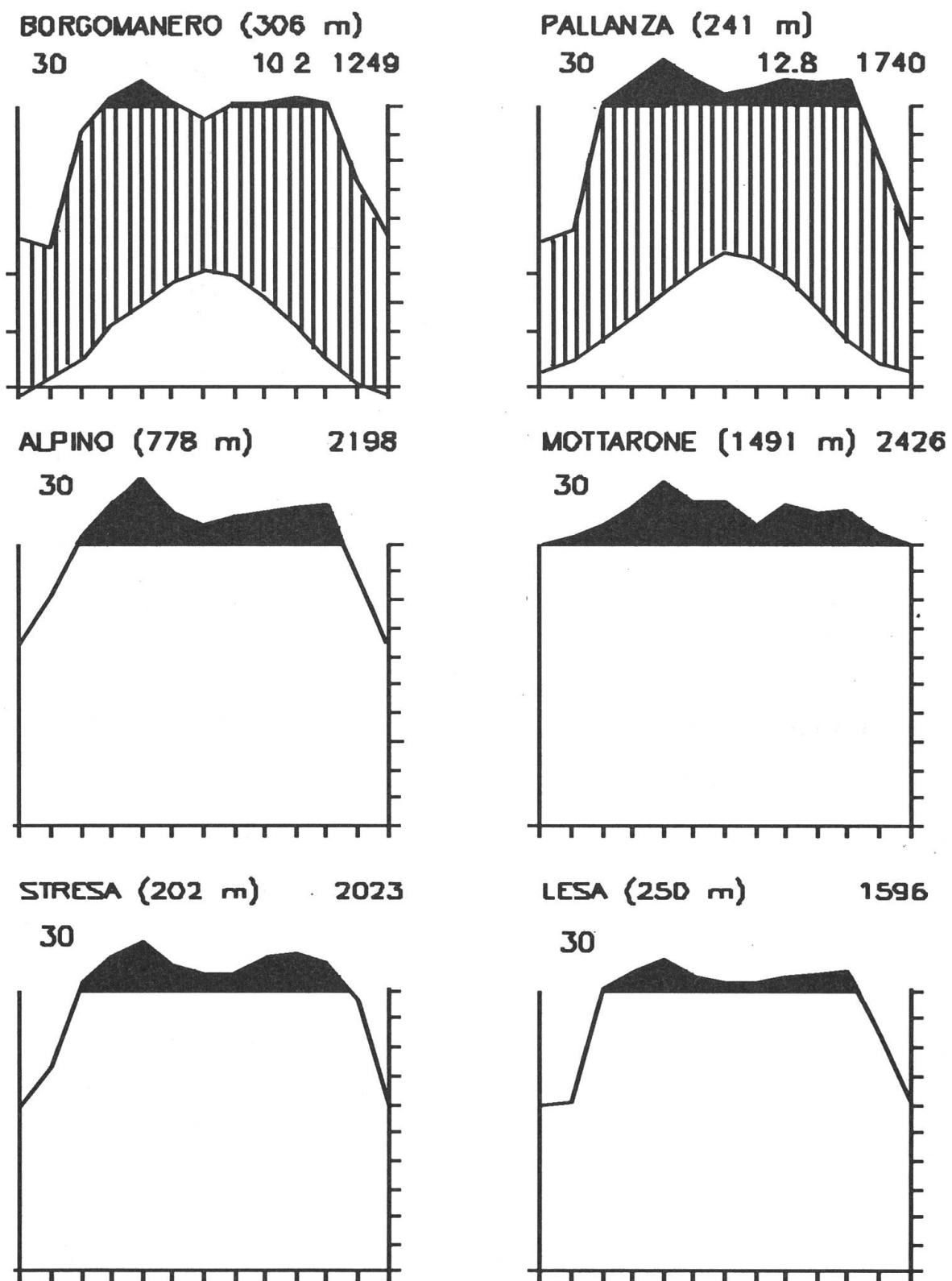


Fig.1 Diagrammi ombrotermici (sec. WALTER & LIETH. 1960) per le stazioni di Borgomanero e Pallanza, (MM.LL.PP., 1959, 1966).  
 Diagrammi delle piovosità per le stazioni di Alpino, Mottarone, Stresa e Lesa (MM.LL.PP., 1959).

un substrato unitario di rilevamento, pertanto siamo stati costretti a campionare le cenosi licheniche epifite su scorze di tipo differente.

La fascia altitudinale entro la quale si è operato è stata di circa 1300 m; dai 200 m di Arona (sponda sud occidentale del Lago Maggiore) fino ai quasi 1500 m della cima del Mottarone. Per standardizzare il più possibile la metodica di rilevamento si è fatto uso di un reticolo avente una superficie di 6 dm quadrati, realizzato con due asticcioli di plexiglass mantenute parallele da cordini. Tale reticolo veniva applicato sui tronchi da rilevare posizionandolo a un'altezza di circa 1,5 m dal suolo, sul lato a copertura lichenica maggiore.

Per la determinazione delle specie raccolte si sono utilizzate le opere di WIRTH (1980, 1987), NIMIS (1987) e CLAUZADE & ROUX (1985) ed è a quest'ultima opera che si fa riferimento per la nomenclatura specifica.

## DISCUSSIONE E RISULTATI

Utilizzando i dati rilevati, tutti in un arco limitato di tempo (22-25 agosto 1988), si sono definite le tipologie vegetazionali delle cenosi licheniche epifite (BARKMAN, 1958).

La comunità lichenica epifita più diffusa, è riferibile alla "sociazione a *Parmelia* spp. vv." NIMIS 1982. Si tratta di un cenotipo con fisionomia poco marcata, descritto da NIMIS (1982) per il Carso Triestino, ma riscontrabile con frequenza nelle zone collinari del Veneto e, in condizioni ambientali favorevoli, anche in quelle di pianura (DE BENETTI, CANIGLIA, 1989). E' una comunità moderatamente fotofila, non essendo mai presente in luoghi esposti alla luce solare diretta ed è caratterizzata dalla presenza di parecchie specie appartenenti al genere *Parmelia*.

Le specie più frequenti e costanti sono: *Parmelia caperata* (L.) Ach. (presente, come elemento di primo piano soprattutto su alberi a scorza ruvida), *Parmelia sulcata* Tayl. (frequente dalla fascia planiziale a quella subalpina), *Parmelia subrudecta* Nyl. (meno comune al di sotto della fascia montana, presenta una certa tendenza ad instaurarsi nell'ambito di sinusie nitro-fotofile dello *Xanthorion parietinae* Ochsner 1928), *Parmelia tiliacea* (Hoffm.) Ach. (abbastanza diffuso dalla fascia planiziale a quella montana, con optimum nelle quercete).

In alcune aree, presumibilmente a forte inquinamento, le specie suddette mostrano vistose variazioni cromatiche del tallo, una minore adesione al substrato e talora anche un completo distacco dal substrato.

Le specie che appartengono allo *Xanthorion parietinae* Ochsner 1928 sono sempre largamente diffuse in senso altitudinale, anche se sono più frequenti nei siti di campionamento delle quote inferiori; nel complesso queste si sono rivelate specie euricee e tossitolleranti, tendenzialmente nitrofile, e indicatrici di substrati eutrofici e secondariamente basici.

Gli unici substrati che ospitano comunità che si discostano completamente dalle altre sono le scorze delle conifere sulle quali trovano ospitalità specie acidofile quali: *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf, *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.) Nyl. e *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Queste danno vita a cenosi attribuibili allo *Pseudevernetum furfuraceae* Hil. 1925, associazione che trova il suo optimum nella fascia montana e subalpina costituita prevalentemente da specie fotofile e aeroigrofile.

La tabella n 2 sintetizza il lavoro svolto; in essa si sono indicate il numero della stazione (ordinate in senso altitudinale decrescente), l'altitudine, il valore di IPL della stazione, l'esposizione, la percentuale di copertura lichenica, quella algale e quella muscinale. Inoltre sono state usate le seguenti abbreviazioni per indicare la specie arborea ospitante la cenosi.

A	=	<i>Acer</i> sp.	Ms	=	<i>Malus sylvestris</i> Miller
Ap	=	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Pe	=	<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link
Ag	=	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	Pa	=	<i>Prunus avium</i> L.
B	=	<i>Betula</i> sp.	Pc	=	<i>Pyrus communis</i> L.
Fs	=	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Qr	=	<i>Quercus rubra</i> L.
Fe	=	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Sa	=	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Jr	=	<i>Juglans regia</i> L.	Tc	=	<i>Tilia cordata</i> Miller
Ld	=	<i>Larix decidua</i> L.			

Tabella 2

N° Stazione	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Altitudine m s.l.m.	1470	1040	1030	1010	1005	995	980	910	905	900	800	770	725	690	650	630	620	610	580	530	
IPL	8.6	4.8	3.3	2.7	3.6	7.2	4.0	2.0	5.4	8.8	2.9	1.2	0.6	4.9	3.2	5.6	1.3	5.6	6.1	10	
Classe di IPL	IV	II	II	II	II	III	II	I	III	IV	I	I	II	II	III	I	II	II	IV		
Substrato	Sa Ap	Ap Fe	Fe Fe	Ap Ap	Pe Ld	Fs Fs	Ld Ld B	Pa Pa	Fe Fe Fe Cs	Ld Ld Ld Ld	Pa Pa Fe	Fe Fe B	A Fe Fe	Fs Ap	Po Tc	Jr B	Pa Ld Cs Qr Cs	Tc Tc Tc Tc Tc	Fe Jr Cs	Cs Fs Pa Jr Jr	
Superficie rilevata dm <sup>2</sup>	6 6	6 6	6 6	6 6	6 6	6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6	6 6 6		
Esposizione	NO E	NO SO	0 N	0 NE	N N SO	N N	NO NE NO	NE 0	0 E E NE	NE NE NO SE	SE NE NE	NE NO NO	NE N NE	NO SE	SO S	E - SO	- - NE	0 NE NO SO SO SO	0 NE NE	SO NO SE N S 0	
Copertura lichenica %	85 48	58 23	10 45	83 81	2 20	30 0	50 60	15	60 55	80 95	85 60	76 21	56 78	22 30	5	83 32	21	100 73	70	74 38	12 70 32 35
Copertura muscinale %	0 0	0 25	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0 50	2 0 15	0 + 2	
Copertura algale %	+ 0	0 0	0 +	0 0	90 50	5 50	0 + 1	0 +	0 0 0	0 0 0	0 0 0	+ 10 10	0 40 1	0 0 0	70 0	60 1	0 0 20	0 0 0 0	0 0 0 0 0	7 0 +	
Numero specie	8 5	3 6	5 2	3 7	2 2	2 0	5 5 2	4 4 5	9 12 2	3 5 6 2	2 6 1	3 7 9	9 5 7	2 6	0 4	2 0 3 1	0 0 2	4 7 6 1	8 3 3	3 3 2 7 4	
Parmelia caperata				4 1	1			1 1	3								1 1 2	1 1 2 1	1	1 1 1 1	
Chrysotrix candelaris	1	1				1			+ 3								2 1	1 1 1	1	1 + 1 1 1	
Parmelia sulcata	+ 3	1	1	1 1													1 1 1	1 1 1	1	1 +	
Hypogymnia physodes			+ 1 1		1 1 1	1 1				4 1 2 1	1						1 1 1	1 1 1	1	1 +	
Lepraria sp.			1							1 1							1 1	1 1	1		
Pseudevernia furfuracea			+ +		1 2 1	2 2	1 1	1 1									1	1	1		
Lepraria aeruginosa																					
Candelaria concolor	1	+																			
Parmelia exasperatula																					
Parmelia subrudecta																					
Parmelia tiliacea			1																		
Usnea hirta	+ 1																				
Graphis scripta																					
Parmelia subaurifera	2		1 3																		
Xanthoria parietina																					
Lecidella elachroma																					
Physcia adscendens	+																				
Xanthoria candelaria		1																			
Physcia stellaris	+ 1	1																			
Lecanora intumescens	2																				
Lecidella euphorea	2																				
Opegrapha herbarum																					
Lecanora pulicaris																					
Phaeophyscia hirsuta																					
Pertusaria albescens																					
Normandina pulchella																					
Opegrapha atra																					
Physconia distorta		1																			
Cladonia sp.																					
Physconia grisea																					
Rinodina pyrina		1	1																		
Physcia sp.																					
Phaeophyscia orbicularis																					
Physcia tenella																					
Hyperphyscia adglutinata																					
Candelariella xanthostigma																					
Parmeliopsis ambigua																					
Lecanora sp.																					
Parmelia pastillifera	1 +																				
Lecanora argentata																					
Altre specie	2 0	0 0	1 1	0 0 0 0 0 0	1 1 0	0 0 0 3 1 1	1 1 3 1	0 1 0	0 0 3	0 0 0	0 2	0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 1 0	0 0 0	0 1 0	0 0 0	0 1 0		

Tabella 2 (seguito)

N° Stazione	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Altitudine m s.l.m.	520	510	510	505	500	470	460	450	450	430	425	410	405	390	370	370	230	212	210	203		
IPL	5.6	0.0	2.2	0.9	6.3	0.0	4.4	9.0	0.4	2.4	2.3	0.5	3.9	2.1	4.5	0.3	2.3	3.7	1.0	2.1		
Classe di IPL	III	I	II	I	III	I	II	IV	I	II	II	I	II	II	II	I	II	I	II	II	P	
Substrato	Tc Tc Tc Tc Tc Cs Fe Tc Tc Tc Cs Cs Fs Jr Ap Fs Pc Pc Jr Jr B Cs Fs Fs Cs Cs Qr Qr Tc Tc Pa Ms Pa Ag Fe Fe Jr Cs Cs Cs Tc Tc Pn Pn Pn Tc Tc Tc Tc Tc Tc Tc Tc																				R	
Superficie rilevata dm <sup>2</sup>	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	6 6 6 6 6	E
Esposizione	SO N SE E SE	-	SO NO N NO	SO SO -	0 NO	NO	N N	N NE	N N N N N E	E E	SE SE	N N S	NE SE 0	0	N NE NO	E 0	NE NE NE	NE NE NE S	-	NO O N O NO NE S	S	
Copertura lichenica %	60 30 58 98 90	0	17 47 12 75	25 10 0	41 37	0	17 87	80 52	2 60 0 0 0 1 2	70 8	15 17	1	100 40	50 20 10	45	5 + 10	71 5	60 15 3	0 0 0 1 0	50 5 22 15 20 15 6	E	
Copertura muscinale %	0 0 0 0 0	0	3 10 5 10	8 10 0	7 0	0	75 10	5 10	2 80 0 0 0 3 15	0 15	0 0	0	0 + 0	25 50 20	3	99 - 70	5 5	10 0 30	0 0 0 0 0	10 50 50 10 10 5 60	N	
Copertura algale %	0 0 0 0 0	0	0 + 0 0 0	0 0 0	0 30	15	0 0	0 0	50 0 50 0 0 3 10	0 0	0 + 0	5 0 0	0 + 0 0	0 70 0	0 +	+ 30 +	10 0 10 25 0	0 0 0 0 0 15 0	0 0 0 0 0 15 0	Z		
Numero specie	7 5 6 6 3	0	6 3 5 3	2 2 0	9 2	0	5 5	9 8	1 1 0 0 0 1 2	3 6	4 2	1	2 3	3 4 2	5	1 1 2	3 2	5 5 2	0 0 0 1 0	8 3 2 4 2 1 2	A	
<i>Parmelia caperata</i>	1 1 1 1 4	1	1 +	1	3	+ 1				1	1	1	3 1	1							40	
<i>Chrysothrix candelaris</i>	1 + 1 1 1	1	1		2	1				+ 1	1 1	1	1				+ +	1	1 + +		38	
<i>Parmelia sulcata</i>	1 1 +				1	1 +	+		1				1				1				29	
<i>Hypogymnia physodes</i>					1 1															23		
<i>Lepraria</i> sp.																				1		
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	1 1									1	1	1	1 1 1				1 + +	1	1 1		17	
<i>Lepraria aeruginosa</i>					2	1			3		+	1								1 1 1 1	16	
<i>Candelaria concolor</i>		+	+ 1			1														+	16	
<i>Parmelia exasperatula</i>	1 + 1																				15	
<i>Parmelia subrudecta</i>	1 3 2				2	1	1 1						3 +								14	
<i>Parmelia tiliacea</i>						3 1														11		
<i>Usnea hirta</i>	1																			8		
<i>Graphis scripta</i>					1														1 1	8		
<i>Parmelia subaurifera</i>																				8		
<i>Xanthoria parietina</i>																				8		
<i>Lecidella elaochroma</i>					1															7		
<i>Physcia adscendens</i>																				7		
<i>Xanthoria candelaria</i>						1														1		
<i>Physcia stellaris</i>							1													7		
<i>Lecanora intumescens</i>																				5		
<i>Lecidella euphorea</i>																				5		
<i>Opegrapha herbarum</i>																				5		
<i>Lecanora pulicaris</i>																				5		
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>					1															4		
<i>Pertusaria albescens</i>																				4		
<i>Normandina pulchella</i>						1														4		
<i>Opegrapha atra</i>																				4		
<i>Physconia distorta</i>																				4		
<i>Cladonia</i> sp.																				4		
<i>Physconia grisea</i>																				4		
<i>Rinodina pyrina</i>																				4		
<i>Physcia</i> sp.																				3		
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>																				3		
<i>Physcia tenella</i>																				3		
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>																				3		
<i>Candelariella xanthostigma</i>																				3		
<i>Parmeliopsis ambigua</i>																				3		
<i>Lecanora</i> sp.																				3		
<i>Parmelia pastillifera</i>																				3		
<i>Lecanora argentata</i>																				3		
Altre specie	0 1 0 0 0	0	0 1 1 2	0 0 0	1 0	0	1 1	1 2	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0	0 0	0	0 0	0 0 0	2	0 0 0	0 1	1 0 1	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0		

Nonostante questa eterogeneità nei substrati e dei popolamenti, si è cercata una chiave di lettura univoca che mettesse in luce sia la complessità delle cenosi che il loro ricoprimento sul substrato rilevato. A questo scopo abbiamo applicato un indice numerico: Indice di Presenza Lichenica (IPL) (CANIGLIA et al., 1988; CANIGLIA et al., 1989).

Questo indice, che si ispira all'analogo Indice di Purezza Atmosferica (IAP) di LEBLANC & DE SLOOVER (1970) e sue successive modificazioni (DERUELLE, 1978), differisce dai modelli originari per la classe di copertura adottata e per l'ampiezza dei valori che variano da un minimo di 0 a un massimo di 10.

I nostri valori di IPL sono quindi indici relativi che, per un territorio omogeneo, non eccessivamente esteso e dalla morfologia abbastanza semplice, forniscono una indicazione sulla diversificazione nei componenti delle comunità licheniche e sulla loro copertura; da ciò è possibile dedurre per via indiretta informazioni sullo "stato" dell'ambiente.

Sulla base dei dati rilevati in campo, abbiamo applicato la formula dell'I.P.L. che è la seguente:

$$I.P.L. = \frac{\sum_1^n q \times c}{(\sum_1^n q \times c) \max} \times 10$$

ove, in un rilievo di **n** specie,

**q** = **Coefficiente Ecologico di una Specie**, cioè il numero medio di specie che accompagnano nei rilievi in cui essa è presente (si tratta di un'informazione sulla maturità e/o complessità delle cenosi in cui la specie stessa compare).

**c** = **Classe % di Copertura**, espressa con i valori 1-2-3-4-5 (PIGNATTI, 1952). La sola presenza (indicata col simbolo +) è stata valutata 0.5.

$(\sum_1^n q \times c) \max$  = il più alto valore di sommatoria ottenuto.

Un basso valore di I.P.L. corrisponde a una scarsa complessità e/o a un basso grado di copertura delle cenosi licheniche. Il valore di I.P.L. è stato calcolato dapprima per ciascun rilievo, successivamente è stato ricavato quello medio riferito alle singole stazioni di rilevamento.

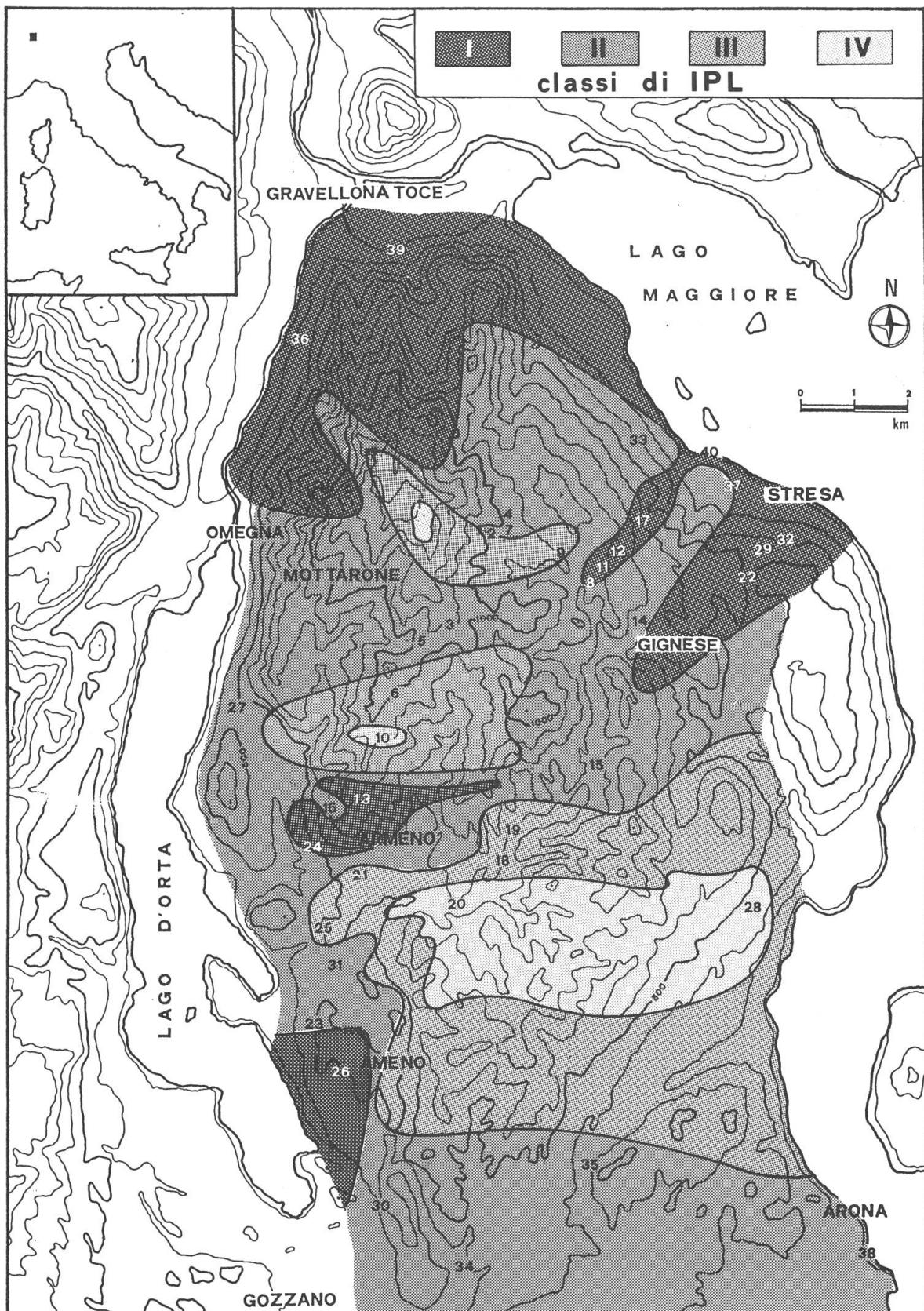
Ciò ha permesso di elaborare una carta distributiva (Fig. 2) redatta in funzione dell'appartenenza dei singoli siti di rilevamento a una particolare classe di IPL.

Al fine di rappresentare, in maniera un po' enfatizzata, le aree ove la presenza dei licheni presenta i valori massimi e i valori minimi, si è dato maggior risalto ai valori estremi di IPL (minima e massima diversificazione della comunità lichenica); pertanto, per ogni stazione, i valori di I.P.L. stati ripartiti nelle seguenti quattro classi a intervallo variabile:

- I classe = IPL da 0 a < 2
- II classe = IPL da 2 a < 5
- III classe = IPL da 5 a < 8
- IV classe = IPL da 8 a 10

Nella cartina (Fig. 2) sono tracciate delle linee "isolicheniche" che rappresentano gli ecotoni teorici per valori di IPL uguali a: 2, 5, 8.

Come si può notare i valori più bassi di I.P.L. si riscontrano sia in prossimità dei centri abitati (soprattutto Stresa e Armeno) che alle quote più basse, in particolare nel settore nord e nord occidentale ove molto intenso è il traffico stradale e ove è presente una discreta attività industriale. E' da osservare inoltre che valori di I.P.L. appartenenti alla I e II classe sono localizzati anche in stazioni interne o prossime al Parco del Mottarone (stazioni 2, 4, 7, 8.).



Rappresentazione cartografica della distribuzione lichenica nel territorio del Mottarone. Le aree più chiare, corrispondenti a indici di IPL più elevati, presentano comunità licheniche più consistenti; al contrario le aree più scure sono indicative di una bassa presenza lichenica probabilmente causata da fattori ambientali naturali e/o indotti.

Quindi, nonostante il clima favorevole, ciò che si riscontra in questa zona è un diffuso segno di "malessere" delle comunità licheniche epifite che faticano ad instaurarsi e a raggiungere il grado di complessità (numero di specie e grado di ricoprimento) che ci si aspetterebbe. In conclusione la scarsità in specie può forse venire imputata sia a fattori naturali, variazione di microclima, differenza di substrato, che agli effetti di una generalizzata deposizione acida. Va anche tenuto presente inoltre che l'area del Mottarone è soggetta a un notevole flusso turistico, di conseguenza il traffico veicolare specialmente lungo i laghi, è molto intenso e questo fatto contribuisce a un generale peggioramento della qualità dell'aria.

## APPENDICE 1

### Elenco delle stazioni di campionamento

n°	Quota	località
1	1470	Cima Mottarone - albergo Casa della neve
2	1040	Parco del Mottarone
3	1030	Strada per Gheggino
4	1010	Parco del Mottarone - fonte Vitaliana
5	1005	Verminasca
6	995	Strada per Gheggino - loc. A.Verde
7	980	Parco del Mottarone
8	910	Parco del Mottarone - inizio strada a pedaggio
9	905	Parco del Mottarone
10	900	Madonna di Luciago
11	800	Albergo Alpino
12	770	Alpino
13	725	Armeno
14	690	Gignese centro
15	650	Torrente Agogna
16	630	Strada per Geggio e Armeno
17	620	Strada per Levo - Gignese
18	610	Sovazza - incrocio
19	580	Ragazzi
20	530	Sovazza
21	521	Armeno
22	515	Locco
23	510	Madonna della Bocciola
24	505	Armeno - verso Agano
25	500	Miasino - vicino Camping
26	470	Strada per Vacciago
27	460	Agrano
28	450	Tra Nebbiuno e Massino Visconti
29	450	Gignese
30	430	Bolzano Novarese
31	425	Miasino - viale
32	410	Strada per Vedasco - Gignese
33	405	Campino
34	390	Orio di sopra
35	370	Campaccio
36	370	Strada Granerolo - Gabbio
37	230	Stresa - stazione FF.SS.
38	212	Arona - Tra Invorio superiore e Carpaccio
39	210	Cantonaccio
40	203	Stresa lago - Carciano

## APPENDICE

Elenco delle "altre specie" non specificate nella tabella 2

<i>Arthonia patellulata</i> Nyl.	- stazione 23, 35
<i>Arthopyrenia antecellens</i> (Nyl.) Arnold	- stazione 23
<i>Arthopyrenia punctiformis</i> Massal.	- stazione 1
<i>Bryoria smithii</i> (Du Rietz) Brodo et D. Hawksw.	- stazione 5
<i>Bryoria</i> sp.	- stazione 2
<i>Buellia disciformis</i> (Fr.) Mudd	- stazione 37
<i>Buellia punctata</i> (Hoffm.) Massal.	- stazione 38
<i>Caloplaca cerina</i> (Ehrht. ex Hedw.) Th. Fr.	- stazione 7, 9
<i>Candelariella vitellina</i> (Ehrht.) Muell. Arg.	- stazione 11
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	- stazione 27
<i>Evernia divaricata</i> (L.) Ach.	- stazione 7
<i>Hypocenomyces scalaris</i> (Ach.) Choisy	- stazione 7
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	- stazione 21
<i>Lecania cyrtella</i> (Ach.) Th. Fr.	- stazione 23
<i>Lecanora albescens</i> (Hoffm.) Massal.	- stazione 9
<i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Nyl.	- stazione 16, 25
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	- stazione 6
<i>Lecanora chlarothera</i> Nyl:	- stazione 6, 19
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	- stazione 38
<i>Lecanora leptyrodes</i> (Nyl.) Degel	- stazione 1
<i>Lecidea meiocarpa</i> Nyl.	- stazione 8, 9
<i>Lepraria latebrarum</i> sensu Ozenda et Clauz.	- stazione 23
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	- stazione 6
<i>Letharia vulpina</i> (L.) Hue:	- stazione 7
<i>Parmelia exasperata</i> De Not.	- stazione 3
<i>Parmelia glabratula</i> (Lamy) Nyl.	- stazione 30
<i>Phaeophyscia chloantha</i> (Ach.) Moberg	- stazione 40
<i>Physcia biziana</i> (Massal.) Zahlbr.	- stazione 6
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichs.) Moberg	- stazione 28
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.Culb. et C.Culb.	- stazione 5
<i>Rinodina sophodes</i> (Ach.) Massal	- stazione 3
<i>Thelenella modesta</i> (Nyl.) Nyl.	- stazione 11
<i>Xanthoria fallax</i> (Hepp.) Arnold	- stazione 28, 35

## BIBLIOGRAFIA

BACCI P., PAGLIARI M., LONGHETTO A., 1988 - Trasporto di inquinanti a distanza. - Atti del Convegno "Trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici e stato dell'ambiente in zona alpina" Univ. Padova/CNR/ENEL-DSR-CRTN. Bressanone 27-28 ottobre 1988: 23pp.

BARKMAN J.J., 1958 - Phytosociology and Ecology of cryptogamic ephyphites. - Von Gorcum & Co., Assen: 628 pp.

BUFFONI A., GIULINI P., SCHENONE G., 1988 - Bioaccumulo di elementi negli anelli legnosi nelle Alpi centro-occidentali e stato nutritivo delle piante. - Primi risultati. - Atti del Convegno "Trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici e stato dell'ambiente in zona alpina" Univ. Padova/CNR/ENEL-DSR-CRTN. Bressanone 27-28 ott.: 15 pp.

CAMUFFO D., BERNARDI A., BACCI P., NOVO A., ONGARO A., 1988 - Aspetti chimico-fisici del trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici in un valico nelle Alpi orientali. - Atti

Conv.: L'inquinamento atmosferico e suo impatto sull'ambiente. Sep Pollution, Padova, 87-108.

CAMUFFO D., BERNARDI A., ONGARO A., BACCI P., NOVO A., 1988 a - Condizioni metereologiche favorevoli al trasporto di inquinanti atmosferici attraverso il passo del Brennero. - Atti Conv.: Trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici e stato dell'ambiente in zona alpina. Bressanone, 27-28 ott.: 32pp.

CANIGLIA G., 1989 - La qualità dell'aria secondo i licheni. - Difesa ambientale. 13 (6-7): 55-57.

CANIGLIA G., CALLIARI I., 1989 - Indagine in fluorescenza X sull'accumulo di alcuni elementi in licheni della valle Isarco (Bolzano). - Giorn.Bot.Ital., 123, suppl.: 151.

CANIGLIA G., DE BENETTI M., BUSNARDO A., LUCHESCHI E., 1988 - La vegetazione lichenica epifita, indice ambientale in valle Isarco (Bolzano). - Thalassia salentina, 18: 284-304

CANIGLIA G., DE BENETTI M., CALLIARI I., 1989 - Lichenes and humans activities: an experience in the Isarco valley (North-Italy). - Atti Coll."Uomo e Ambiente - La componente vegetale nei sistemi antropici"Roma, 24.10.89: 103-113.

CLAUZADE G., ROUX C., 1985 - Likenoj de Okcidenta Europo. Illustrita Determinlibro. - Bull.Soc.Bot.Centre-Ouest, nov. ser., Numéro spécial, 7: 893 pp.

DE BENETTI M., CANIGLIA G., 1989 - Considerazioni sulle cenesi epifite a *Parmelia caperata* (L.) Ach. nel Veneto. - Lavori Soc.Ven.Sc.Nat., 14 (1): 131-139

DERUELLE S., 1978 - Etude comparée de la sensibilité de trois méthodes d'estimation de la pollution atmosphérique, en utilisant les lichenes comme indicateurs biologiques, dans la région de Mantes (Yvelines). - Rev.Bryol.Lichénol., 44 (4): 429-441.

HAWKSWORTH D.L., ROSE F., 1979 - Lichens as Pollution Monitors. - Arnold, London: 59pp.

LEBLANC F., DE SLOOVER, 1970 - Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. - Can.J.Bot., 48: 1485-1496.

LIEBENDÖRFER, L. HERZIG R., URECH M., AMMANN K., 1988 - Evaluation und Kalibrierung der Schweizer Flechten-Indikationsmethode mit wichtigen Luftschadstoffen. Staub - Reinhaltung der Luft, 48: 233-238.

MM.LL.PP., 1959 - Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950. Pubbl. n. 24 del Servizio Idrografico. - Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.

MM.LL.PP., 1966 - Distribuzione della temperatura dell'aria in Italia nel trentennio 1926-1955. Pubbl. n. 21 del Servizio Idrografico. - Istituto Poligrafico della Stato, Roma.

NIMIS P.L., 1982 - The epiphytic Lichen Vegetation of the Trieste Province (North eastern Italy).- Studia Geobotanica, 2: 169-191.

NIMIS P.L., 1987 - I macrolicheni d'Italia. Chiavi analitiche per la determinazione. - Gortania. Atti Museo Friul.Storia Nat., 8: 101-220.

NIMIS P.L., LAZZARIN G., GASPARO D., 1991 - Lichens as bioindicators of air pollution by SO<sub>2</sub> in the Veneto region (NE Italy). - Studia Geobotanica, 11: 3-76.

PIGNATTI S., 1952 - Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. - Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 28 (4): 265-329.

TÜRK R., 1988 - Bioindikation von Luftverunreinigungen mittels Flechten. Ökophysiologische Probleme durch Luftverunreinigungen. - Institut fur Pflanzenphysiologie Karl Franzens Universität Graz: 13-27.

WALTER H., LIETH H., 1960 - Klimadiagramm Weltatlas. - Fischer, Jena.

WIRTH V., 1980 - Flechtenflora. - Ulmer, Stuttgart, 552 pp.

WIRTH V., 1987 - Die Flechten - Baden-Württembergs. - Ulmer, Stuttgart: 528 pp.

