

**Liceo Scientifico "G. da Piaz" di Feltre (BL)  
con annessa sezione Classica**

**A.S. 1999-2000**

**Licheni come bio-accumulatori di radioattività nelle  
Prealpi e nelle Dolomiti del Bellunese:  
dati preliminari**



**Coordinamento didattico:** *prof. Giovanni Storti*

**Coordinamento scientifico:** *dr. Juri Nascimbene*

**Collaborazioni:** *ARPAV di Belluno - sez. Fisica ambientale;  
Istituto Follador di Agordo - sez. per chimici*

# **LICHENI COME BIO-ACCUMULATORI DI RADIOATTIVITÀ NELLE PREALPI E NELLE DOLOMITI DEL BELLUNESE: DATI PRELIMINARI**

## **INDICE**

- 1. Presentazione**
- 2. Introduzione**
- 3. Territorio di studio**
- 4. Materiali e metodi**
- 5. Presentazione dati e discussione**
- 6. Conclusioni**
- 7. Ringraziamenti**
- 8. Bibliografia**
- 9. Elenco allievi che hanno partecipato**

## 1. PRESENTAZIONE

L'idea di utilizzare i licheni alpini come bioaccumulatori di radioattività è nata nel corso di analoghe esperienze condotte sia ad Agordo che a Feltre in cui veniva applicata la metodologia "classica" per l'impiego di licheni epifiti come bioindicatori. Si è appunto manifestata l'esigenza di tentare altri percorsi sperimentali che fossero adatti allo studio della qualità ambientale in ambiente dolomitico e prealpino, abbandonando per un po' le aree maggiormente antropizzate del fondovalle.

Inizialmente ci si è attivati nel reperimento di adeguati riferimenti bibliografici sulla base dei quali poter strutturare il nostro progetto di ricerca. In questa fase ci si è inoltre avvalsi di alcuni consigli scientifici pervenutici dal prof. Giovanni Caniglia dell'Università di Padova.

L'esigenza di lavorare su un territorio abbastanza esteso e la necessità di eseguire analisi quantitative sul materiale raccolto ci ha indotti a ricercare la collaborazione sia dell'Istituto Follador di Agordo (sezione per chimici) che del laboratorio di Fisica Ambientale dell'ARPAV di Belluno. La realizzazione di queste collaborazioni ha consentito delle sinergie tali da ampliare oltre le nostre iniziali aspettative le valenze del progetto:

- sul piano didattico il lavoro ha stimolato i ragazzi ad operare utilizzando il metodo sperimentale tenendo conto di fonti bibliografiche, di problematiche operative inerenti il campionamento e abituandoli alla consapevolezza dell'utilità del continuo confronto del proprio studio e lavoro con quello svolto dagli altri soggetti coinvolti;
- la scuola ha assunto un ruolo attivo nello studio del territorio "sul territorio", uscendo dal suo ambito più tradizionale, intessendo contatti e confrontandosi con Enti e realtà diverse;
- il laboratorio di Fisica Ambientale ha manifestato con una collaborazione attiva e vivace il proprio interesse per la metodologia e le prospettive della ricerca;
- crediamo che la Provincia di Belluno, che attraverso il circuito Provincia Spettacolo ha cofinanziato l'iniziativa, possa constatare l'effetto "volano" del proprio ruolo, che in questo caso si traduce nel reperimento di dati ambientali sul proprio territorio.

L'impianto fondamentale del lavoro, che necessariamente ha carattere preliminare, si basa sullo studio di sette punti campione distribuiti nei tre sistemi paesaggistici della provincia di Belluno (Prealpi, Dolomiti esterne, Dolomiti interne), in maniera tale da poter valutare in chiave climatica e vegetazionale la presenza e l'andamento di eventuali gradienti di bioaccumulo.

Questa ricerca che ha dimostrato la possibilità di impiegare con efficacia i licheni come bioaccumulatori di metalli pesanti e radioattività in ambiente dolomitico, potrà essere in futuro sviluppata ampliando e intensificando la maglia di campionamento in maniera tale che i dati possano avere una maggiore rappresentatività della situazione in provincia di Belluno.

Prof. Giovanni Storti & dr. Juri Nascimbene

## **2. INTRODUZIONE**

In questa epoca in cui il nucleare è ancora al centro di molte controversie, ci è sembrato attuale uno studio sull'inquinamento radioattivo, visto che stiamo ancora vivendo le conseguenze dell'incidente di Chernobyl. In questo lavoro i licheni sono stati usati come bioaccumulatori, ruolo un po' inconsueto per noi che conoscevamo questi organismi come agenti di degrado su alcuni monumenti locali studiati gli scorsi anni. Inoltre, ci siamo mossi seguendo un metodo di ricerca diverso e molto più accattivante di quello usato normalmente a livello scolastico: gli incontri si sono svolti di pomeriggio nei laboratori del Liceo e questo ci ha permesso di vedere in un'ottica diversa l'ambiente scolastico, abbiamo effettuato i rilevamenti durante uscite di gruppo in quota e ci siamo avvalsi di computer. Abbiamo sperimentato, insomma, il metodo di lavoro scientifico "sul campo" in una situazione reale mentre durante le ore scolastiche lo affrontiamo solo in teoria.

In questa attività siamo stati supportati dall'esperienza del dott. Nascimbene e del prof. Storti e dalla professionalità e disponibilità del laboratorio di fisica ambientale dell'A.R.P.A.V. di Belluno.

Interessante e coinvolgente è stata anche la collaborazione con gli allievi della sezione chimici dell'Istituto minerario di Agordo.

### 3. TERRITORIO DI STUDIO

La nostra analisi di bioaccumulo di attività radioattiva si è sviluppata in tre diverse aree della provincia di Belluno (e zone circostanti) che si differenziano per motivi bioclimatici. Le correnti dell'Adriatico infatti si arrestano in prevalenza sui primi massicci montuosi delle Prealpi e Dolomiti esterne rendendo il clima sempre meno umido man mano che si procede verso l'interno dell'area montana. Per questo motivo la zona prealpina è meno arida di quella delle Dolomiti interne.

#### ***Zona Prealpina.***

Clima: ai piedi dei massicci temperato caldo, sulle cime condizioni alpine; piovosità elevata in tutte le stagioni compresa tra 1500 e 1800 mm/anno.

Limite della vegetazione arborea: 1600m , brughiera subalpina a larice e rododendro.

#### ***Dolomiti esterne***

Clima: di tipo alpino ma a carattere suboceanico (formazione di nebbie e precipitazioni abbondanti durante la stagione estiva). Piovosità compresa tra i 1250 e i 1500mm/anno.

Limite della vegetazione arborea: 1700m circa , brughiera a larice e rododendro.

#### ***Dolomiti interne***

Clima: carattere continentale, precipitazioni limitate concentrate soprattutto in primavera ed autunno. Piovosità compresa tra i 1000 e i 1250mm/anno.

Limite della vegetazione arborea: 2400m , boschi misti di larice e pino cembro (larici-cembrete)

#### **Siti di rilevamento**

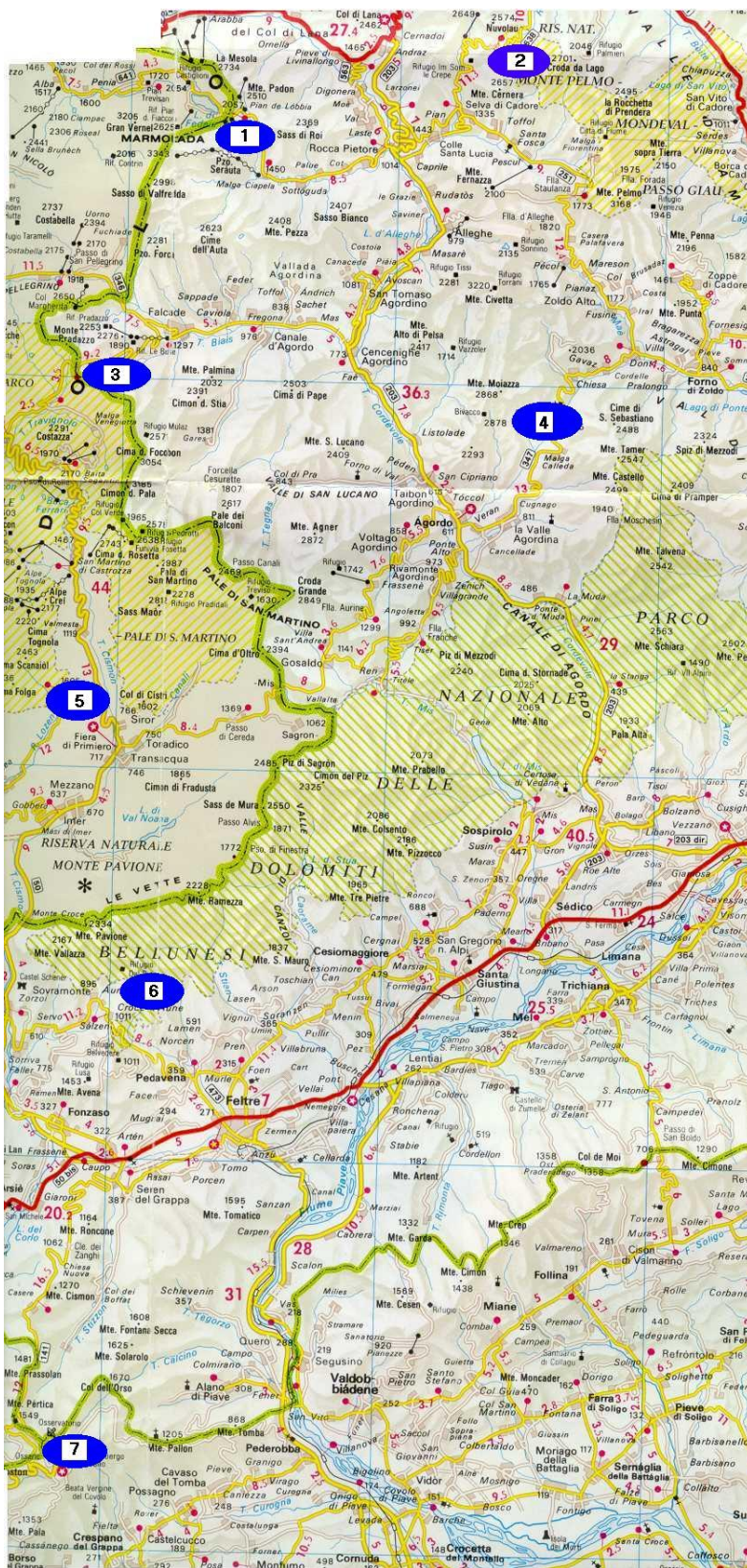
1-	<b>Prealpi</b>	Vette Feltrine	1800/1900 m
		M.Grappa	1700 m
2-	<b>Dolomiti esterne</b>	Passo Duran	1650 m
		Lago di Calaita (TN)	1600 m
3-	<b>Dolomiti interne</b>	Passo Valles	1890 m
		Passo Fedaia	2600/2700 m
		Passo Giau	2000 m

L'allineamento dei tre siti di campionamento studiati da liceo "Dal Piaz" (Vette feltrine, M. Grappa, Lago di Calaita) non è casuale : esso mira a verificare un possibile gradiente dalle Prealpi alle Dolomiti esterne, fornendo il confronto tra le aree affacciate sulla Pianura Veneta e quelle più interne. I ragazzi di Agordo hanno invece lavorato su alcuni passi dolomitici (Duran, Fedaia, Valles, Giau).



## SITI DI RILEVAMENTO

1. Passo Fedaia  
2057 m s.l.m.
2. Passo Giau  
2236 m s.l.m.
3. Passo Valles  
2032 m s.l.m.
4. Passo Duran  
1650 m s.l.m.
5. Lago Calaita  
1600 m s.l.m.
6. Vette Feltrine  
1800 m s.l.m.
7. Monte Grappa  
1700 m s.l.m.



#### 4. SCOPO DEL LAVORO, MATERIALI E METODI

Questo lavoro sperimentale ha lo scopo di acquisire informazioni preliminari per valutare la possibilità d'impiego di licheni terricoli alpini nel bio-monitoraggio della attività radioattiva nelle Prealpi e nelle Dolomiti. A tal fine si è stabilita una maglia di sette punti che va dal massiccio del monte Grappa fino al passo Giau.

Il lavoro si è articolato tre distinte fasi:

- rilevamento di campagna
- determinazione e preparazione del materiale in laboratorio
- analisi chimico-fisiche

La scelta dei siti di campionamento è stata effettuata in maniera tale da operare nei tre distinti settori paesaggistici individuati: Prealpi, Dolomiti esterne e Dolomiti interne.

Per l'esperimento si è scelto di utilizzare due specie licheniche terricole molto comuni in montagna: *Cetraria islandica* e *Cladonia arbuscula*. L'uso di due differenti entità ci è sembrato utile per valutare eventuali differenze di bioaccumulo. I talli sono stati raccolti in piccoli tappeti in aree circoscritte operando in condizioni di pendenza nulla o molto contenuta (max. 15°).

In prossimità di alcuni siti di campionamento si sono eseguiti dei rilievi di vegetazione al fine di caratterizzarne l'assetto ambientale e di poter valutare in chiave ecologica eventuali relazioni o differenze tra di essi. Per questo tipo di studio si è seguito l'approccio fitosociologico classico eseguendo rilievi sia della componente fanerogamica che di quella lichenica.

In laboratorio si è verificata la corretta determinazione dei campioni raccolti mediante l'uso di chiavi analitiche, reagenti e stereomicroscopio. I campioni sono stati ripuliti dal materiale biologico estraneo (resti di piante, ramoscelli, aghi di pino e larice, altre specie licheniche ecc.) e sistemati in scatole di cartone in maniera tale che ne fosse determinabile la superficie, parametro su cui poter esprimere la concentrazione di attività radioattiva. Non è stato fatto alcun lavaggio al materiale.

I rilievi vegetazionali sono stati sottoposti ad una analisi di clustering con legame completo al fine di individuare le relazioni tra di essi sulla base della composizione floristica.

L'analisi dei campioni è stata svolta dal laboratorio di Fisica Sanitaria e Ambientale dell'ARPAV di Belluno. Per queste misure di radioattività sui licheni è stato usato il metodo della spettrometria con rivelatore al Germanio Iperpuro (Hp Ge) e contenitori da 0,5 litri di forma particolare, chiamati marinelli dal nome del primo utilizzatore. Questi sistemi di misura sono associati all'uso di programmi di analisi dei dati su calcolatore.



## 5. PRESENTAZIONE DEI DATI E DISCUSSIONE

### a) dati vegetazionali

Dalla tabella 1 possiamo distinguere due principali popolamenti lichenici caratterizzati da specie differenti. Uno (ril. 1 a, b, 2 a, b, c, 3, 4, 5a) è caratterizzato dall'abbondante presenza di *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. macroceras* e *Cetraria islandica* e da un punto di vista sintassonomico è attribuibile al *Cladonion arbusculae*, alleanza di licheni terricoli che si sviluppa su suoli acidi ricchi di humus. L'altro (ril 5b) si caratterizza per la presenza di *Cetraria islandica* e soprattutto *Thamnolia vermicularis* ed è ascrivibile all'alleanza del *Cetrarion nivalis*.

Il *Cladonion arbusculae* si sviluppa in ambienti più riparati rispetto al *Cetrarion*, che predilige stazioni estreme spazzate dal vento.

Possiamo ulteriormente suddividere il primo popolamento sulla base della presenza di diverse piante superiori: una parte è caratterizzata da *Vaccinium myrtillus* (Rilievo.N° 1a , 2a , 2b , 2c , 4), e un'altra da *Rhododendron ferrugineum* (Rilievo N° 1a , 3 , 1b ). Inoltre si possono distinguere due diversi tipi di pascolo alpino: il pascolo "a nardo" (Rilievo N° 3), nel quale si trova *Nardus stricta* e il pascolo "a sesleria" (Rilievo N° 5a), in cui si trova *Sesleria varia*.

Tabella 1

N° rilievo	1a	3	1b	2a	2b	2c	4	5a	5b
Sup. ril. (mq)	4	1	4	4	1	1	0,5	1	1
Pendenza (°)	10	20	40	0	0	0	5	20	30
Esposizione	E	S	E	S W	SE	NE	NE	E	W
copertura licheni tot.%	40	80	60	60	90	90	70	30	60
copertura fanerogame tot.%	80	60	70	90	50	90	100	50	40
copertura muschi tot.%	0	30	30	0	10	0	5	0	0
n. specie licheniche	4	4	3	1	1	3		4	8
n. specie fanerogame	4	6	3	2	4	1	3	6	5
<b>specie licheniche</b>									
<i>Cetraria islandica</i>		1	2	3	4	2	3	x	2
<i>Cladonia rangiferina</i>	2	1	2			4			
<i>Cladonia arbuscula</i>	2	2				1	2	2	
<i>Cladonia macroceras</i>	X	1	1						1
<i>Cladonia furcata</i>								1	1
<i>Cladonia pyxidata</i>								x	1
<i>Cladonia pleurota</i>	X								
<i>Cladonia simphicarta</i>									1
<i>Micobilimbia lobulata</i>									x
<i>Peltigera rufescens</i>									x
<i>Thamnomelia vermicularis</i>									2
<b>Piante superiori</b>									
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1			3	2	3	2		
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	1	1	2		x				
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	1		1						
<i>Pinus mugo</i>			2						
<i>Daphne striata</i>								1	
<i>Sesleria varia</i>								1	
<i>Erica carnea</i>								2	
<i>Heliantemum nummularium</i>								1	2
<i>Antennaria dioica</i>		x						1	
<i>Senecio abrotanifolius</i>								1	
<i>Larix decidua</i>	X								
<i>Nardus stricta</i>		1							
<i>Arnica montana</i>		x			x		x		
<i>Luzula sp.</i>		x							
<i>Geum montanum</i>		1							
<i>Potentilla sp.</i>		1					1		
<i>Juncus trifidus</i>							2		
<i>Vaccinium vitis-idea</i>				x	x				
<i>Picea excelsa</i>							x		1
<i>Saxifraga sp.</i>									1
<i>Campanula sp.</i>				1					1

## **b) dati analitici**

I dati analitici derivanti dalle misurazioni di attività radioattiva nei talli lichenici sono riportati in tabella 2 e nei grafici 1, 2, 3, 4; da questi si può notare che:

- nella maggior parte dei casi le due specie utilizzate hanno valori di bioaccumulo molto simili. Le differenze riscontrate nei campioni del Duran e di Calaita potrebbero essere legate all'esecuzione del campionamento e alle caratteristiche del sito: infatti mentre negli altri casi si è operato in ambienti aperti, in questi due luoghi i licheni sono stati raccolti tra arbusti (in particolare pino mugo) e alberi (abeti e larici) ai quali, per un "effetto schermante" potrebbe essere imputabile la disomogeneità di bioaccumulo nei diversi talli;
- esiste una differenza tra le stazioni situate nelle dolomiti interne (Giau, Valles, Fedaia) e quelle delle dolomiti esterne (Duran, Calaita) e delle prealpi (Vette Feltrine, monte Grappa). In particolare si nota un gradiente di bioaccumulo di Cs 137 che tende a diminuire procedendo verso l'interno della catena dolomitica. Non si nota quindi un gradiente legato alla quota come risulta da alcuni studi nell'Italia centrale e meridionale, ma alla posizione geografica nella catena dolomitica. Tuttavia in entrambi i casi il maggior bioaccumulo è spiegabile con l'andamento delle precipitazioni atmosferiche che nel nostro caso diminuiscono sensibilmente dalle Prealpi alle Dolomiti interne. Di rilevante importanza è inoltre il regime pluviometrico che nelle Prealpi è bimodale con un picco primaverile ed uno autunnale. Questo spiegherebbe il maggior bioaccumulo di Cs 137 nelle Prealpi in occasione del disastro nucleare di Cernobyl (26 aprile 1986);
- il dato relativo al Monte Grappa è da considerare del tutto indicativo dal momento che per la difficoltà di reperimento dei talli si è dovuto operare con un'unica specie (*Cetraria islandica*) raccolta a piccoli campioni in un territorio tutto attorno alla vetta in condizioni spesso disomogenee.

Grafico n° 1

Cs137 nei licheni (grafico per luogo e specie raccolta)

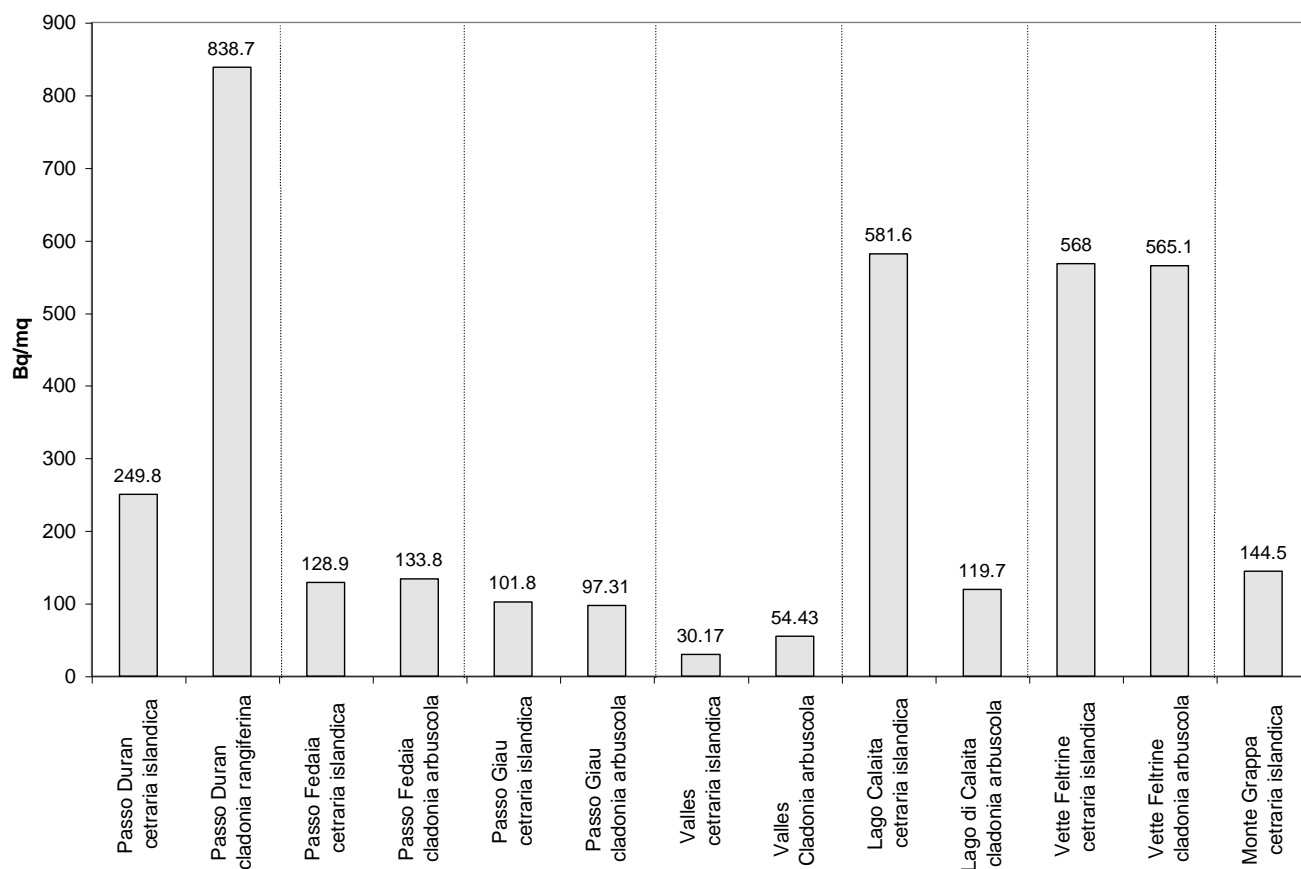


Tabella n° 2

<b>Nome spettro</b>	<b>Data di prelievo</b>	<b>Data di misura</b>	<b>Matrice</b>	<b>Comune (Località)</b>	<b>Alt (m. slm)</b>	<b><sup>7</sup>BE</b>	<b><sup>137</sup>CS</b>
LH6260	18-ott-99	10-dic-99	cetraria islandica	Passo Duran	1605	265.6 ± 20.2	249.8 ± 8.35
LH6460	18-ott-99	13-dic-99	cladonia rangiferina	Passo Duran	1605	330.1 ± 28.9	838.7 ± 25.9
LH7260	02-nov-99	15-dic-99	cetraria islandica	Passo Fedaia	2057	349.8 ± 16.6	128.9 ± 4.33
LH6760	02-nov-99	14-dic-99	cladonia arbuscola	Passo Fedaia	2057	683.4 ± 39.7	133.8 ± 5.75
LH7060	07-ott-99	15-dic-99	cetraria islandica	Passo Giau	2236	498.7 ± 29.4	101.8 ± 3.98
LH6960	07-ott-99	14-dic-99	cladonia arbuscola	Passo Giau	2236	884 ± 42.6	97.31 ± 3.9
LH0161	07/10/99	17/12/99	cetraria islandica	Valles	2032	764.7 ± 39.8	30.17 ± 1.87
LH7360	07-ott-99	16-dic-99	Cladonia arbuscola	Valles	2032	991.3 ± 56.7	54.43 ± 3.26
LH5660	18-ott-99	07-dic-99	cetraria islandica	Lago Calaita	1605	556.4 ± 27.6	581.6 ± 17.8
LH5460	18-ott-99	07-dic-99	cladonia arbuscola	Lago di Calaita	1605	375.3 ± 36.8	119.7 ± 6.28
LH6360	12-ott-99	11-dic-99	cetraria islandica	Vette Feltrine	circa2000	607.4 ± 37.2	568 ± 17.9
LH5760	12-ott-99	09-dic-99	cladonia arbuscola	Vette Feltrine	circa2000	504.9 ± 37.7	565.1 ± 18.4
LH6060	19-ott-99	10-dic-99	cetraria islandica	Monte Grappa	1775max	283.2 ± 23.5	144.5 ± 5.82

## Grafico n° 2

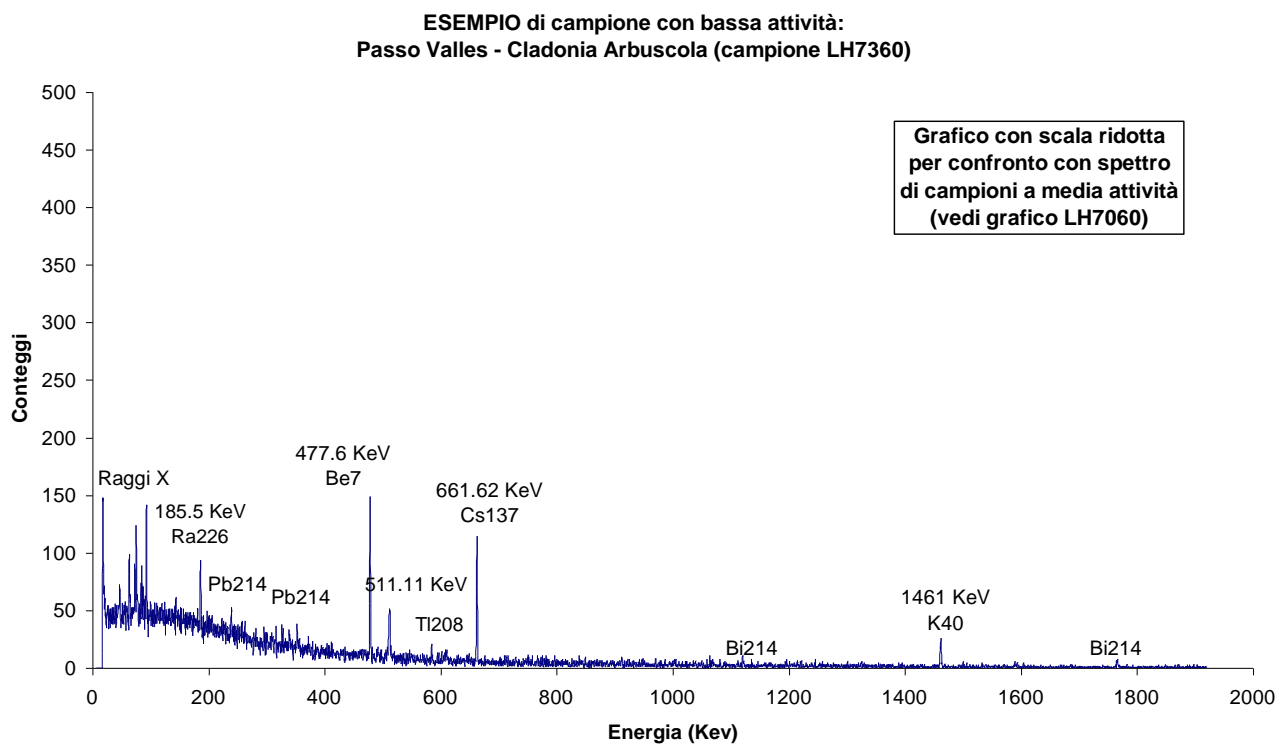


Grafico n° 3

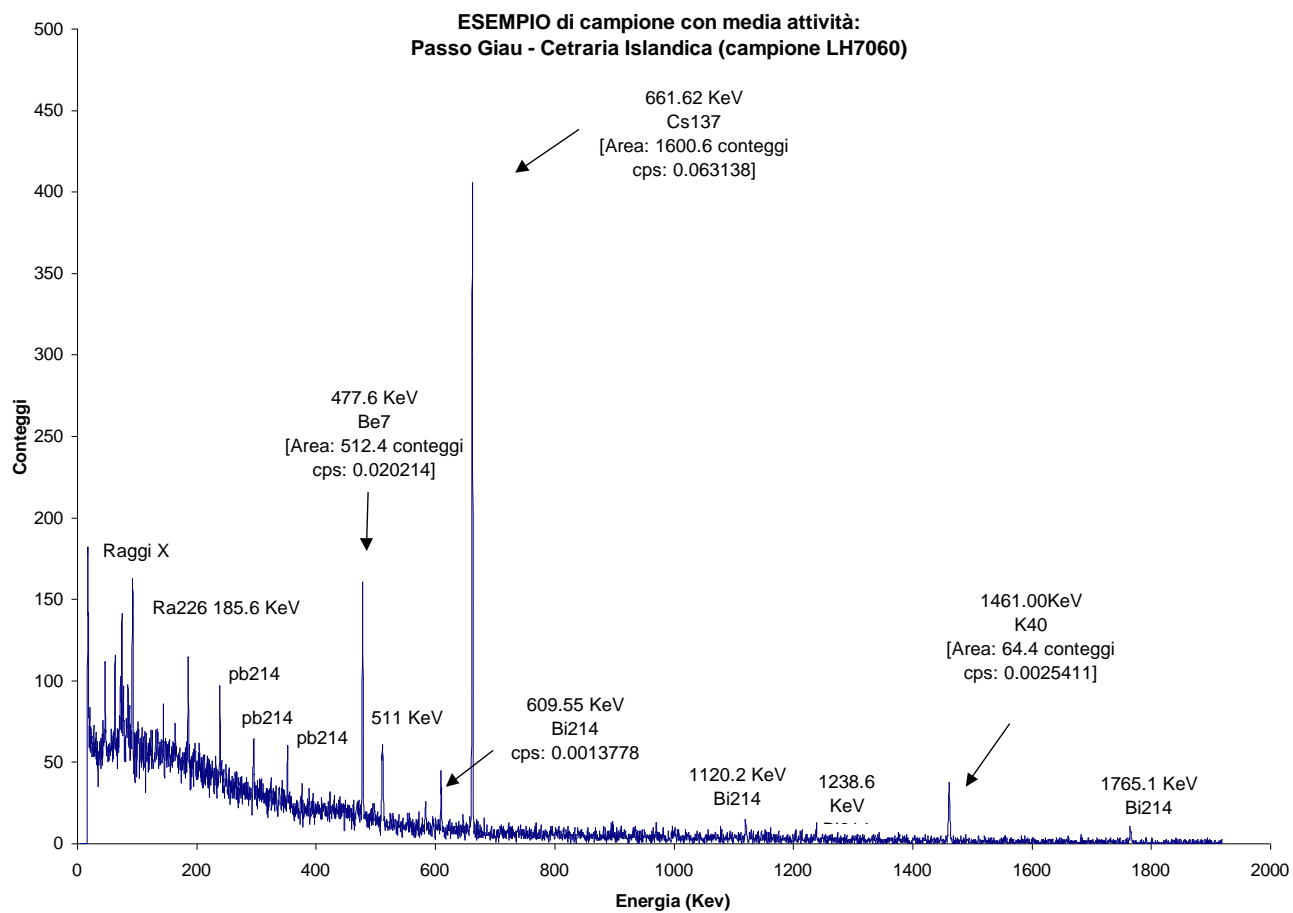
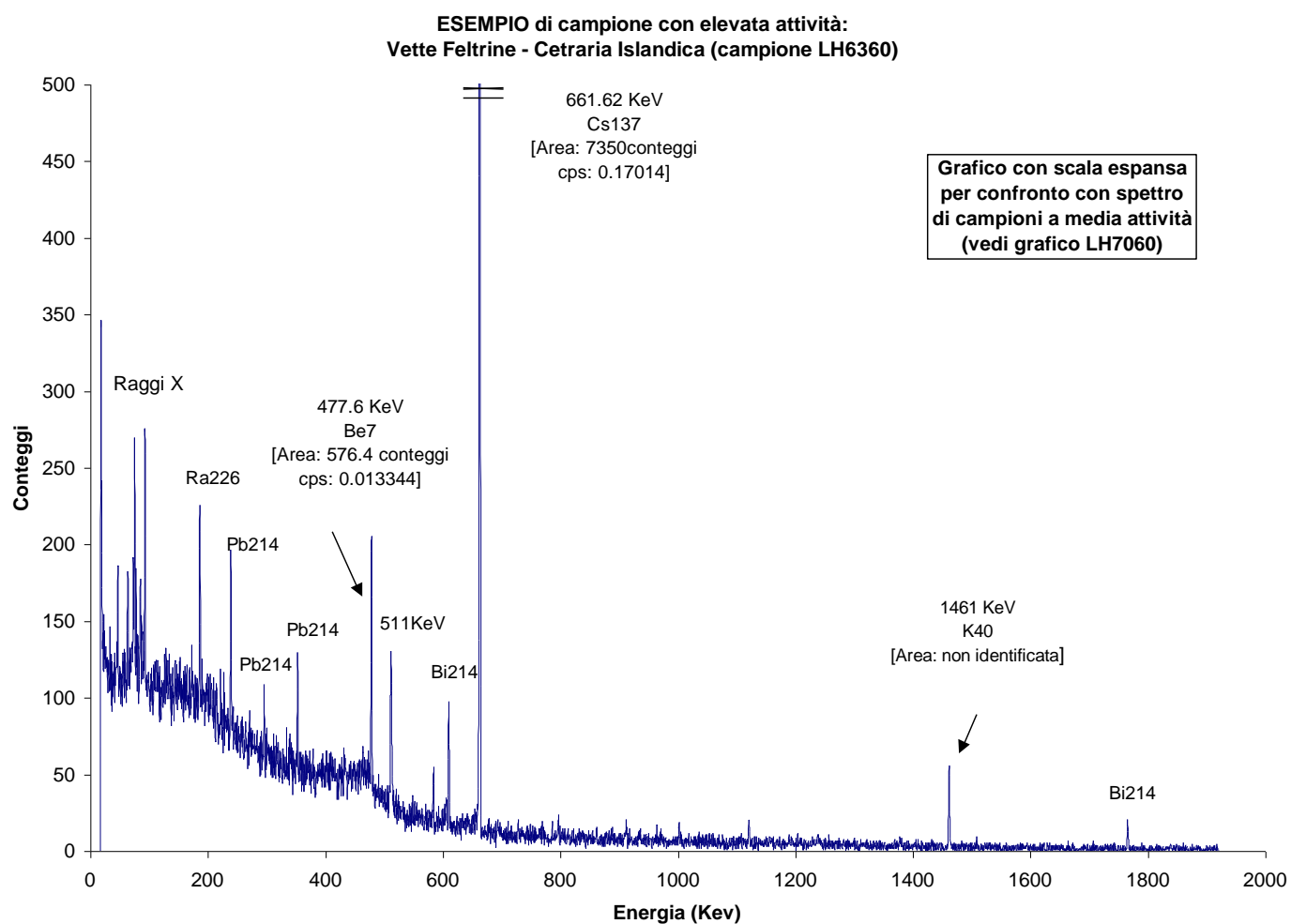




Grafico n° 4



## 6. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati esposti si possono articolare le seguenti conclusioni:

- le due specie terricole da noi scelte sono utilizzabili per un monitoraggio su scala più ampia nei settori prealpino e dolomitico della provincia di Belluno in quanto omogeneamente reperibili. Solo nella parte più meridionale delle Prealpi (dorsale Grappa-Visentin - Cansiglio) ci potrebbero essere delle difficoltà nel reperimento del materiale;
- la risposta simile delle due specie consente di ipotizzarne l'uso alternativo, a seconda della disponibilità nei siti di raccolta, anche al fine di diminuire l'impatto del campionamento nelle comunità vegetali;
- i campioni raccolti in luoghi aperti hanno dato risposte omogenee tra le due specie licheniche: questa caratteristica delle stazioni di raccolta sembra importante, al fine di non avere dati falsati dal disturbo operato dalla vegetazione arbustiva ed arborea;
- sembra delinearsi un gradiente di bioaccumulo che diminuisce a mano che ci si addentra nella catena dolomitica. Tale gradiente, in accordo anche a quanto esposto in studi analoghi, è legato alla diminuzione delle precipitazioni;
- l'uso di licheni terricoli alpini come bioaccumulatori di radioattività può consentire di individuare la presenza e distribuzione sul territorio di aree a rischio in cui sviluppare l'azione di monitoraggio utilizzando in maniera integrata altri organismi e ricorrendo a misure dirette al suolo; tale impiego dei licheni dovrà basarsi su una rete di punti ben individuabili nel tempo e in numero tale da rendere statisticamente significative le informazioni.

## **7. RINGRAZIAMENTI**

La realizzazione del presente lavoro è stata possibile grazie al contributo di molteplici soggetti.

Desideriamo ringraziare

- l'amministrazione provinciale che attraverso il circuito "Provincia-Spettacolo" e la coop. Artservice contribuisce in modo significativo all'organizzazione e al finanziamento di questa attività di educazione ambientale.
- L'ARPAV di Belluno con la sua sezione di Fisica ambientale che, nelle persone della Dr.ssa Socal e Dr.ssa Chiovaro, ha fornito ampia collaborazione nella esecuzione delle analisi e nella comunicazione didattica dei risultati
- L'Istituto Follador di Agordo con cui abbiamo collaborato sia nelle fasi di progettazione che di realizzazione del lavoro
- Il prof. G. Caniglia del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova per la cortese supervisione scientifica dell'esperienza

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. AHTI T., OKSANEN J., 1990 - Epigeic lichen communities of taiga and tundra regions. *Vegetatio* 86: 39 - 70.
2. CANIGLIA G., NASCIMBENE J. & DAL ZOTTO C., 1997 - Biodiversità lichenica nelle Vette Feltrine (Parco nazionale Dolomiti Bellunesi - Italia). *Suppl. Revue Valdôtaine d'Histoire Naturelle* 51: 437-441.
3. CANIGLIA G., NASCIMBENE J. & DAL ZOTTO C., 1998 - Aspetti della vegetazione lichenica d'alta quota nelle Vette Feltrine (Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi). Gruppo Natura Bellunese. 1998, Atti Convegno Aspetti Naturalistici della Provincia di Belluno - Belluno pp 372.
4. DISSEGNA M. & LAZZARIN G. (a cura di), 1997 - Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico con l'utilizzo di licheni epifiti come bioindicatori e bioaccumulatori nel settore veneto dell'altopiano del Cansiglio. Regione del Veneto, Direzione Foreste ed Economia Montana.
5. JAMES P.W., HAWKSWORTH D.L., & ROSE F., 1977 – Lichen communities in the British Isles: a preliminary conspectus. In Seaward M.R.D., 1977 – Lichen ecology, Academic press, London, pp. 295-413.
6. LOPPI S., 1998 - Licheni come bioaccumulatori di elementi in traccia: stato dell'arte in Italia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 123-144.
7. NASCIMBENE J. & CANIGLIA G., 1997 - Contributo alla conoscenza dei licheni del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi e aree limitrofe. I°. *Lavori - Soc. Ven. Sc. Nat.* 22: 67 - 79.
8. NIMIS P.L., 1987 - I Macrolicheni d'Italia - Chiavi analitiche per la determinazione. *Gortania - atti Mus. Fr. St. Nat.* (1986): 101-120.
9. NIMIS P.L., 1993 - The Lichens of Italy. An annotated catalogue. - Mus. Reg. Sc. Nat. Torino, 897 pp.
10. NIMIS P.L., 1996 - Radiocesium in plants of forest ecosystems. *Studia Geobotanica* 15: 3-49.
11. NIMIS P.L., 1998 a - Il biomonitoraggio della "qualità dell'aria" in Italia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 173-189.
12. NIMIS P.L., 1998 b - Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 267-277.
13. NIMIS P.L., LAZZARIN A., 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.

- 14.NIMIS P.L. & BARGAGLI R., 1998 - Linee guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 279-289.
- 15.PIERVITTORI R., 1998 - Licheni come bioindicatori della qualità dell'aria: stato dell'arte in Italia. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998: 97-122.
- 16.PIGNATTI WIKUS E., PIGNATTI S., 1988 - Introduzione al paesaggio vegetale delle Dolomiti. Studi Trentini di Scienze Naturali - *Acta Biologica* **64**: 13-26, Trento.



Momenti di riposo durante il campionamento



## **9. ALLIEVI CHE HANNO PARTECIPATO**

Canova Ruggero

Corso Massimiliano

De Cia Annalisa

De Gol Peter

Facchin Anna

Longo Germana

Nasso Sara

Pante Laura

Pauletti Nicola

Pozzobon Andrea

Rancan Sofia

Ribaudò Riccardo

Rodda Laura

Schievenin Pamela

Serantoni Carlotta

Scopel Elena

Taverna Silvia

Tirone Lucia

Vignaga Elisa

Zaetta Daniele

Zambotto Paolo

Zucco Davide