

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA**  
**DIPARTIMENTO DI SCIENZE AMBIENTALI**  
*"G. SARFATTI"*

**BIOMONITORAGGIO  
DELLA QUALITÀ DELL'ARIA  
TRAMITE LICHENI EPIFITI  
NEL TERRITORIO INTERESSATO DALLA  
CENTRALE TURBOGAS  
PRESSO LO ZUCCHERIFICIO SADAM  
(COMUNE DI JESI)**

*GRUPPO DI RICERCA*

- **Dr. Stefano Loppi** (*responsabile scientifico*)
- Dr.ssa Silvana Munzi
- Dr. Tommaso Pisani

*Siena, Ottobre 2009*

# SOMMARIO

1. SCOPO DELL'INDAGINE.....	3
2. AREA DI STUDIO.....	4
3. MATERIALI E METODI.....	5
3.1 BIOINDICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	5
3.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO .....	5
3.1.2 SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE.....	7
3.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA.....	7
3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO .....	7
3.2.2 RACCOLTA, PREPARAZIONE ED ESPOSIZIONE DEI CAMPIONI PER L'INDAGINE DI BIOACCUMULO .....	9
3.2.3 ANALISI DEI CAMPIONI TRAPIANTATI.....	9
4. RISULTATI E DISCUSSIONE.....	11
4.1 ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ LICHENICA.....	11
4.1.1. CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI .....	28
4.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA.....	57
4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI.....	71
4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO .....	80
5. CONCLUSIONI.....	84
6. BIBLIOGRAFIA .....	86

# 1. SCOPO DELL'INDAGINE

Lo scopo della presente indagine è stato quello di valutare l'impatto ambientale della messa in funzione della centrale turbogas di Jesi attraverso uno studio di biomonitoraggio tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale in oggetto.

Come da accordi con il Comune di Jesi, si tratta della nona campagna di rilevamento annuale volta a misurare eventuali cambiamenti della qualità ambientale nell'area in esame, conseguenti alla messa in funzione della centrale.

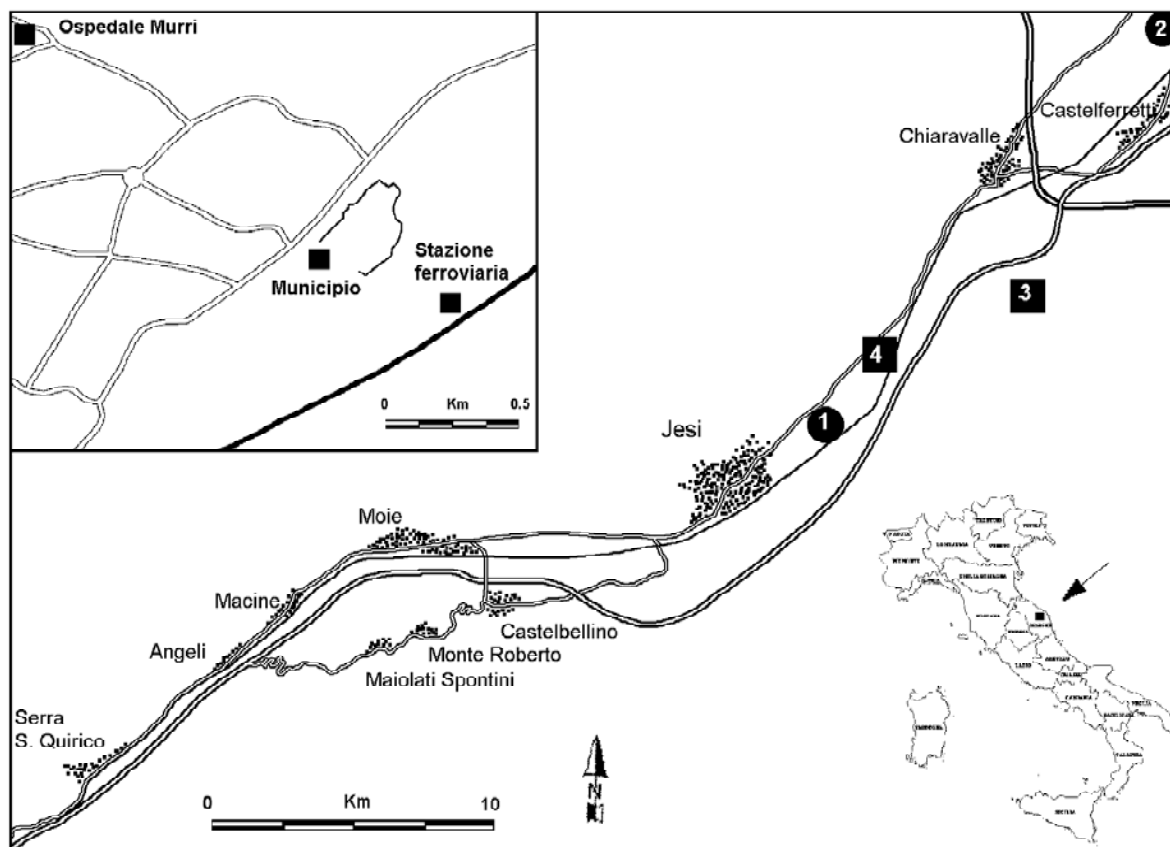
Ogni anno, lo studio si svolge in due direzioni complementari: la determinazione dell'Indice di Diversità Lichenica (IDL), per avere un quadro globale della situazione atmosferica dell'area indagata, e la raccolta di dati di bioaccumulo, per determinare la diffusione e la ricaduta degli elementi in traccia.

L'indagine è consistita nelle seguenti attività:

- determinazione dell'IDL in 27 stazioni;
- realizzazione di una mappa della qualità dell'aria;
- confronto dei dati raccolti nella presente indagine con quelli degli studi analoghi effettuati nella stessa area negli otto anni precedenti (2001-2008);
- esposizione di trapianti di talli lichenici in 10 stazioni;
- preparazione dei campioni esposti per le determinazioni analitiche e analisi del contenuto di elementi in traccia;
- realizzazione di mappe di deposizione dei vari elementi in traccia;
- interpretazione del fenomeno;
- confronto dei dati raccolti nella presente indagine di bioaccumulo con quelli delle campagne degli otto anni precedenti.

## 2. AREA DI STUDIO

Per tutte le informazioni relative all'area di studio (Fig. 2.1) si rimanda alla relazione del 2001.



**Figura 2.1** – Area di studio. Nel riquadro in alto a sinistra è riportato un ingrandimento dell'area urbana di Jesi. 1 = centro industriale di Jesi, 2 = raffineria API, 3 = centrale ENEL, 4 = centrale turbogas.

## 3. MATERIALI E METODI

### 3.1 BIOINDICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Anche per quest'anno, l'attività è consistita nel monitoraggio delle stazioni esaminate negli anni precedenti.

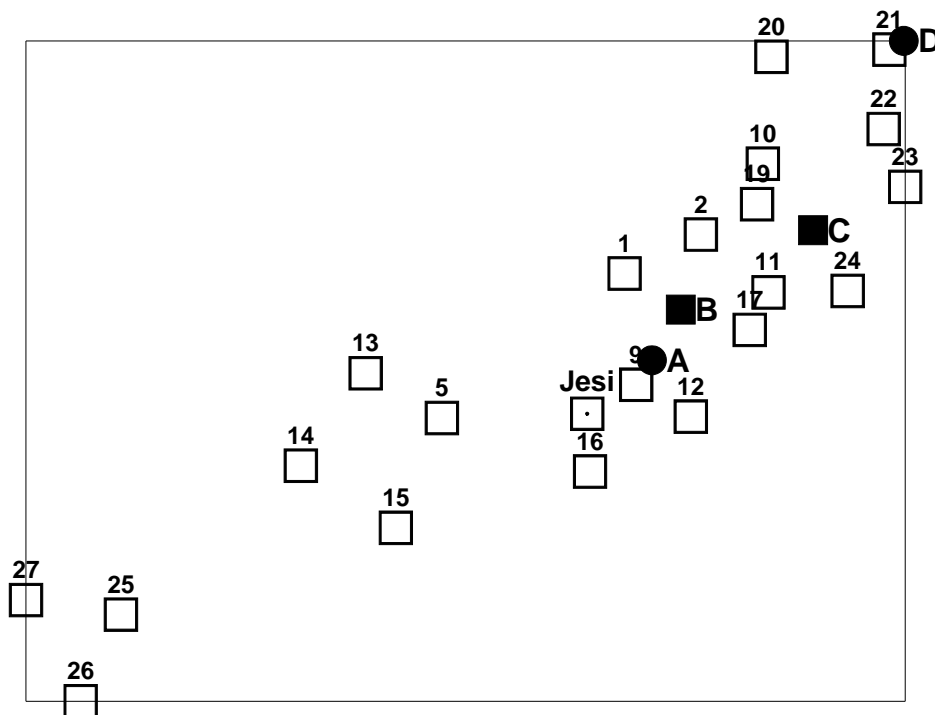
#### 3.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

Per i criteri di scelta delle stazioni di campionamento si fa riferimento alla relazione del 2001. Di seguito viene riportato l'elenco di tutte le stazioni di rilevamento: per ognuna, fra parentesi, è indicata l'altitudine.

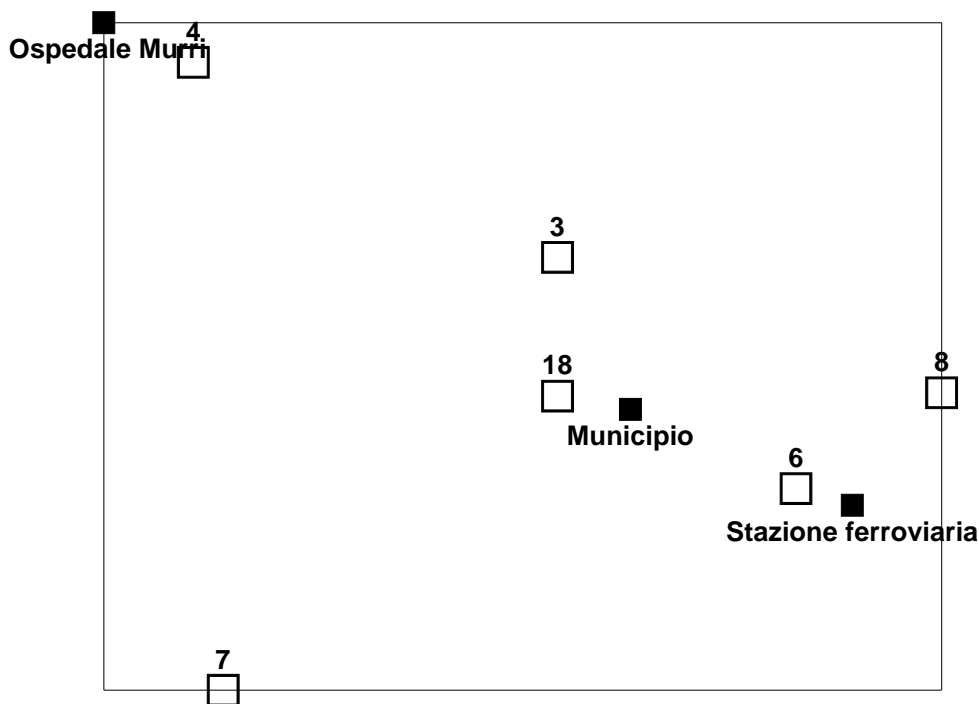
1. **Monsano** loc. S. Maria c/o la chiesa (100 m)
2. **Monsano** loc. Selvatorta via Breccia III (50 m)
3. **Jesi** via S. Pietro Martire (Scuola Materna *Casa dei Bambini*) (95 m)
4. **Jesi** via dei Colli (incrocio con via Forlanini) (130 m)
5. **Jesi** loc. Colle Bellombra (190 m)
6. **Jesi** viale Trieste (95 m)
7. **Jesi** via Ragazzi del '99 (100 m)
8. **Jesi** via Cascamificio (70 m)
9. **Jesi** via G. Latini (60 m)
10. **Chiaravalle** Parco I Maggio (25 m)
11. **Agugliano** loc. La Chiusa ( 35 m)
12. **Jesi** loc. Mazzangrugno (175 m)
13. **Moie** c/o la chiesa del Puzzo (235 m)
14. **Moie** via Torrette (125 m)
15. **Monte Roberto** loc. Pianello c/o il parco della *Scuola Salvati* (190 m)
16. **Jesi** loc. Pian del Medico, c/o *Cooperativa Agricola Val di Cesola* (75 m)
17. **Jesi** loc. Mazzangrugno (70 m)
18. **Jesi** viale della Vittoria (80 m)
19. **Jesi** loc. Aia Murata (30 m)
20. **Montemarciano** loc. Gabella via Romeo (20 m)
21. **Falconara Marittima** loc. Fiumesino SS 76 km 77,8 (10 m)
22. **Falconara Marittima** loc. Castelferretti via 14 Luglio (20 m )

- 23. **Falconara Marittima** loc. Castelferretti c/o il cimitero di S. Maria della Misericordia (100 m)
- 24. **Agugliano** c/o C. Paglialunga (100m)
- 25. **Serra S. Quirico** borgo Stazione via Forchiusa (255 m)
- 26. **Serra S. Quirico** strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi (235 m)
- 27. **Serra S. Quirico** loc. Trivio (460 m)

La distribuzione delle stazioni di campionamento all'interno dell'area di studio è mostrata nelle figure 3.1 e 3.2.



**Figura 3.1** – Dislocazione delle stazioni di campionamento nell'area di studio. Le 6 stazioni nella città di Jesi sono rappresentate da un solo quadrato. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.



**Figura 3.2** – Dislocazione delle stazioni di campionamento all'interno dell'area urbana di Jesi.

### 3.1.2 SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE

Il campionamento è stato effettuato nella settimana compresa fra il 1 e il 5 Dicembre 2008. In tutte le stazioni sono stati rilevati gli stessi alberi della campagna precedente. Nella stazione 10, localizzata nel Parco I Maggio a Chiarvalle, è stato aggiunto un quarto albero (*Quercus pubescens*, indicato come albero D) perché i licheni presenti sul tronco dell'albero C sono risultati molto sofferenti e danneggiati, per cause non identificabili ma localizzate, probabilmente legate all'attività di gestione del parco urbano.

Per quanto riguarda il metodo di campionamento utilizzato e la determinazione delle specie si rimanda alla relazione del 2001.

## 3.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA

### 3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

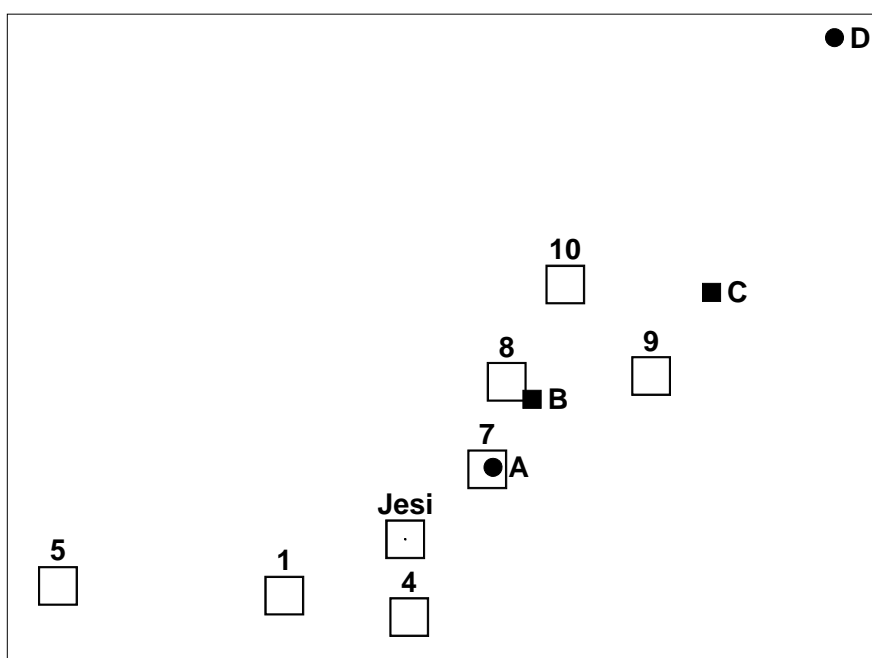
Di seguito viene riportato l'elenco delle 10 stazioni scelte dal Comune di Jesi per la collocazione dei trapianti:

1. **Jesi** Azienda Vinicola Jesi Ovest

2. **Jesi** loc. Murri
3. **Jesi** via Ragazzi del '99
4. **Jesi** loc. Pian del Medico, c/o *Cooperativa Agricola Val di Cesola*
5. **Jesi** Negromanti
6. **Jesi** viale della Vittoria
7. **Jesi** Zona Industriale – Zipa
8. **Monsano** nei pressi dell'ex-RCD
9. **Agugliano** Boschetto – incrocio La Chiusa
10. **Monsano** loc. Salvatorta

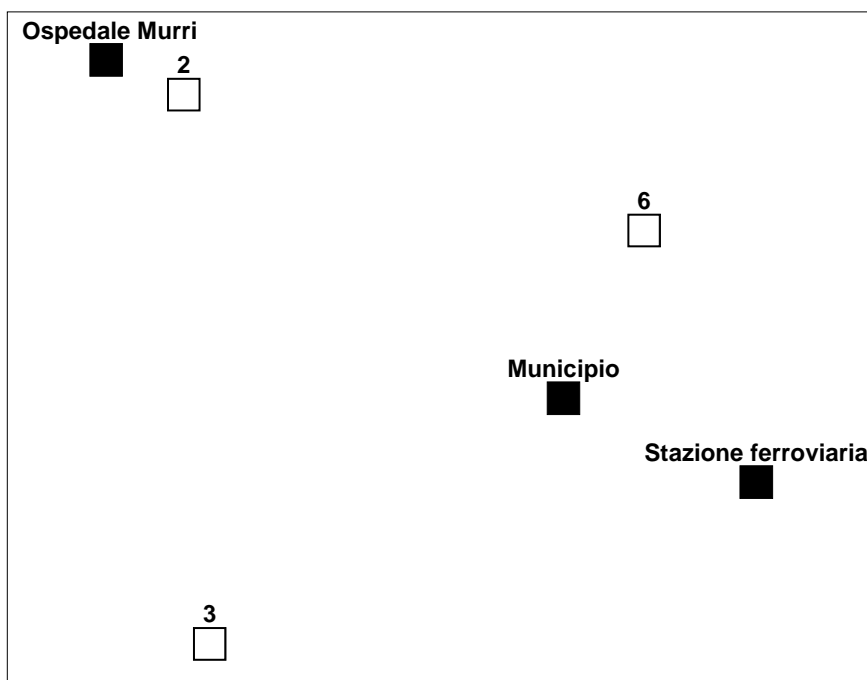
La distribuzione delle stazioni utilizzate per l'indagine di bioaccumulo all'interno dell'area di studio è mostrata nelle figure 3.3 e 3.4.

Le stazioni sono collocate all'interno del territorio comunale di Jesi o nelle immediate vicinanze e non sono uniformemente distribuite nell'area d'indagine ma sono infittite soprattutto nelle aree a maggior densità industriale e urbana.



**Figura 3.3** – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.





**Figura 3.4** – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo all'interno dell'area urbana di Jesi.

### 3.2.2 RACCOLTA, PREPARAZIONE ED ESPOSIZIONE DEI CAMPIONI PER L'INDAGINE DI BIOACCUMULO

Il giorno 24 Novembre 2008, talli completi di *Evernia prunastri* sono stati prelevati su arbusti di prugnolo (*Prunus spinosa*), in un'area remota della Toscana situata nel comune di Sovicille (SI). L'area di raccolta dei campioni di controllo e di quelli da utilizzare per i trapianti è stata cambiata per la mancanza di talli idonei nella località dove sono stati raccolti negli anni precedenti. Anche l'area di raccolta di quest'anno è lontana da fonti di inquinamento atmosferico e presenta una vegetazione lichenica abbondante e ricca in specie come *Anaptychia ciliaris*, *Collema furfuraceum*, *Ramalina fastigiata*, *Usnea* spp. e persino *Lobaria pulmonaria*, note per la loro sensibilità all'inquinamento atmosferico (Hawksworth e Rose, 1970). Tale area è stata considerata come stazione di controllo.

Per le modalità di raccolta dei talli e la preparazione delle 10 lichen-bags si fa riferimento alla relazione del 2002.

### 3.2.3 ANALISI DEI CAMPIONI TRAPIANTATI

Dopo 3 mesi di esposizione (dal 12 Dicembre 2008 al 18 Marzo 2009), i campioni trapiantati sono stati prelevati a cura del Comune di Jesi e spediti al Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena, dove sono stati preparati per le analisi, seguendo quanto riportato nelle

linee guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di elementi in traccia (Nimis e Bargagli, 1999, vedi relazione 2002). I campioni trapiantati nelle stazioni 3 (Jesi, via Ragazzi del '99) e 6 (Jesi, viale della Vittoria) non sono risultati recuperabili. Per questo motivo in questa relazione vengono riportati soltanto i dati relativi alle altre 8 stazioni.

## 4. RISULTATI E DISCUSSIONE

### 4.1 ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ LICHENICA

Nella tabella 4.1 sono riportati i dati relativi alle 27 stazioni di campionamento.

stazione	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A
data campionamento	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	05/12/2008
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Tg
<b>circ. albero</b>	<b>113</b>	<b>264</b>	<b>116</b>	<b>149</b>	<b>210</b>	<b>183</b>	<b>184</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>116</b>	<b>264</b>	<b>210</b>	<b>320</b>	<b>300</b>	<b>60</b>	<b>308</b>
<b>n. specie</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
<b>IBL</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>25</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>						9	
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	5	10	10	10	10	10	5
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				5			
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	5	7	4				
<i>Opegrapha varia</i>				5	4	4	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	7		10	10	5		
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>				10	9	3	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>			5				
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	7	10	10	10	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							10
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>				10	10	5	

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B
data campionamento	05/12/2008	05/12/2008	05/12/2008	05/12/2008	05/12/2008	04/12/2007	04/12/2007
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp
circ. albero	192	200	106	137	137	130	200
esp. Reticolo (°)	120	122	32	68	350	4	34
n. specie	3	4	9	6	8	8	10
IBL	19	22	56	37	61	50	47
<i>Amandinea punctata</i>						10	2
<i>Arthonia radiata</i>					8		
<i>Caloplaca cerinella</i>							1
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>			1				
<i>Candelariella reflexa</i>							1
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	1	1	10	8	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>			1	3	3	5	2
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>			1			3	10
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	8		9		9		2
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>			6	2	4	1	1
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>		1	9	4	7	2	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		10	9	10	10	9	8

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A
data campionamento	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	05/12/2008
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg	Tg
<b>circ. albero</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>144</b>	<b>193</b>	<b>198</b>	<b>170</b>	<b>225</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>268</b>	<b>336</b>	<b>296</b>	<b>318</b>	<b>316</b>	<b>336</b>	<b>42</b>
<b>n. specie</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
<b>IBL</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>46</b>	<b>10</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>				10	10	10	
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				5		7	
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							10
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>		1		3		8	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>							
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>				4		4	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>					2		
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	10	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		1		6		7	

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B
<b>data campionamento</b>	<b>05/12/2008</b>	<b>05/12/2008</b>	<b>05/12/2008</b>	<b>05/12/2008</b>	<b>05/12/2008</b>	<b>02/12/2008</b>	<b>02/12/2008</b>
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circ. albero</b>	<b>160</b>	<b>139</b>	<b>270</b>	<b>230</b>	<b>160</b>	<b>92</b>	<b>171</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>342</b>	<b>66</b>	<b>14</b>	<b>292</b>	<b>332</b>	<b>330</b>	<b>300</b>
<b>n. specie</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>5</b>
<b>IBL</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>49</b>	<b>37</b>	<b>87</b>	<b>32</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	1					10	
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>		4	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>						2	
<i>Lecanora chlarotera</i>						10	
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				9	2		
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	1
<i>Lepraria sp.</i>						1	
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	10	10					
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>			8	10	10		
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>				2			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>						8	
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>		2	10	10	10	10	9
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>				2	4	8	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>				4		10	9
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>				2	1	8	3

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	10C	10D	11A	11B	11C	12A	12B
data campionamento	02/12/2008	02/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	97		136	110	147	160	97
esp. Reticolo (°)	160	120	260	30	354	66	44
n. specie	5	10	6	11	7	7	5
IBL	35	57	37	68	56	55	33
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>				4			
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>		7	10		8	6	10
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>		2					
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>				1			
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10		10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>				4			
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>				1			
<i>Lecanora horiza</i>				4			
<i>Lecidella elaeochroma</i>		6		10			
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		8			10	10	2
<i>Phaeophyscia chloantha</i>		10					
<i>Physcia adscendens</i>	9	8	5	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	5	3	1	10	10	10	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	8	2		4	2	2	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>		3					
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>			10				
<i>Xanthoria parietina</i>	3	8	1	10	6	7	1

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	12C	12D	13A	13B	13C	14A	14B
data campionamento	03/12/2008	03/12/2008	05/12/2008	05/12/2008	05/12/2008	04/12/2008	04/12/2008
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	180	200	133	160	150	156	210
esp. Reticolo (°)	228	140	312	320	44	328	338
n. specie	4	8	8	10	8	6	10
IBL	29	65	60	65	62	51	51
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>		4		2			1
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>			2				
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							1
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				1			1
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>	8						1
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		10	10	8	7	10	6
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>			1	4			
<i>Physcia biziana</i>		9	7	5	9	2	1
<i>Physconia distorta</i>		3		5	5		
<i>Physconia grisea</i>		10	10	10	10	9	10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>					1		
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	1	9	10	10	10	10	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]



stazione	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C
data campionamento	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008	03/12/2008	03/12/2008	03/12/2008
specie arborea	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp
circ. albero	253	196	195	204	126	95	227
esp. Reticolo (°)	62	240	220	185	256	342	358
n. specie	8	6	8	7	7	6	6
IBL	50	45	46	47	67	50	39
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>					10		
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>			4	3			
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				1		9	
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>		8	1	10			
<i>Mycomicrothelia confusa</i>			2	3			
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	1						
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	6	6		10		7
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10				10	7	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	7	1	3		10	10	2
<i>Physconia distorta</i>	1						
<i>Physconia grisea</i>	1	10	10	10	7		5
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	10	10	4	5

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	17A	17B	17C	18A	18B	18C	19A
data campionamento	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	03/12/2008
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp
circ. albero	145	245	130	138	108	177	118
esp. Reticolo (°)	58	68	124	234	220	194	332
n. specie	5	7	5	2	1	2	12
IBL	41	49	33	2	10	10	83
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							10
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10				10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							5
<i>Lecanora chlarotera</i>							4
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	1						3
<i>Lecidella elaeochroma</i>		1					10
<i>Lepraria sp.</i>							3
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>				1			
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>			1				
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		7			10	4	2
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	1		6	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	10	8	2				7
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>		3					10
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10				9

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	19B	19C	20A	20B	20C	21A	21B
data campionamento	03/12/2008	03/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	01/12/2008	01/12/2008
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	98	105	148	115	141	258	258
esp. Reticolo (°)	312	10	316	68	22	90	0
n. specie	12	6	7	6	7	3	4
IBL	76	45	66	49	54	19	31
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	4						
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1						
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>	7						
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	1						
<i>Lecidella elaeochroma</i>	10	1					
<i>Lepraria sp.</i>	3						
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>			10	7	3		
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>			8		7		
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	4	7	8	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	9	10	10	10	8	1	10
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	4	8	10	10		
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>	1						
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	8	9		1

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	21C	22A	22B	22C	23A	23B	23C
data campionamento	01/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008
specie arborea	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp
circ. albero	188	93	156	97	400	160	107
esp. Reticolo (°)	312	352	256	154	284	320	342
n. specie	4	2	1	2	3	5	5
IBL	40	20	10	14	24	40	24
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							1
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10			10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>							
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>				4			
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		10	10				
<i>Phaeophyscia chloantha</i>							
<i>Physcia adscendens</i>	10			10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	10				4	8	1
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>						3	
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10					9	2

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	24A	24B	24C	25A	25B	25C	26A
data campionamento	02/12/2008	02/12/2008	02/12/2008	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	200	210	163	129	121	180	230
esp. Reticolo (°)	210	270	70	50	152	296	300
n. specie	3	5	3	9	10	9	11
IBL	25	40	29	73	73	60	75
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Caloplaca cerina</i>					8		
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema furfuraceum</i>					1		
<i>Collema sp.</i>					10		
<i>Diplotomma alboatrum</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							7
<i>Lecanora carpinea</i>							3
<i>Lecanora chlarotera</i>				1			3
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>		10					
<i>Lecidella elaeochroma</i>		1					10
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>							
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>	5	10	9				
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>				10	6	10	9
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>				10	9	10	8
<i>Phaeophyscia chloantha</i>						5	
<i>Physcia adscendens</i>	10	9	10	10	8	10	10
<i>Physcia aipolia</i>				8	3		4
<i>Physcia biziana</i>				5		3	
<i>Physconia distorta</i>				9	10	1	3
<i>Physconia grisea</i>							
<i>Physconia perisidiosa</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>						1	
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Strangospora pinicola</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>				10	8	10	8

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.* [Continua→]

stazione	26B	26C	27A	27B	27C
data campionamento	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008	04/12/2008
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
<b>circ. albero</b>	<b>110</b>	<b>192</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>186</b>
<b>esp. Reticolo (°)</b>	<b>70</b>	<b>300</b>	<b>332</b>	<b>0</b>	<b>310</b>
<b>n. specie</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>IBL</b>	<b>101</b>	<b>69</b>	<b>61</b>	<b>49</b>	<b>75</b>
<i>Amandinea punctata</i>					
<i>Arthonia radiata</i>					
<i>Caloplaca cerinella</i>					
<i>Caloplaca cerina</i>					
<i>Candelaria concolor</i>	4				
<i>Candelariella reflexa</i>	7				
<i>Candelariella xanthostigma</i>					
<i>Collema furfuraceum</i>					
<i>Collema sp.</i>					
<i>Diplotomma alboatrum</i>					
<i>Gyalecta truncigena</i>					
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	7		10
<i>Lecanora allophana</i>			4		
<i>Lecanora carpinea</i>					
<i>Lecanora chlarotera</i>	10	2		1	
<i>Lecanora hagenii</i>					
<i>Lecanora horiza</i>					
<i>Lecidella elaeochroma</i>	10	5	6		3
<i>Lepraria sp.</i>	2				
<i>Melanelia glabra</i>				1	
<i>Melaspilea urceolata</i>					
<i>Mycomicrothelia confusa</i>					
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>			4		10
<i>Opegrapha varia</i>					
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	7	10			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	3			4
<i>Phaeophyscia chloantha</i>					
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>	10	5	10	10	10
<i>Physcia biziana</i>	5	7	6	7	8
<i>Physconia distorta</i>	6	7			
<i>Physconia grisea</i>			2		
<i>Physconia perisidiosa</i>			1	1	
<i>Physconia servitii</i>			8	10	10
<i>Punctelia subrudecta</i>					
<i>Ramalina sp.</i>					
<i>Strangospora pinicola</i>					
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	3	9	10

**Tabella 4.1** – Frequenza di tutte le specie licheniche rinvenute negli 82 rilievi effettuati. Qp = *Quercus pubescens*, Tg = *Tilia sp.*

Sono state rinvenute 38 specie di licheni epifiti. Il genere più rappresentato è *Lecanora*, con 5 specie (*Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *L. hagenii* e *L. horiza*), seguito dal genere *Physconia* con 4 specie (*Physconia distorta*; *P. grisea*; *P. perisidiosa* e *P. servitii*) e dai

generi *Physcia* e *Phaeophyscia* con 3 specie ciascuno (*Physcia adscendens*, *P. aipolia* e *P. biziana*; *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *P. chloantha*).

	<b>S</b>	<b>A</b>	<b>F</b>
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	25	70	9.4
<i>Physcia adscendens</i>	23	64	8.4
<i>Xanthoria parietina</i>	22	59	7.6
<i>Physcia biziana</i>	21	50	6.0
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	20	39	7.7
<i>Physconia grisea</i>	20	49	8.2
<i>Lecanora horiza</i>	13	19	3.8
<i>Opegrapha varia</i>	12	22	5.7
<i>Candelaria concolor</i>	10	15	5.9
<i>Lecidella elaeochroma</i>	8	15	6.3
<i>Lecanora chlarotera</i>	5	8	4.8
<i>Physconia distorta</i>	5	10	5.0
<i>Lecanora carpinea</i>	4	4	3.5
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	4	8	6.9
<i>Physcia aipolia</i>	4	10	6.5
<i>Punctelia subrudecta</i>	4	4	3.8
<i>Candelariella xanthostigma</i>	3	3	1.7
<i>Collema sp.</i>	3	4	4.5
<i>Lepraria sp.</i>	3	4	2.3
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	3	6	6.0
<i>Caloplaca cerinella</i>	2	2	2.5
<i>Candelariella reflexa</i>	2	2	4.0
<i>Gyalecta truncigena</i>	2	2	5.0
<i>Lecanora allophana</i>	2	2	5.5
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	2	5	6.0
<i>Amandinea punctata</i>	1	2	6.0
<i>Arthonia radiata</i>	1	1	8.0
<i>Caloplaca cerina</i>	1	1	8.0
<i>Collema furfuraceum</i>	1	1	1.0
<i>Diplotomma alboatrum</i>	1	1	1.0
<i>Lecanora hagenii</i>	1	1	1.0
<i>Melanelia glabra</i>	1	1	1.0
<i>Melaspilea urceolata</i>	1	3	6.3
<i>Phaeophyscia chloantha</i>	1	2	7.5
<i>Physconia perisidiosa</i>	1	2	1.0
<i>Physconia servitii</i>	1	3	9.3
<i>Ramalina sp.</i>	1	1	1.0
<i>Strangospora pinicola</i>	1	1	10.0

**Tabella 4.2** – Specie licheniche ritrovate nell'area di studio.

*S* = numero di stazioni dove la specie è stata trovata;

*A* = numero di alberi su cui la specie è stata trovata;

*F* = frequenza media delle specie sugli alberi campionati.

Le specie più comuni sono risultate *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens* *Xanthoria parietina*, *Physcia biziana* (Tab 4.2): tutte e quattro le specie fanno parte dell'alleanza *Xanthorion parietinae* (vedi relazione 2001).

<b>S</b>	<b>IDLs</b>	<b>D.S.</b>	<b>C.V.</b>
<b>1</b>	30.0	5.2	17.3
<b>2</b>	49.7	9.6	19.3
<b>3</b>	22.0	3.0	13.6
<b>4</b>	51.3	12.7	24.7
<b>5</b>	48.5	2.1	4.4
<b>6</b>	10.7	1.2	10.8
<b>7</b>	35.3	12.2	34.6
<b>8</b>	12.3	3.2	26.1
<b>9</b>	38.0	10.5	27.7
<b>10</b>	52.8	25.4	48.2
<b>11</b>	53.7	15.6	29.1
<b>12</b>	45.5	17.3	38.0
<b>13</b>	62.3	2.5	4.0
<b>14</b>	50.7	0.6	1.1
<b>15</b>	46.0	1.0	2.2
<b>16</b>	52.0	14.1	27.1
<b>17</b>	41.0	8.0	19.5
<b>18</b>	7.3	4.6	63.0
<b>19</b>	68.0	20.2	29.7
<b>20</b>	56.3	8.7	15.5
<b>21</b>	30.0	10.5	35.1
<b>22</b>	14.7	5.0	34.3
<b>23</b>	29.3	9.2	31.5
<b>24</b>	31.3	7.8	24.8
<b>25</b>	68.7	7.5	10.9
<b>26</b>	81.7	17.0	20.8
<b>27</b>	61.7	13.0	21.1

**Tabella 4.3** – *Descrizione statistica dei valori dell'IDL misurati in ciascuna stazione. S = stazione di campionamento; IDLs = valore dell'IDL della stazione; D.S. = deviazione standard; C.V. = coefficiente di variazione (%).*

Per quanto riguarda i valori dell'IDLr (IDL dei singoli rilievi) riscontrati negli 82 rilievi effettuati (Tab. 4.1), il valore più basso (IDL = 2) è stato rilevato a Jesi , su un taglio di Viale della Vittoria (stazione 18). Anche il valore più basso dell'IDLs (IDL medio della stazione) è stato registrato nella medesima stazione (IDL = 7.3). La stazione 26 (Serra S. Quirico, strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi) ha riportato il valore più elevato sia dell'IDLr ( IDL = 101) che dell'IDLs (IDL = 81.7).



In tabella 4.3 sono riportati per ogni stazione il valore dell'IDLs, la deviazione standard e il coefficiente di variazione. Il valore dell'IDL medio per l'area di studio nel suo complesso è di  $42.6 \pm 19$  ed indica che in generale l'area di studio rientra nella fascia di semi-naturalità. Come già verificato negli anni scorsi, il valore medio di IDL è tuttavia molto prossimo al limite fra la fascia di semi-naturalità e quella di semi-alterazione. Il valore del coefficiente di variazione per l'intera area di studio (44.7%) è molto simile a quello ottenuto lo scorso anno e indica una certa disomogeneità nei livelli di inquinamento atmosferico presenti nelle 27 stazioni ma senza variazioni rispetto alla precedente indagine.

I valori medi dell'IDLs sono stati valutati sulla base della scala di naturalità/alterazione riportata in tabella 4.4 (Loppi *et al.*, 2002a, b), già utilizzata per la valutazione dei valori dell'IDL raccolti nelle campagne precedenti. Tale scala è suddivisa in 5 intervalli che esprimono il grado di deviazione da condizioni "naturali" (non inquinate).

VALORI DELL'IDL	GIUDIZIO	COLORE
0	deserto lichenico	■
1-20	alterazione	■
20-40	semi-alterazione	■
40-60	semi-naturalità	■
>60	naturalità	■

**Tabella 4.4** – Scala di naturalità/alterazione utilizzata nel presente studio.

In base al valore dell'IDLs e alla scala di naturalità/alterazione adottata, le stazioni campionate sono state assegnate ad una fascia, ognuna identificata nei riporti cartografici da uno specifico colore (Fig. 4.1).

**Fascia 1:** *deserto lichenico* (0% delle stazioni)

- nessuna stazione

**Fascia 2:** *alterazione* (14.8 % delle stazioni)

- stazioni 6, 8, 18, 22.

**Fascia 3:** *semi-alterazione* (26% delle stazioni)

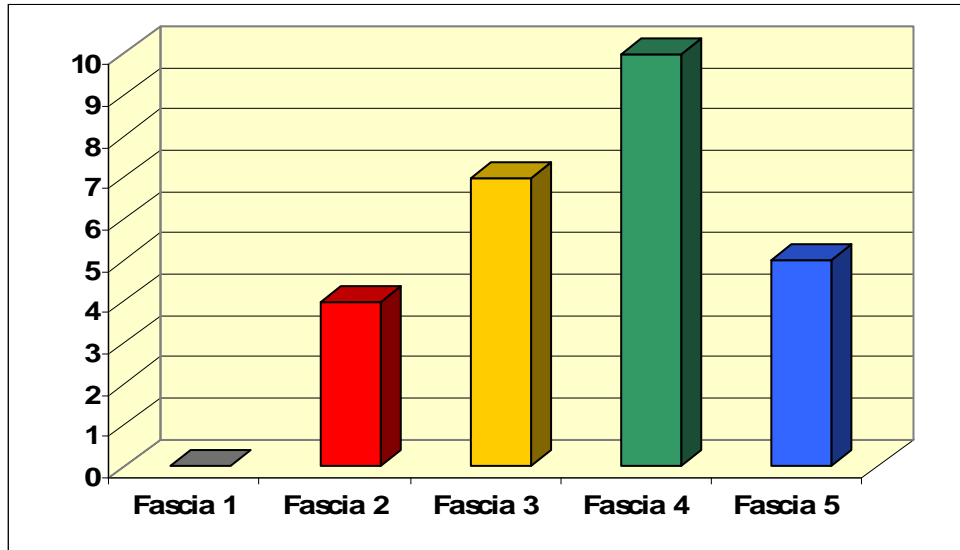
- stazioni 1, 3, 7, 9, 21, 23, 24.

**Fascia 4:** *semi-naturalità* (40.7 % delle stazioni)

- stazioni 2, 4, 5, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20

**Fascia 5:** *naturalità* (18.5% delle stazioni)

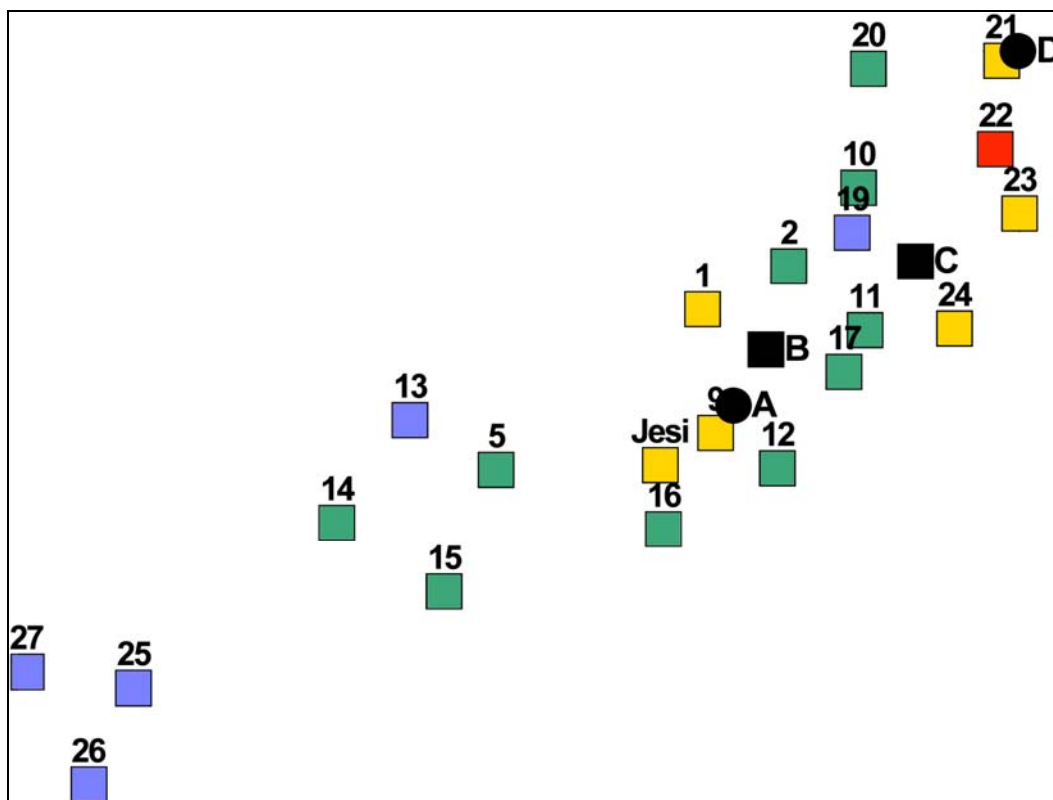
- stazioni 13, 19, 25, 26, 27.



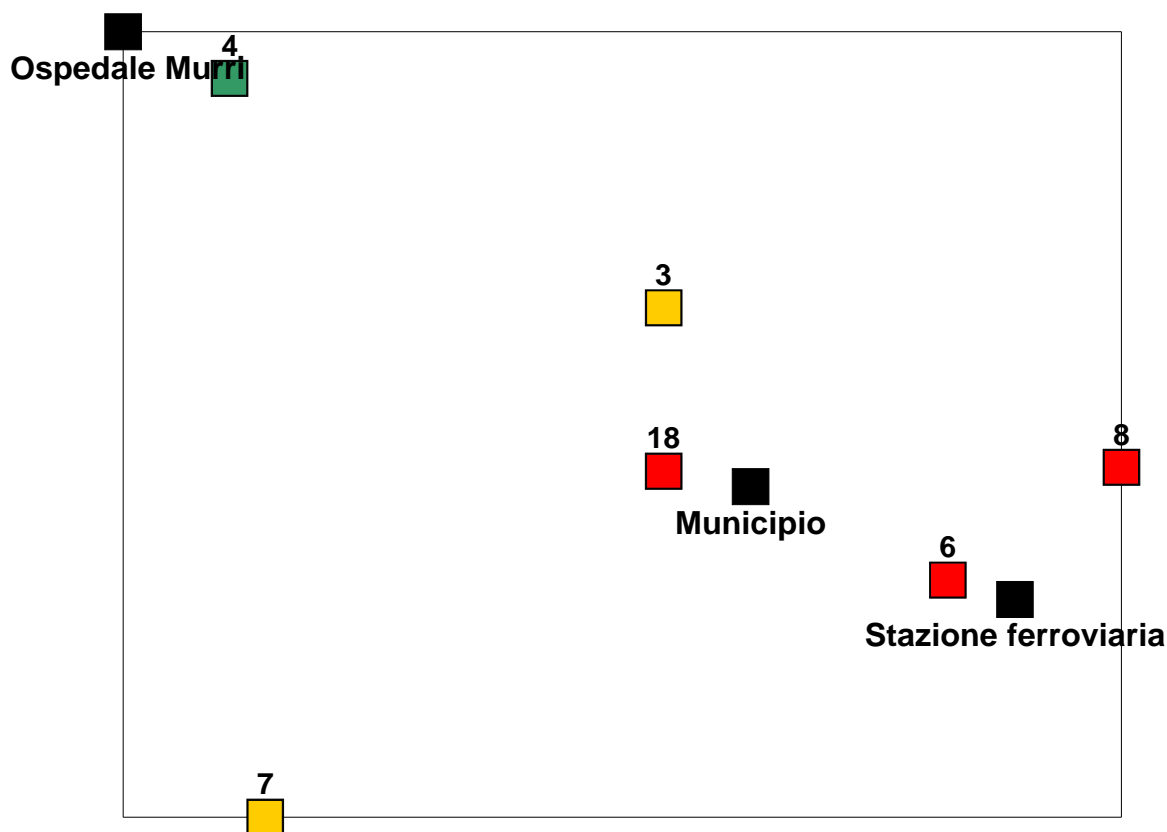
*Figura 4.1 – Distribuzione delle stazioni di campionamento nelle cinque fasce considerate.*

In figura 4.2 viene mostrata la naturalità/alterazione delle singole stazioni dell'area di studio. Ogni stazione di campionamento è rappresentata da un quadratino di colore diverso a seconda della fascia corrispondente. In tale figura, la città di Jesi viene identificata da un unico quadratino, il cui valore dell'IDL è stato calcolato come la media aritmetica dei valori dell'IDLs misurati nelle 6 stazioni campionate nell'area urbana.

In figura 4.3 viene invece mostrata la naturalità/alterazione delle stazioni campionate nel centro urbano di Jesi.



*Figura 4.2 – Naturalità/alterazione delle stazioni presenti nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.*

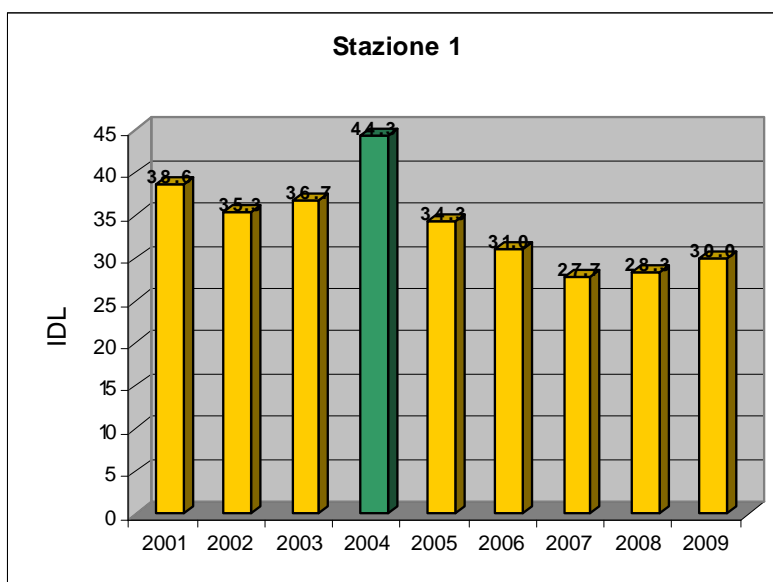


*Figura 4.3 – Naturalità/alterazione delle stazioni del centro urbano di Jesi.*

#### 4.1.1. CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

Di seguito vengono messi a confronto i risultati dei rilevamenti di bioindicazione effettuati nell'area di studio nel corso dei 9 anni di indagine. Quando possibile il rilevamento è stato effettuato ogni anno sui medesimi alberi e sulla stessa esposizione. Per ogni stazione viene riportato un grafico con il valore dell'IDL misurato ogni anno: il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente, secondo la scala già mostrata in tabella 4.4. Inoltre, viene indicata la lista floristica relativa alla presente campagna e i cambiamenti riscontrati rispetto agli anni precedenti.

##### Monsano loc. S. Maria

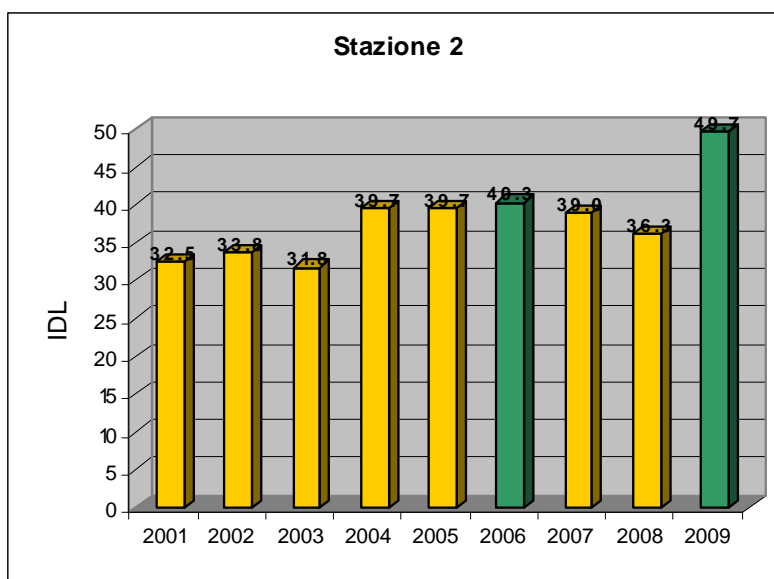


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Collema nigrescens*, *Physcia adscendens*, *Physconia venusta*, *Melaspilea urceolata*, *Xanthoria parietina*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non è stata ritrovata *Xanthoria parietina*.

## Monsano loc. Selvatorta



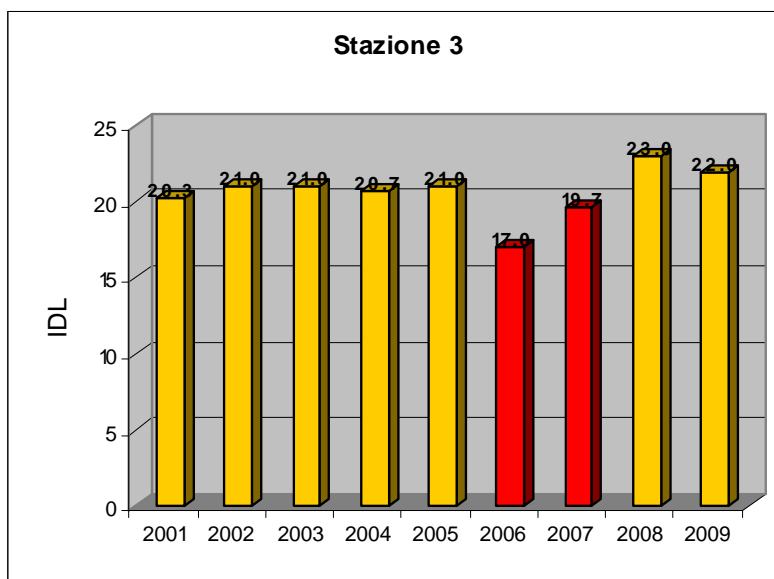
**Specie indagine 2009:** *Gyalecta truncigena*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecanora allophana*, *Lecidella elaeochroma*, *Physcia aipolia*, *P. biziana*, *Physconia venusta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** nessuna.

**Note:** a partire dall'indagine del 2004 sono stati campionati tre alberi diversi da quelli utilizzati nelle indagini precedenti a causa dell'allestimento di un cantiere edile in corrispondenza della vecchia stazione.

## Jesi via S. Pietro Martire

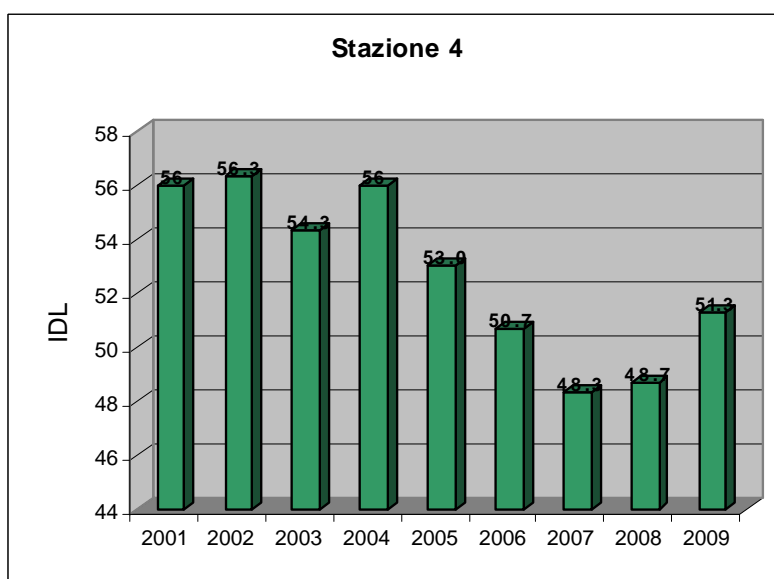


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Candelariella subdeflexa*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non è stata ritrovata *Candelariella subdeflexa*.

## Jesi via dei Colli

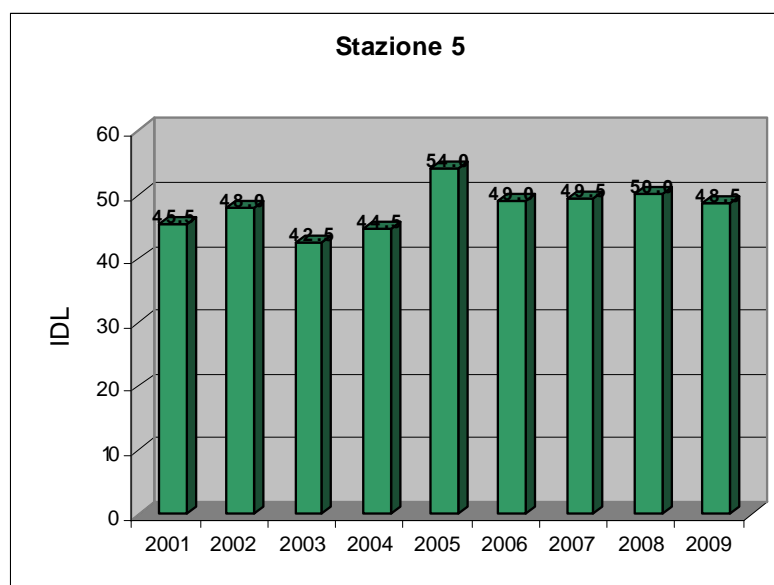


**Specie indagine 2009:** *Arthonia radiata*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia chloantha*, *P. hirsuta*, *Physconia venusta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovate le specie *Candelaria concolor* e *Opegrapha varia*, non presenti lo scorso anno.

### Jesi loc. Colle Bellombra

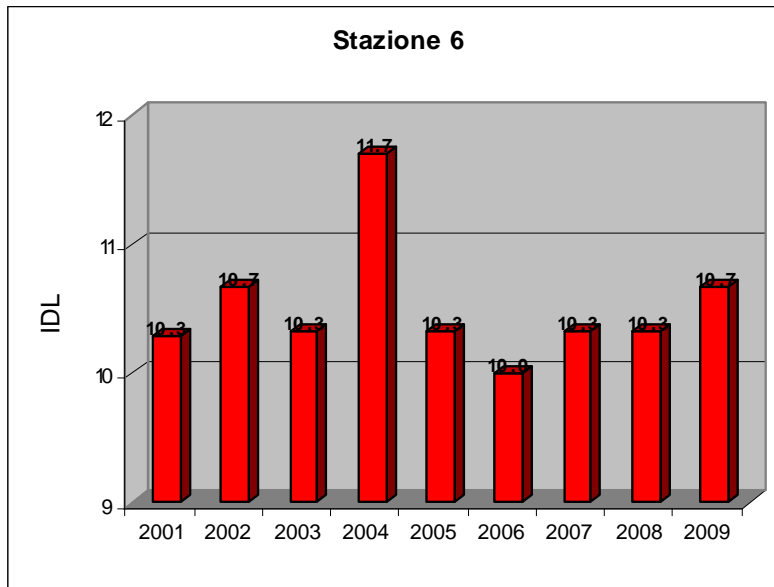


**Specie indagine 2009:** *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerinella*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Buellia griseovirens*, *Collema sp.*, *Lecanora chlarotera*, *Physconia distorta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Physconia distorta*.

## Jesi viale Trieste

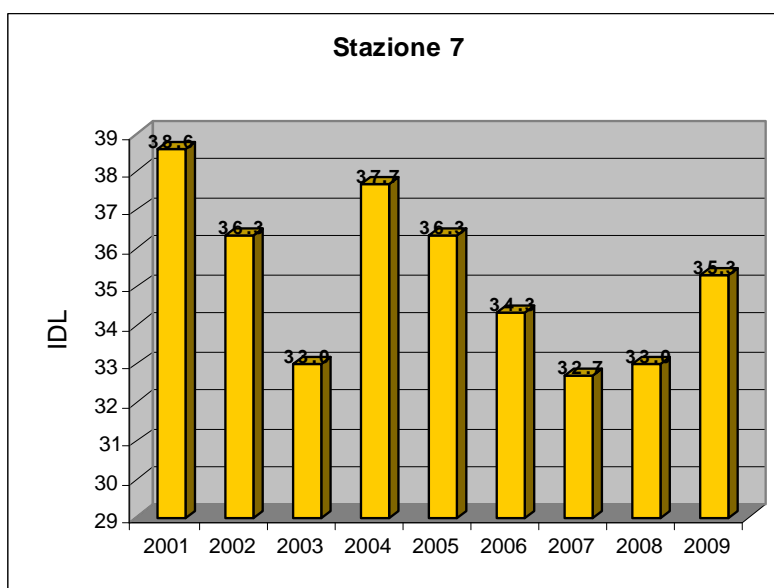


**Specie indagine 2009:** *Opegrapha varia*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Phaeophyscia orbicularis*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovata la specie *Opegrapha varia*, non presente lo scorso anno.

## Jesi via Ragazzi del '99



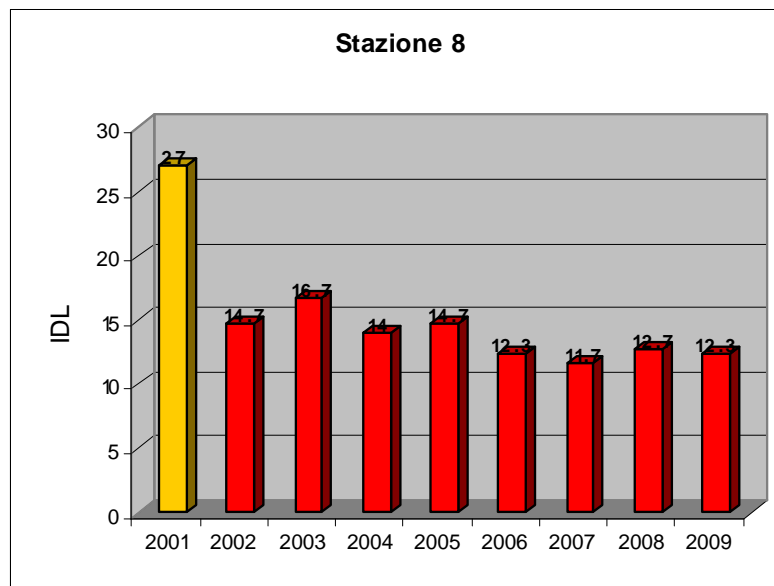


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Physconia venusta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** nessuna.

### Jesi via Cascamificio



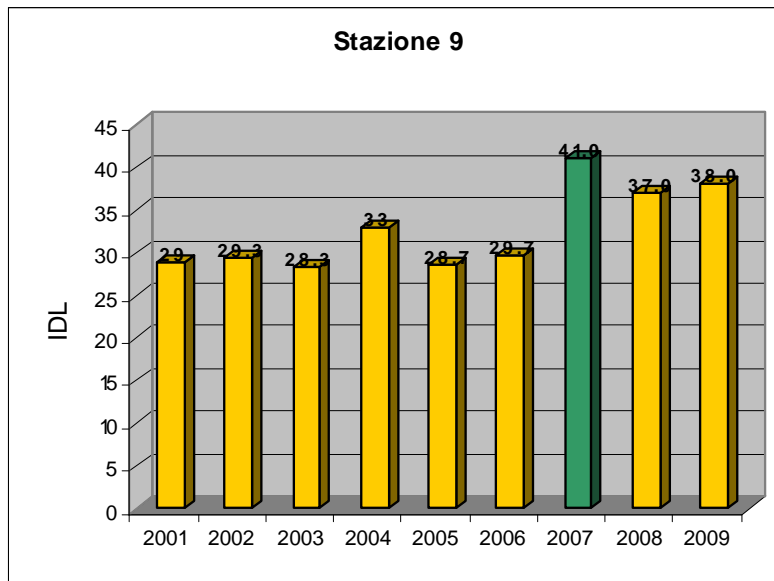
**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Mycomicrothelia confusa*, *Physcia adscendens*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Amandinea punctata*, *Arthonia radiata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia aipolia*, *Xanthoria parietina*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non è stata ritrovata la specie *Phaeophyscia orbicularis*; sono state trovate le specie *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, non presenti lo scorso anno.

**Note:** poiché i tigli utilizzati nell'indagine del 2001 sono stati tagliati, a partire dal 2002 sono stati campionati 3 nuovi alberi, la cui scelta, tuttavia, è stata limitata ai pochi esemplari rimasti.

## Jesi via G. Latini

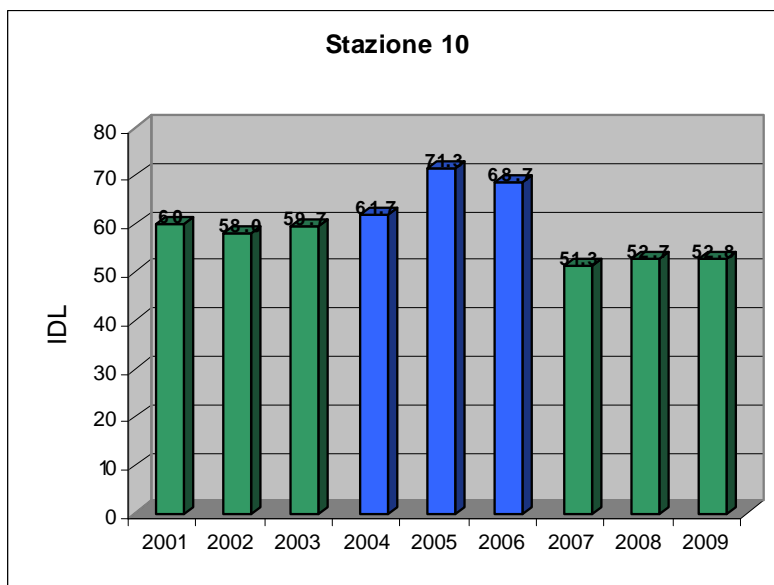


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Lecanora hagenii*, *P. orbicularis*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** nessuna.

## Chiaravalle Parco I Maggio



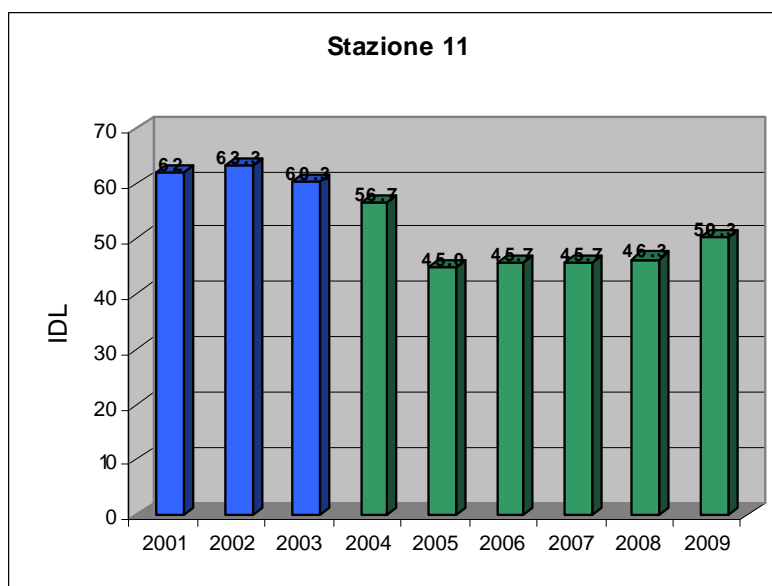
**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Candelariella xanthostigma*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia orbicularis*, *P. chloantha*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Amandinea punctata*, *Evernia prunastri*, *Lecanora argentata*, *L. horiza*, *Melanelia glabra*, *Physcia aipolia*, *Ramalina* sp.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovate le specie *Candelariella xanthostigma* e *Punctelia subrudecta*, non presenti lo scorso anno.

**Note:** a partire da quest'anno si è selezionato un forofita aggiuntivo, per verificare se il deterioramento dei talli osservato negli anni precedenti sia dovuto a condizioni presenti in tutto il parco.

### Agugliano loc. La Chiusa



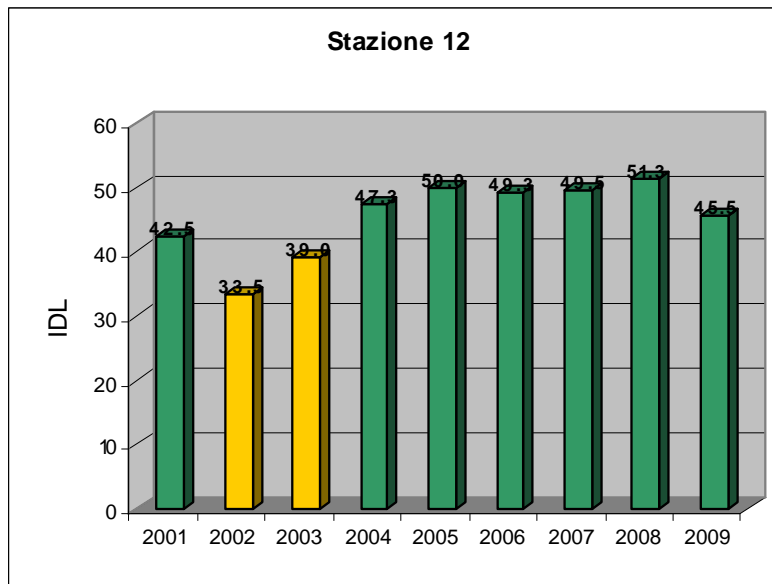
**Specie indagine 2009:** *Caloplaca cerinella*, *Candelaria concolor*, *Diplotomma alboatrum*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. hagenii*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Strangospora pinicola*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecanora chlarotera*, *L. sambuci*, *Physconia distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Rinodina sophodes*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovata la specie *Strangospora pinicola*, non presente lo scorso anno.

**Note:** nel 2004 a causa della presenza di edera sull'albero A, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

### Jesi loc. Mazzangrugno



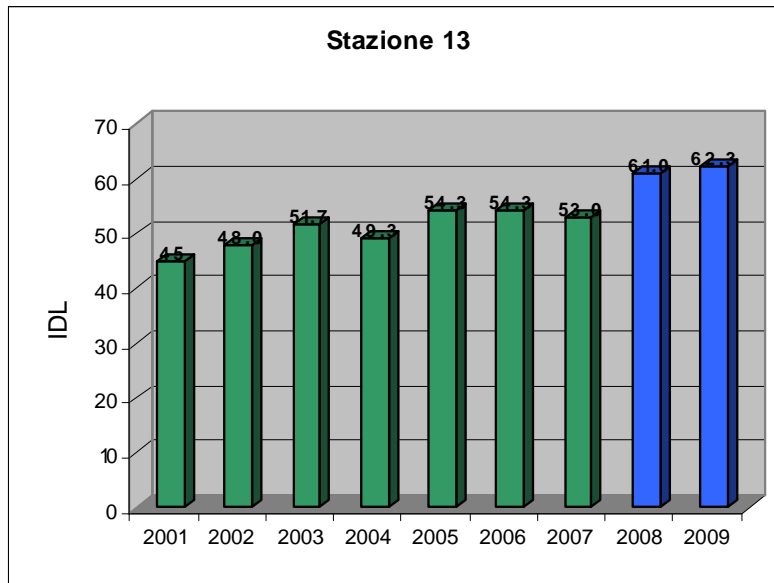
**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Candelariella reflexa*, *Lecanora chlorotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Physconia venusta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovate *Candelariella reflexa* e *Physcia aipolia*; trovata la specie *Opegrapha varia*, non presente lo scorso anno.

**Note:** a partire dal 2004 a causa della presenza di edera negli alberi A e D, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

## Moie c/o la chiesa del Puzzo

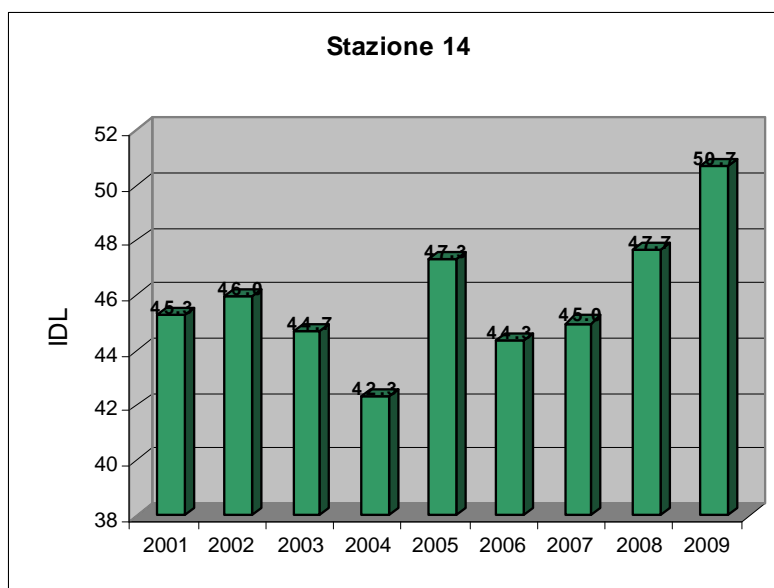


**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Candelariella xanthostigma*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** nessuna.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovate le specie *Candelariella xanthostigma* e *Lecanora horiza*, non presenti lo scorso anno.

## Moie via Torrette

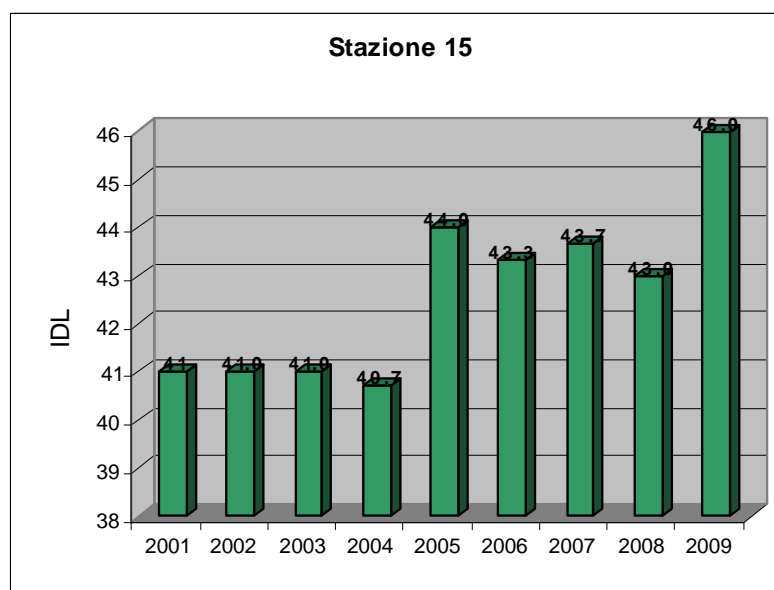


**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlarotera*, *Mycomicrothelia confusa*, *Physconia venusta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovate le specie *Candelaria concolor* e *Collema* sp., non presenti lo scorso anno.

### Monte Roberto loc. Pianello

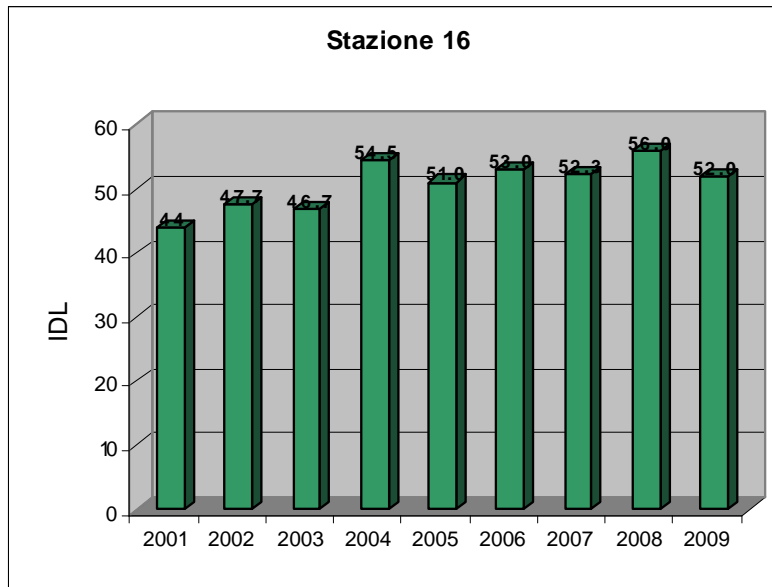


**Specie indagine 2009:** *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Melaspilea urceolata*, *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecanora chlarotera*, *Physcia aipolia*, *Physconia distorta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** nessuna

## Jesi loc. Pian del Medico

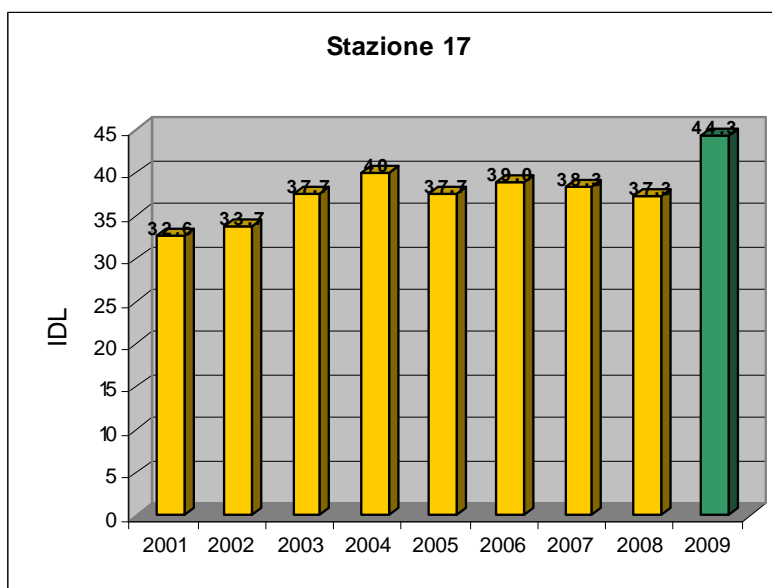


**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecanora chlarotera*, *Caloplaca cerinella*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** nessuna.

## Jesi loc. Mazzangrugno

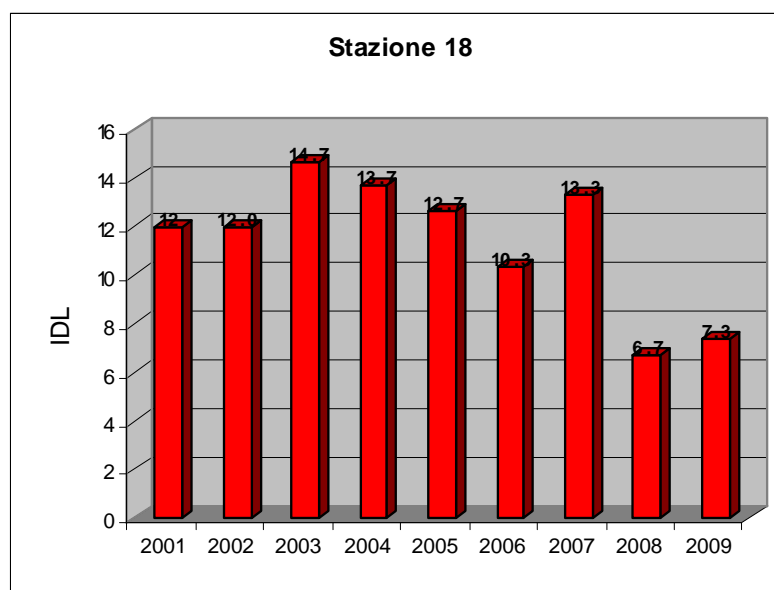


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Physconia distorta*, *P. venusta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovate le specie *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma* e *Physconia grisea*, non presenti lo scorso anno.

### Jesi viale della Vittoria



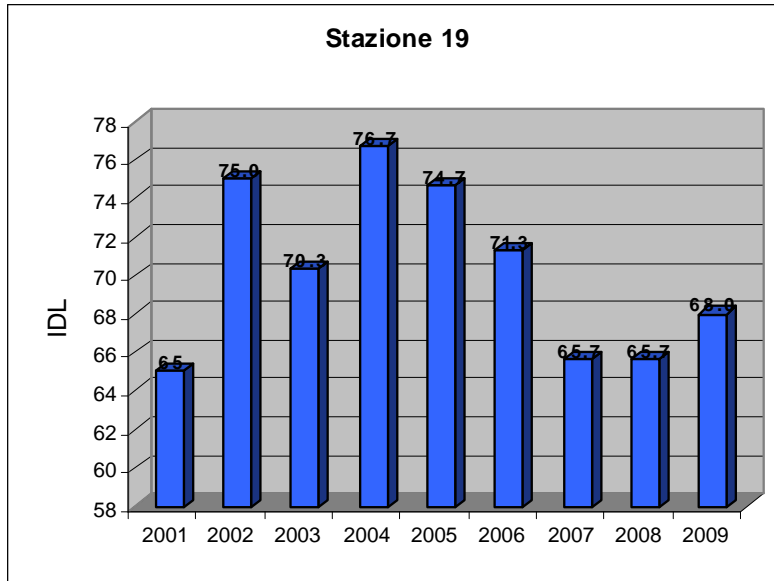
**Specie indagine 2009:** *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Candelariella subdeflexa*, *Xanthoria parietina*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Candelariella subdeflexa*.



## Jesi loc. Aia Murata

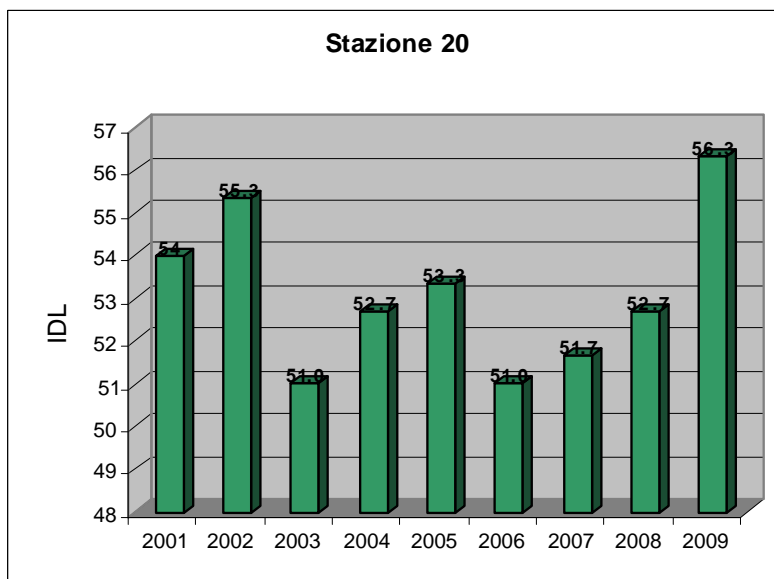


**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Candelariella xanthostigma*, *Hyperphyscia adglutinata*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Ramalina* sp., *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Caloplaca cerinella*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora allophana*, *Physcia aipolia*, *Punctelia subrudecta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Lecanora allophana*.

## Montemarciano loc. Gabella

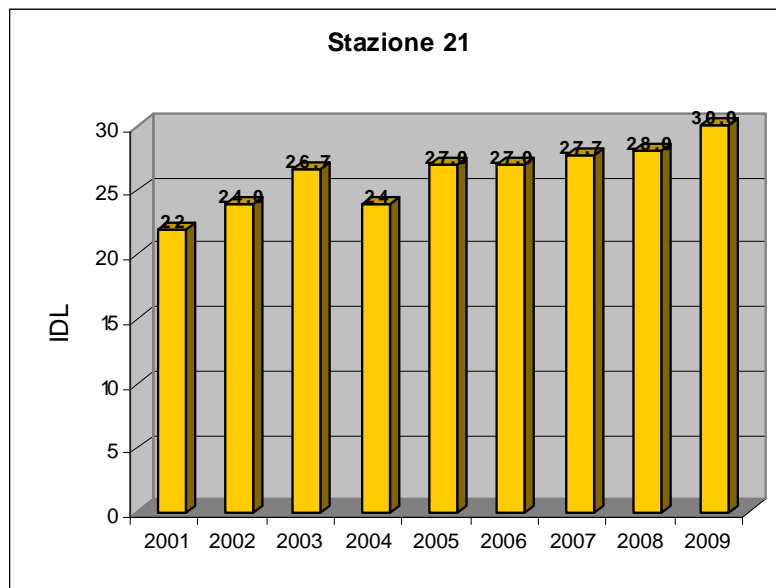


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physcia aipolia*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Lecanora horiza*.

### Falconara Marittima loc. Fiumesino

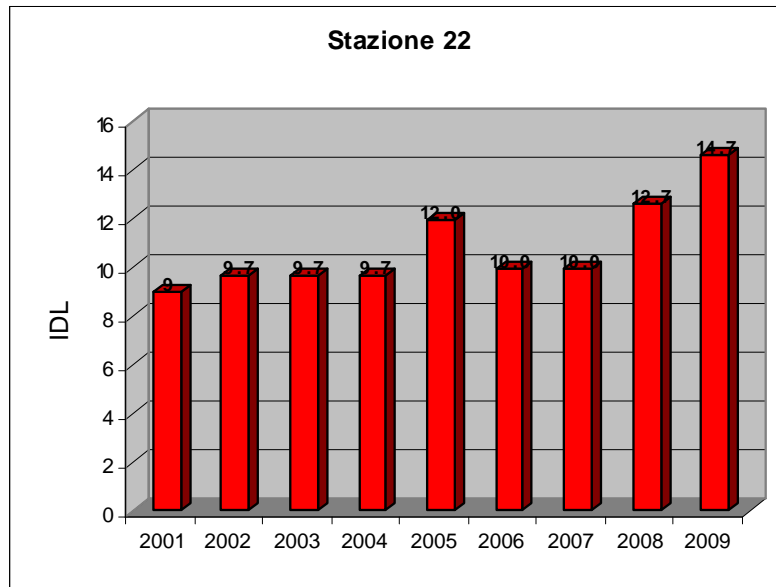


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lecanora chlarotera*, *Pertusaria sp.*

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Lecanora chlarotera*.

**Falconara Marittima loc. Castelferretti via 14 Luglio**

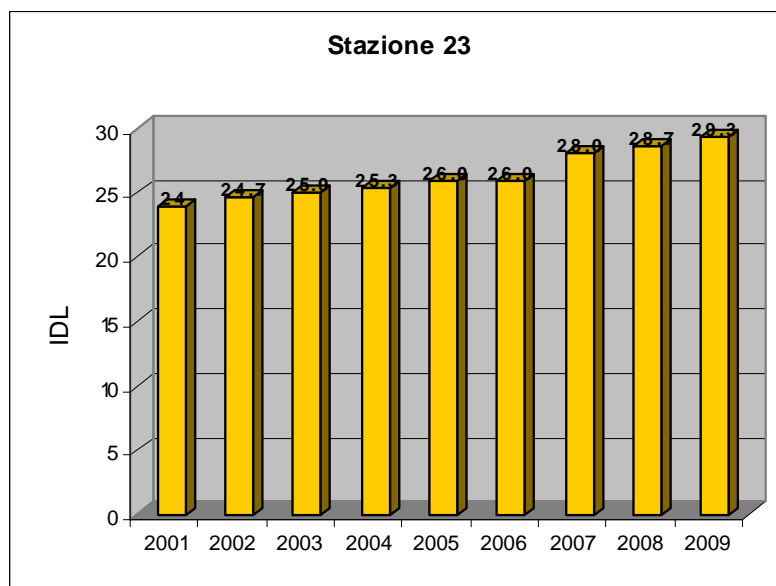


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Lepraria* sp.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovate le specie *Opegrapha varia* e *Phaeophyscia orbicularis*, non presenti lo scorso anno.

**Falconara Marittima loc. Castelferretti c/o il cimitero di S. Maria della Misericordia**

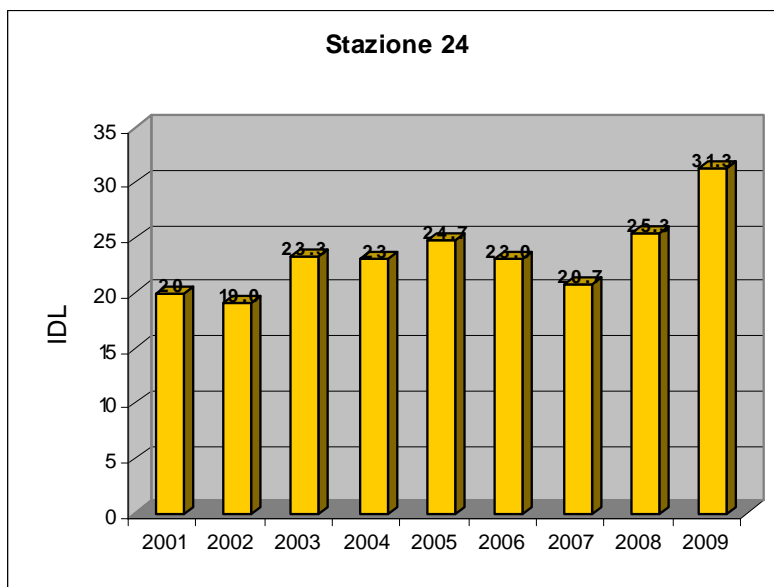


**Specie indagine 2009:** *Gyalecta truncigena*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** nessuna.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** nessuna.

### Agugliano c/o C. Paglialonga

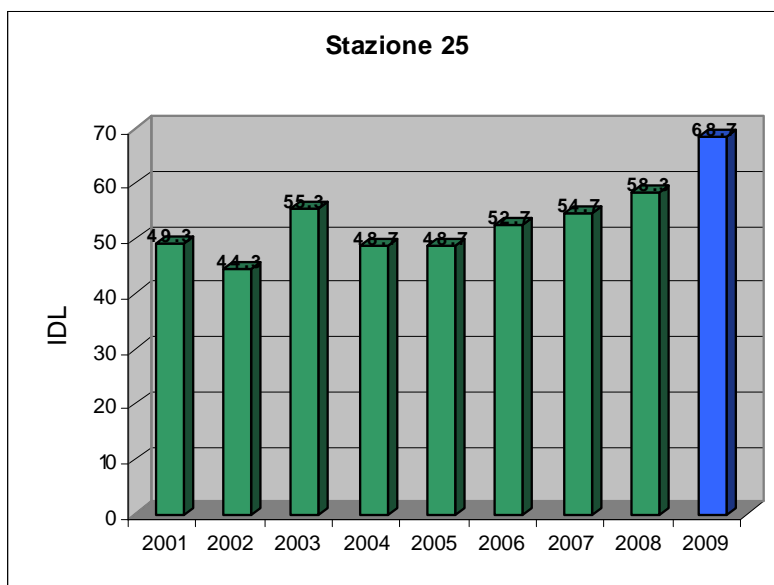


**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Physcia biziana*, *Xanthoria parietina*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Physcia biziana*.

## Serra S. Quirico borgo Stazione

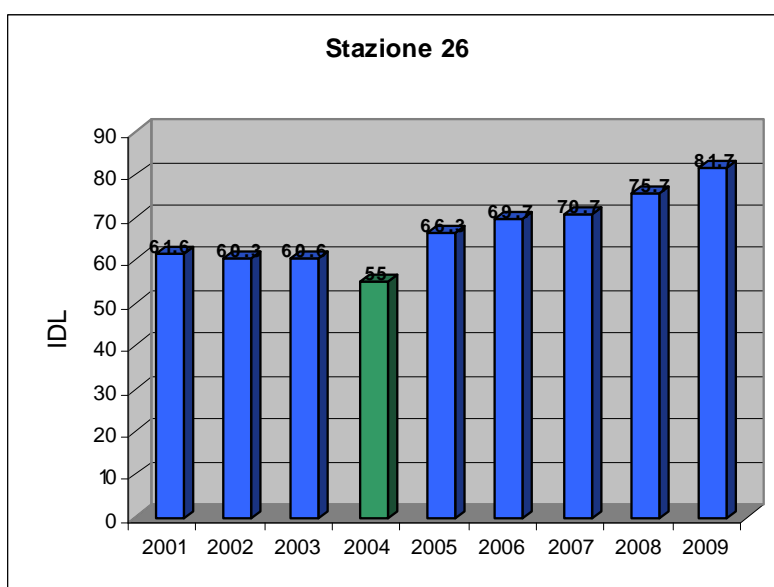


**Specie indagine 2009:** *Caloplaca cerina*, *Collema furfuraceum*, *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarothesa*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *P. chloantha*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Lecanora carpinea*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Physconia grisea*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Lecanora carpinea*.

## Serra S. Quirico deposito Sassi Rossi



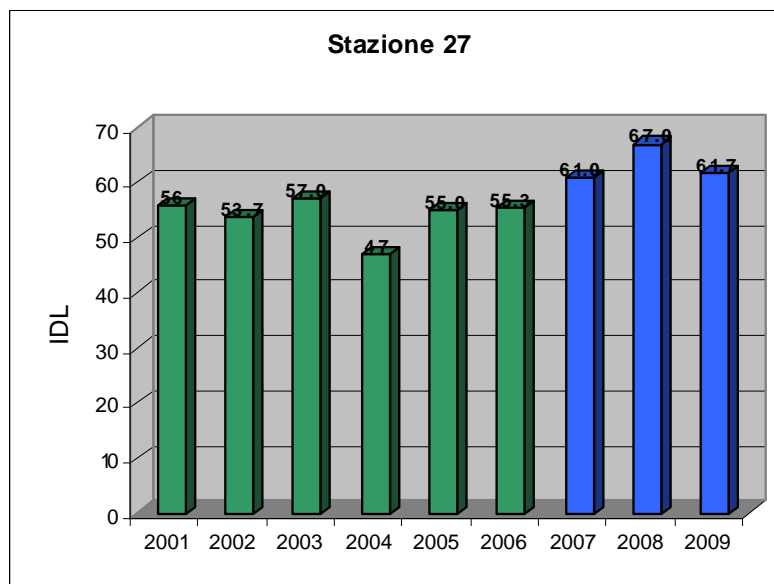
**Specie indagine 2009:** *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerina*, *Collema furfuraceum*, *C. ligerinum*, *Gyalecta truncigena*, *Physconia grisea*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** non ritrovata *Gyalecta truncigena*.

**Note:** nel 2005 a causa della presenza di vegetazione che copriva gli alberi campionati nelle campagne precedenti, sono stati selezionati nuovi forofiti nelle immediate vicinanze dei primi.

### Serra S. Quirico loc. Trivio



**Specie indagine 2009:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Melanelia glabra*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *P. perisidiosa*, *P. servitii*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2009:** *Amandinea punctata*, *Candelariella xanthostigma*, *Phaeophyscia hirsuta*.

**Differenze specie rispetto all'indagine precedente:** trovata la specie *Lecanora chlarotera*, non presente lo scorso anno.

In generale anche quest'anno la situazione generale della qualità ambientale nell'area di studio risulta pressoché invariata rispetto a quella registrata nelle campagne di biomonitoraggio

precedenti (2001-2008). La zona maggiormente interessata da fenomeni di inquinamento atmosferico rimane quella compresa fra la costa e la città di Jesi, dove sono concentrate le principali fonti di emissione (Figure 4.2 e 4.3). Le figure 4.4, 4.6, 4.8, 4.10, 4.12, 4.14, 4.16 e 4.18 mostrano i cambiamenti rispetto alle indagini precedenti. I salti di fascia registrati nelle stazioni 2, 17 e 25 sono dovuti ad un aumento del valore di IDL rispetto allo scorso anno (vedi grafici delle singole stazioni). Le stazioni 2 e 17 passano dalla fascia di semi-alterazione a quella di semi-naturalità, la stazione 25 passa dalla fascia di semi-naturalità a quella di naturalità. Nella stazione 17 il valore dell'IDL registrato quest'anno è abbastanza prossimo al limite di soglia fra una fascia e l'altra, quindi per il momento non è possibile attribuirgli una particolare significatività. Sarà interessante valutare se ci saranno ulteriori variazioni nei prossimi anni. La piccola variazione di biodiversità registrata quest'anno, oltre che da un minimo cambiamento a livello di comunità che rientra nella normale fluttuazione temporale e spaziale delle comunità licheniche epifite, potrebbe anche essere dovuta ad un piccolo spostamento nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati. Nelle stazioni 2 e 25 invece, l'aumento dei valori di biodiversità è più consistente e fa pensare a un cambiamento nelle condizioni ambientali in grado di favorire lo sviluppo delle comunità licheniche.

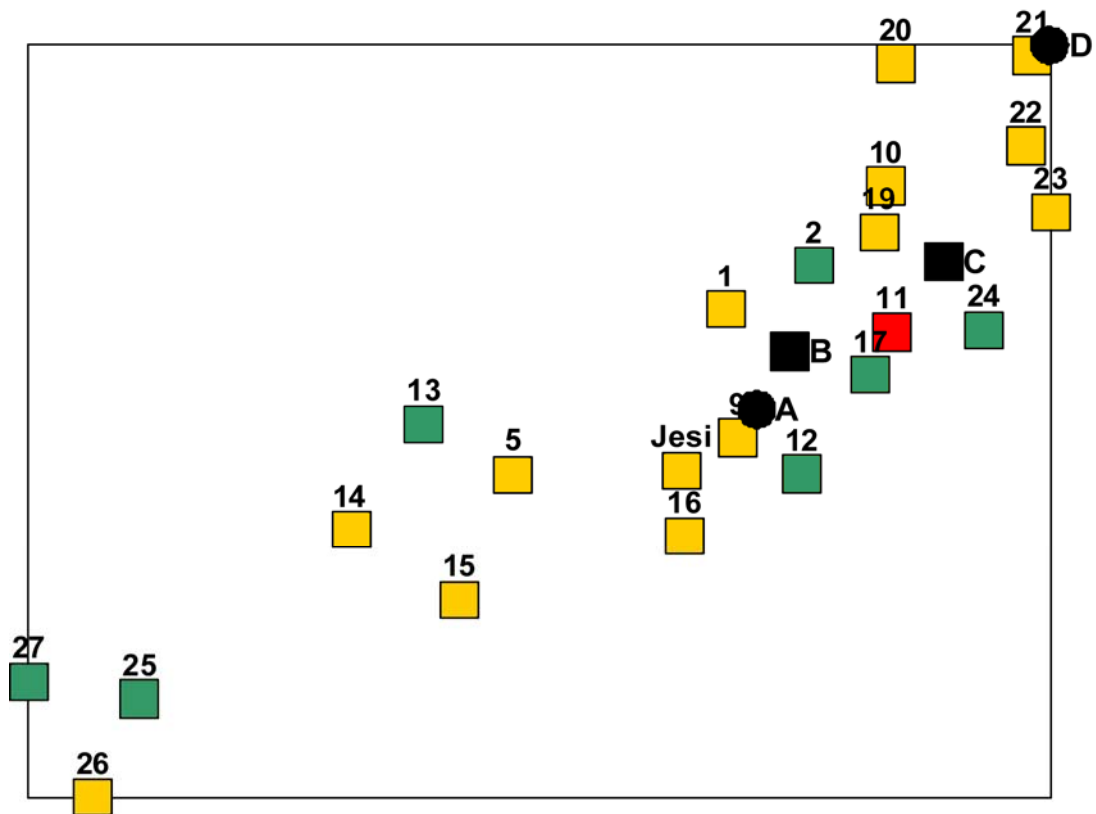
Nella stazione 9 (Jesi, Via Latini) anche quest'anno è stato rilevato un valore di biodiversità lichenica che rientra nella fascia di semi-alterazione. Questo conferma, come ipotizzato lo scorso anno, che il salto di fascia (da semi-alterazione a semi-naturalità) a cui si era assistito nell'anno 2007 potrebbe essere causato semplicemente da uno spostamento nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati e non da cambiamenti significativi nel comparto atmosferico.

Anche in questa campagna di rilievo nella stazione 10 (Chiaravalle, Parco I Maggio) sono stati osservati numerosi talli lichenici con evidenti fenomeni di alterazione (scolorimento del tallo ed evidente deperimento), in particolare sull'albero C. Anche quest'anno i valori dell'IDL registrati fanno attribuire la stazione alla fascia di semi-naturalità, come già a partire dall'anno 2007. Per poter valutare meglio la situazione si è deciso di selezionare un ulteriore forofita, colonizzato da specie licheniche i cui talli sono integri e non presentano segni di alterazione, per verificare l'evoluzione nei prossimi anni.

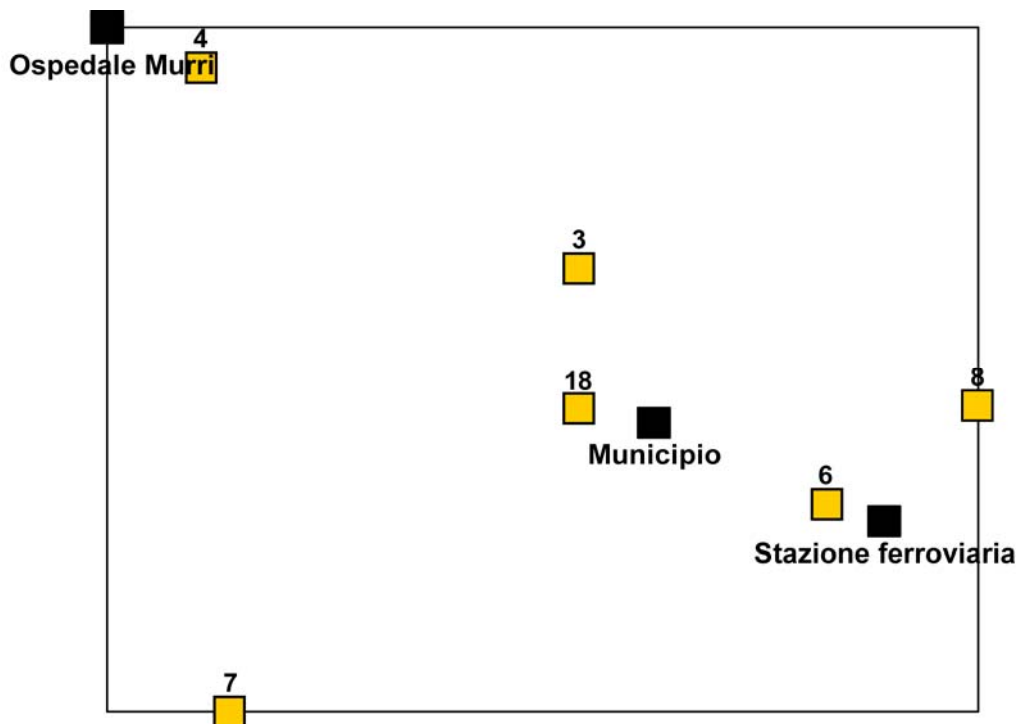
In figura 4.20 sono riportati per tutte le 27 stazioni i valori di IDL registrati nei 9 anni di indagine (2001-2009). Il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente.



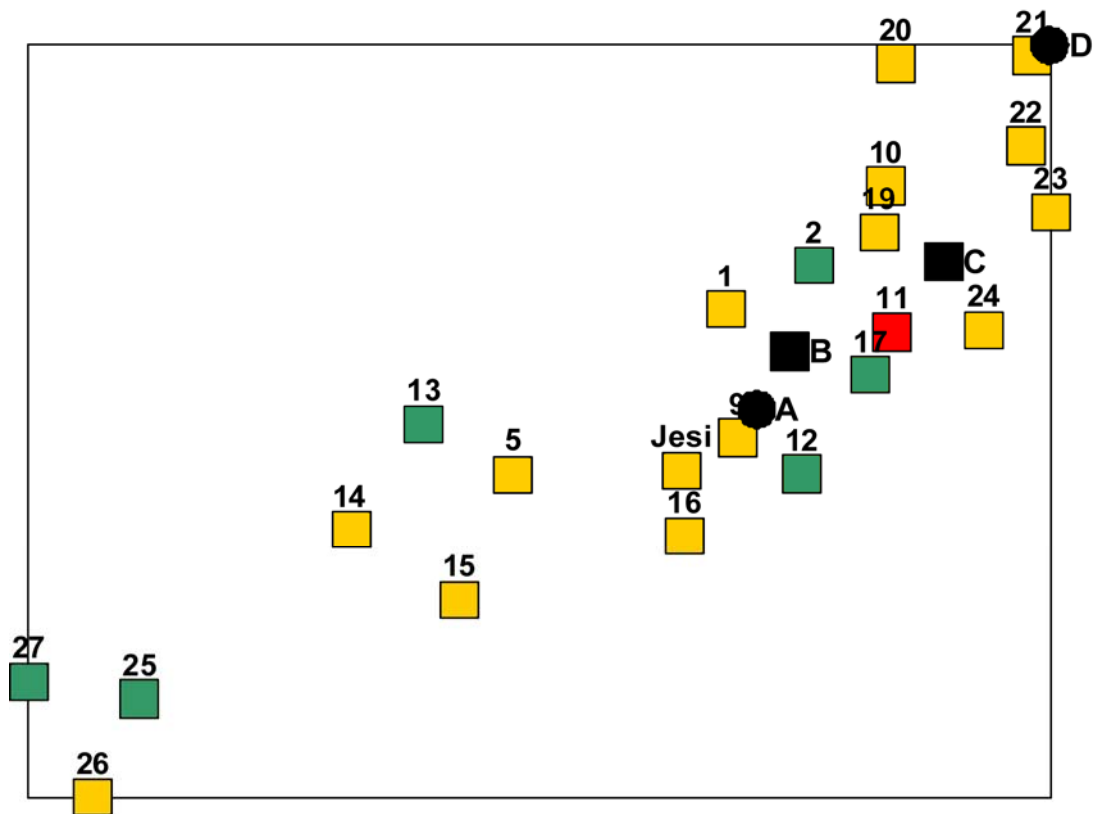




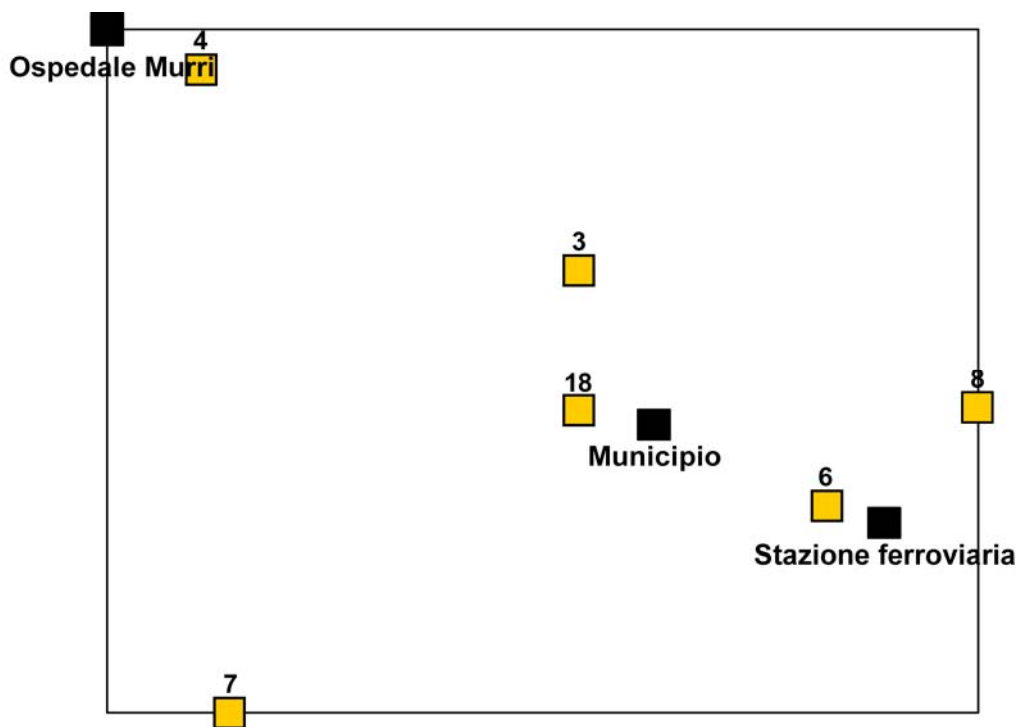
**Figura 4.6** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



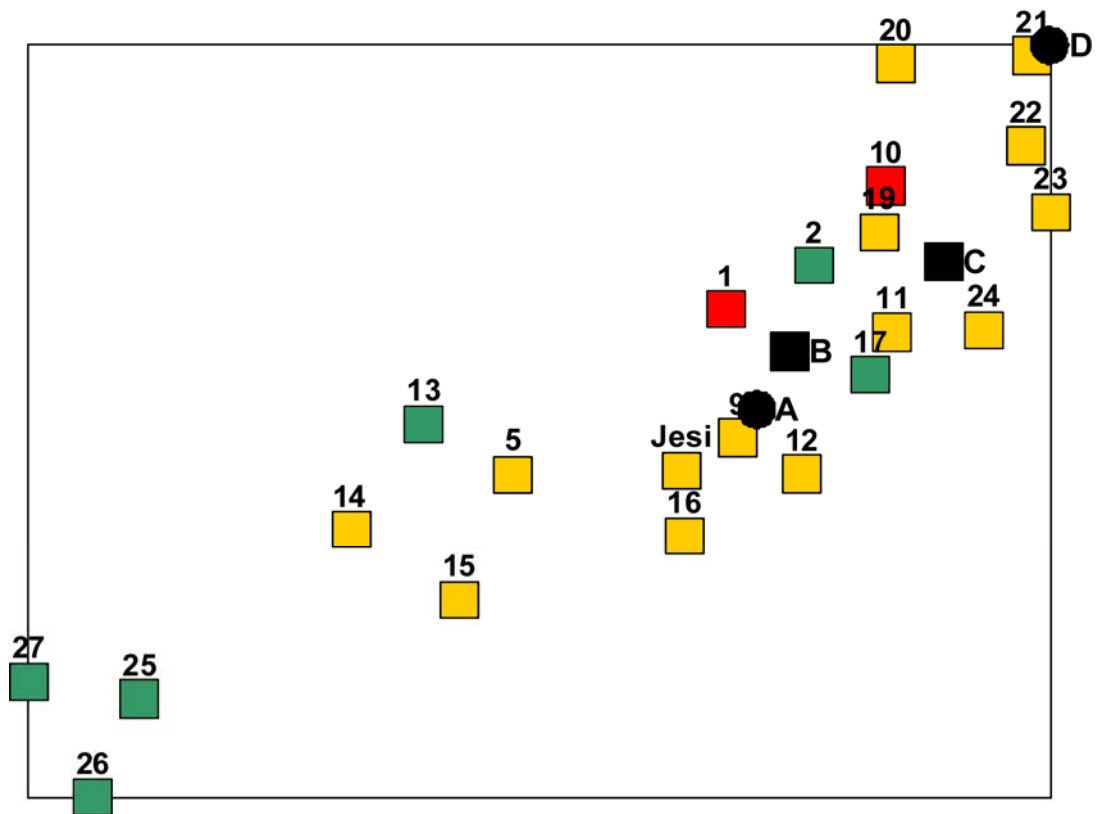
**Figura 4.7** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata.



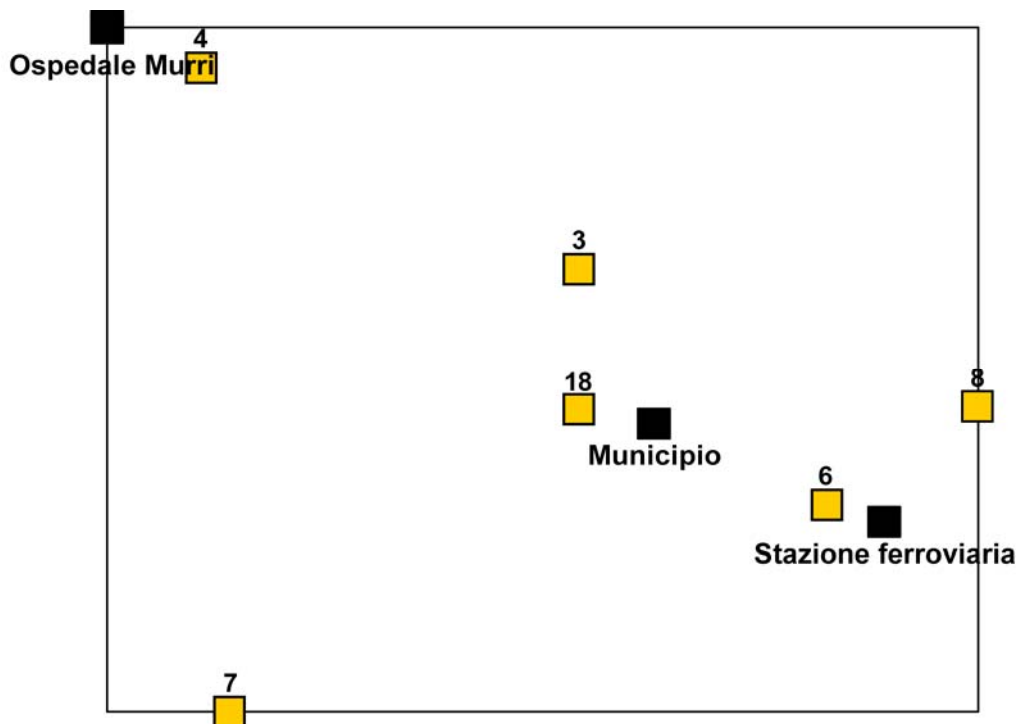
*Figura 4.8 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell’area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.*



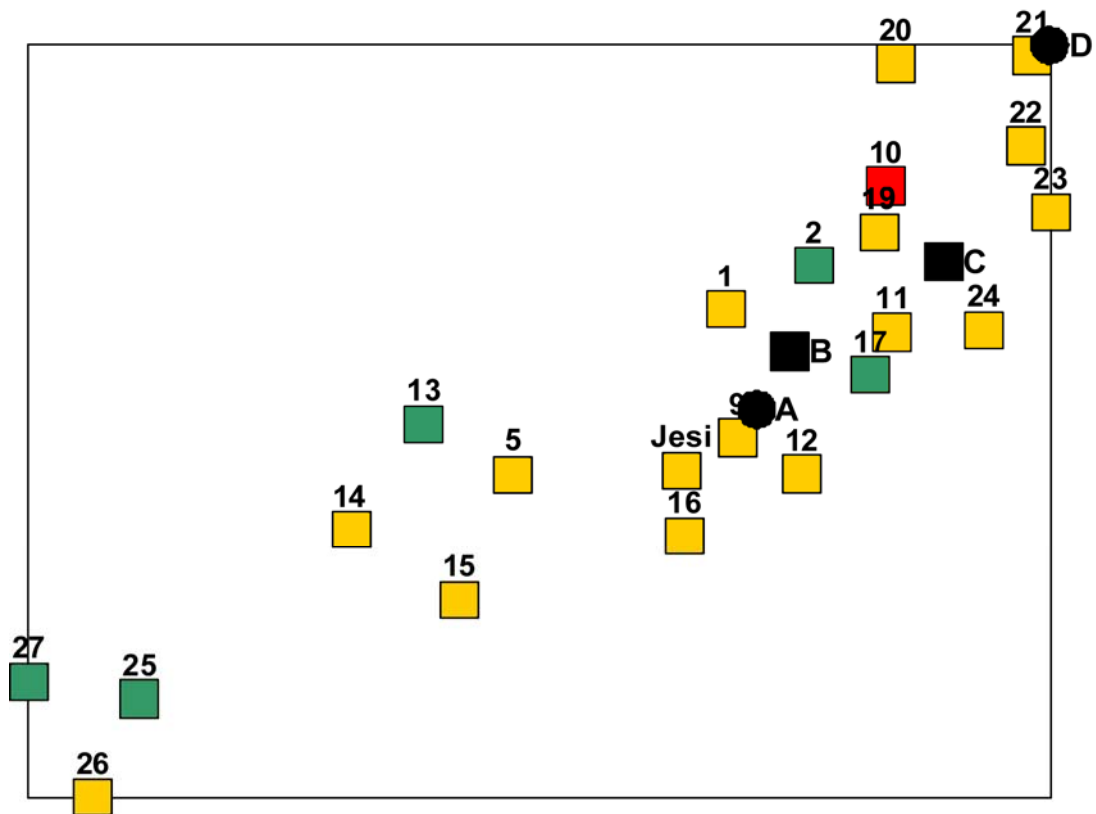
*Figura 4.9 – Cambiamenti registrati nel valore dell’IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell’area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata.*



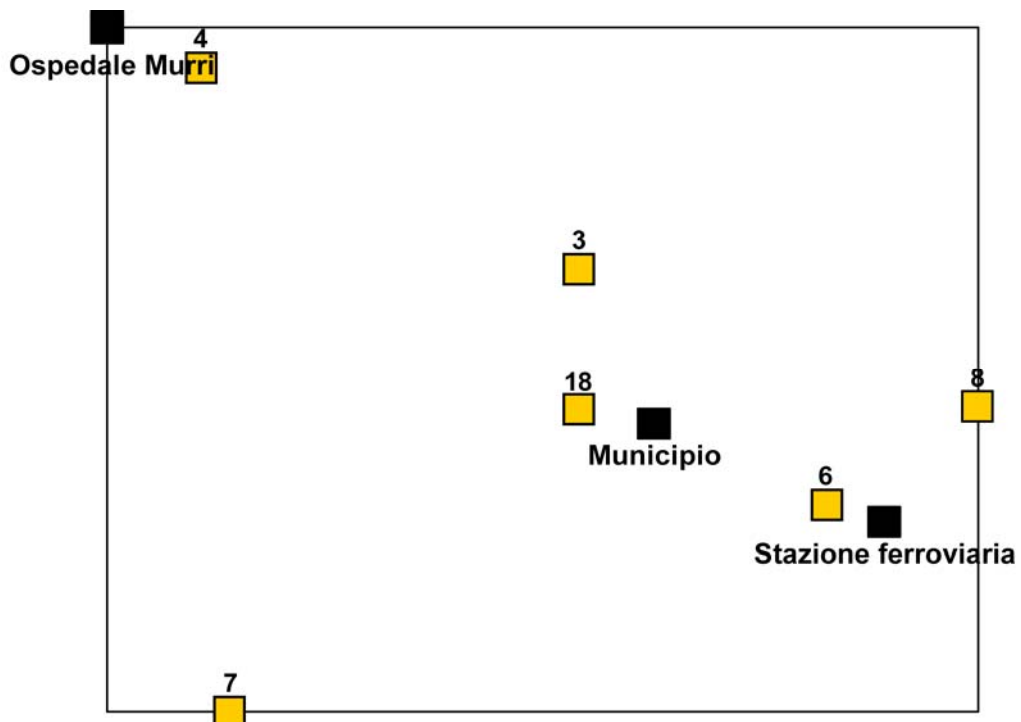
**Figura 4.10** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2004 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



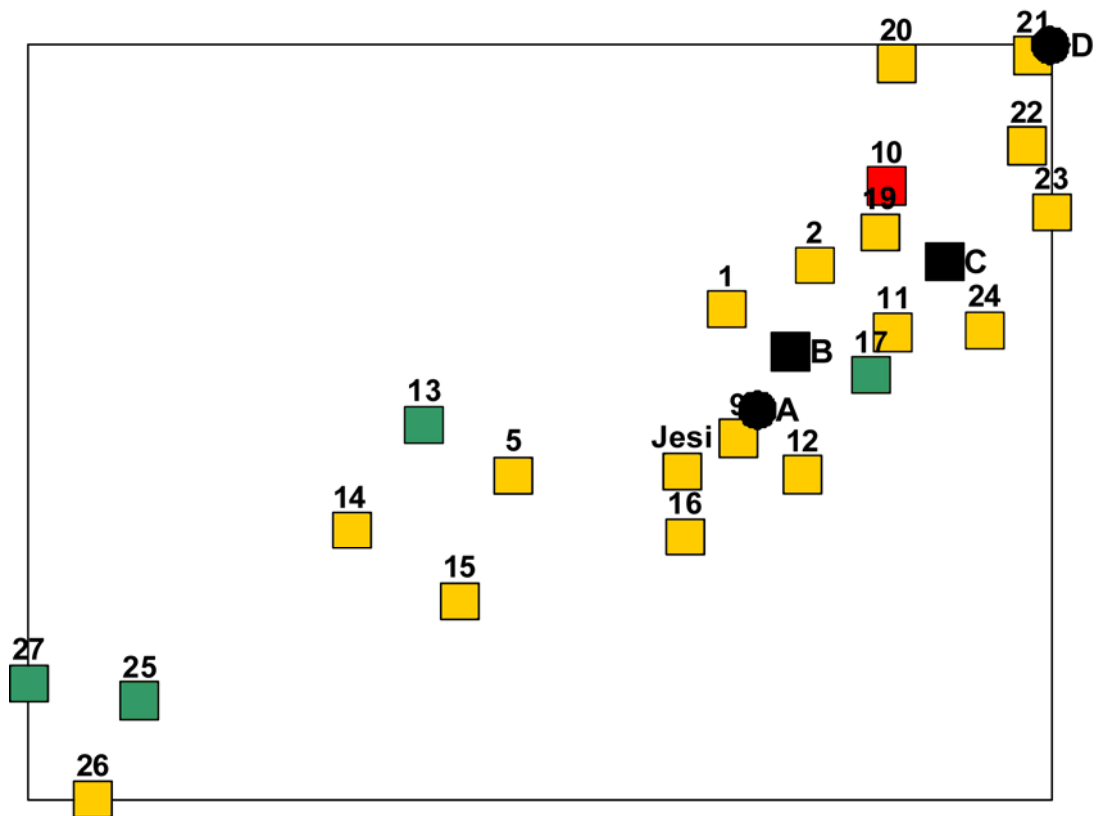
**Figura 4.11** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2004 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata.



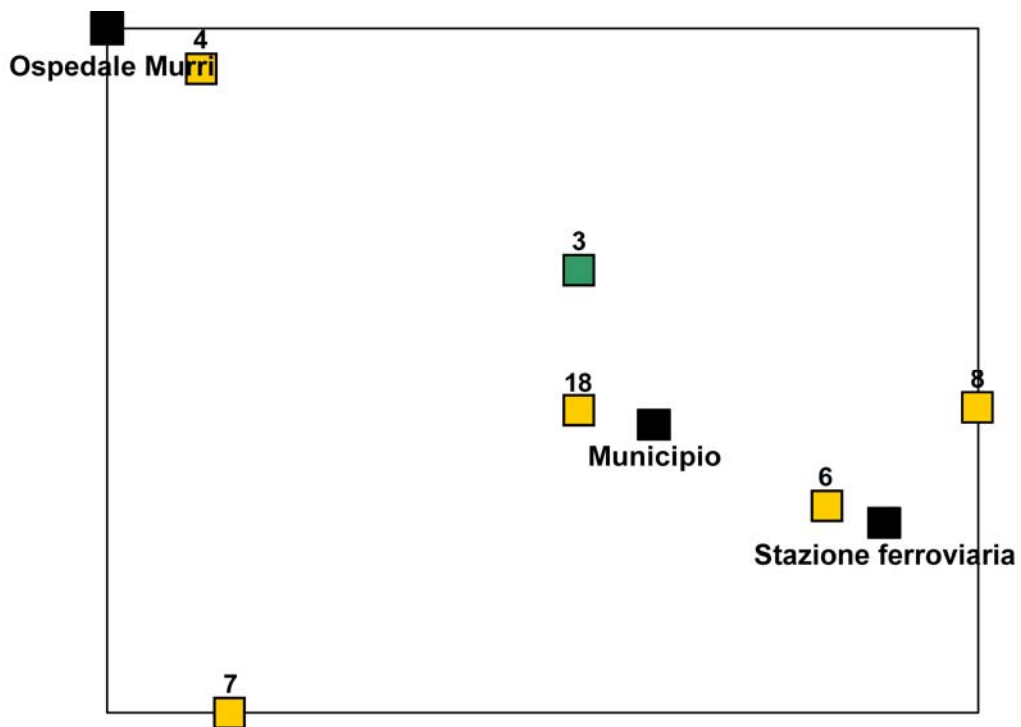
**Figura 4.12** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2005 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



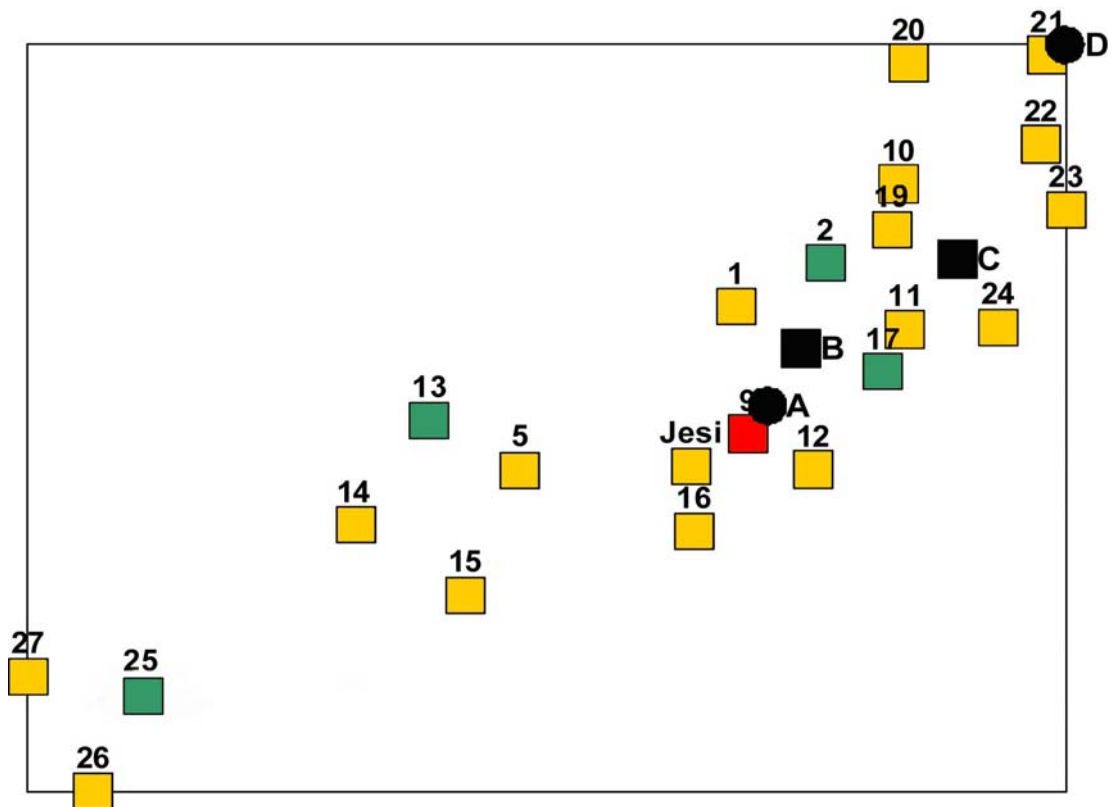
**Figura 4.13** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2005 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata.



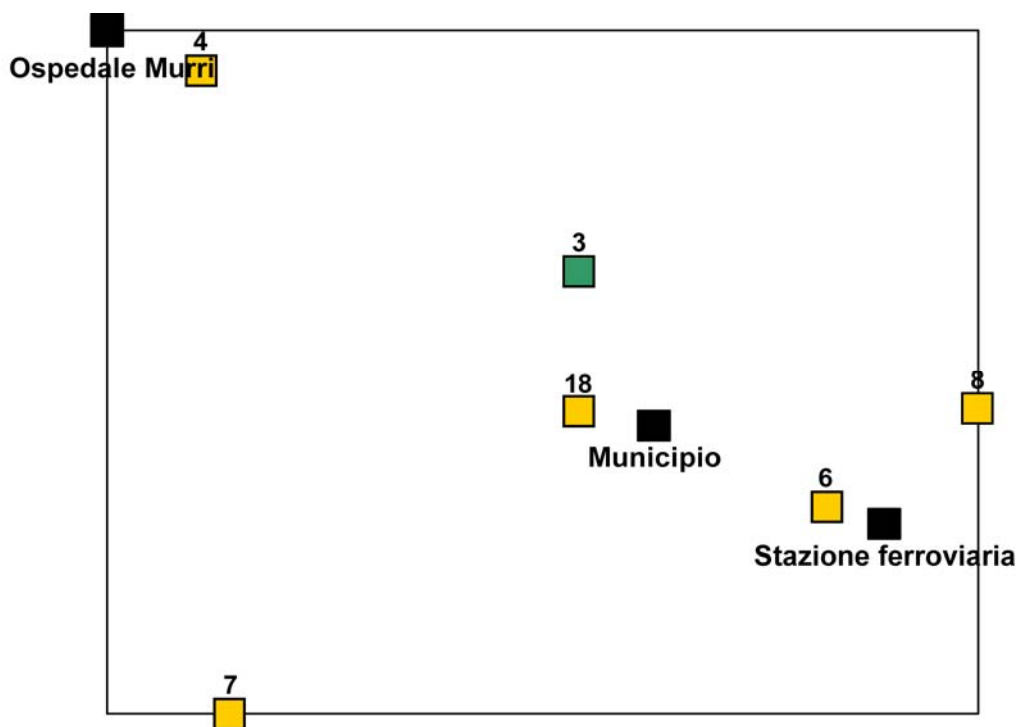
**Figura 4.14** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2006 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



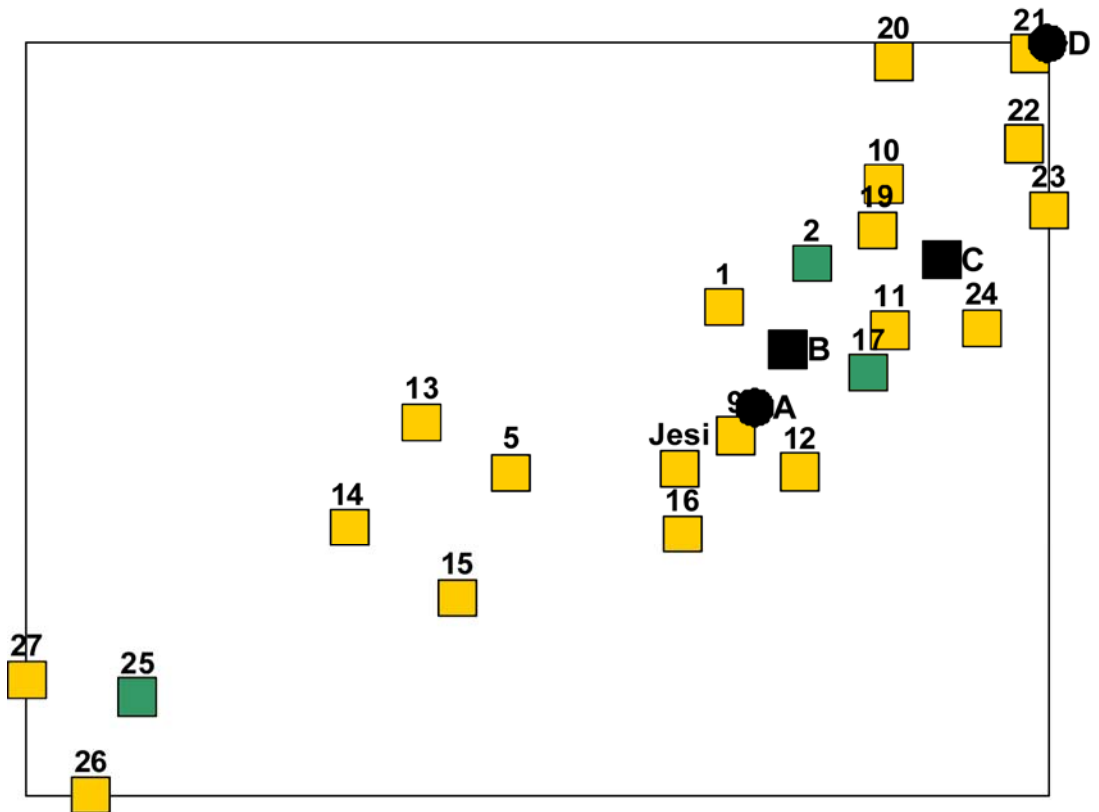
**Figura 4.15** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2006 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata; ■ = situazione migliorata.



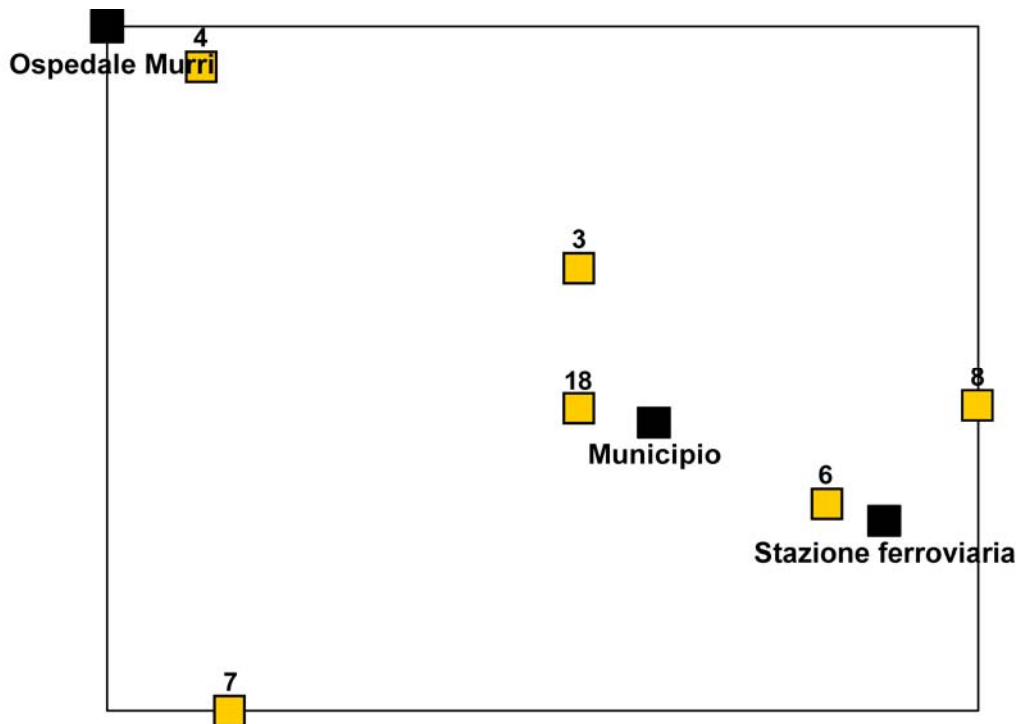
*Figura 4.16 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2007 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.*



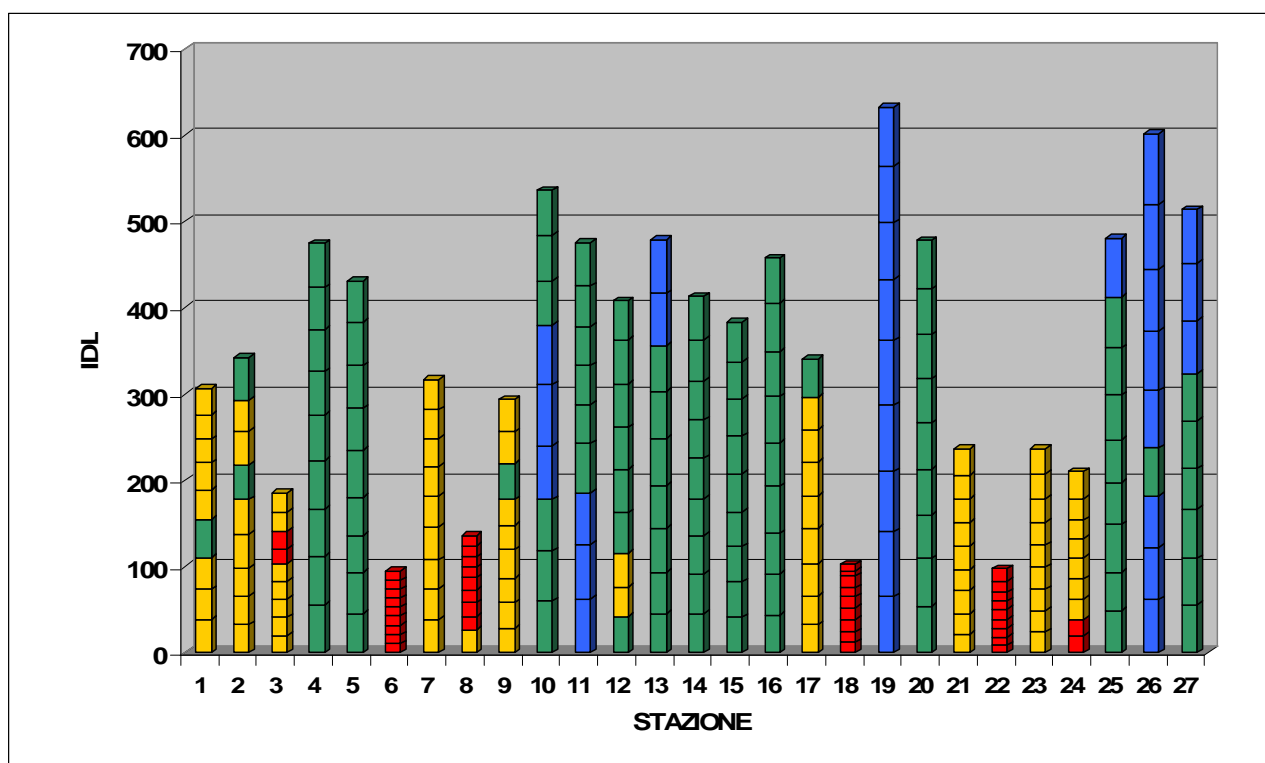
*Figura 4.17 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2007 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata; ■ = situazione migliorata.*



**Figura 4.18** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2008 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione migliorata.



**Figura 4.19** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2008 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata.



**Figura 4.20** – Istogramma in pila dei valori dell’IDL in ogni stazione nei 9 anni di indagine (2001-2009). Il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente.

Per quanto riguarda il centro urbano di Jesi, nel corso dei 9 anni di indagine si sono verificati cambiamenti soltanto nelle stazioni 3 e 8 (Figure 4.5, 4.7, 4.9, 4.11, 4.13, 4.15, 4.17 e 4.19). La stazione 8 (Via Cascamificio) si mantiene anche quest’anno nella fascia di alterazione, a conferma del fatto che il passaggio dalla fascia di semi-alterazione a quella di alterazione verificatosi nel 2002 è stato determinato dalla sostituzione degli alberi campionati, a causa del taglio di quelli campionati nel 2001, e non da un peggioramento della qualità dell’aria. Le variazioni di biodiversità osservate nella stazione 3 (via S. Pietro Martire) non sono particolarmente significative dal momento che il valore dell’IDL è sempre rimasto prossimo al limite di soglia fra una fascia e l’altra e nelle ultime due campagne di monitoraggio (2008 e 2009) ha raggiunto valori che fanno rientrare la stazione nella stessa fascia (semi-alterazione) a cui era stata assegnata nei primi cinque anni.

Per quanto riguarda i cambiamenti a livello delle liste floristiche nelle singole stazioni, la comparsa e/o scomparsa di alcune specie in alcune stazioni rientrano per lo più nelle normali fluttuazioni temporali e spaziali delle comunità licheniche epifite oppure sono dovute a piccoli spostamenti nel posizionamento del reticolo sul tronco dell’albero.



## 4.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA

In tabella 4.5 sono riportate le concentrazioni degli elementi in traccia analizzate nei talli trapiantati di *Evernia prunastri* e nei controlli.

La qualità delle analisi di bioaccumulo sui talli lichenici viene garantita dall'analisi del materiale standard di riferimento IAEA-336 'lichene'. Nella presente indagine i valori di Na misurati nello standard sono risultati molto superiori rispetto ai valori di riferimento (International Atomic Energy Agency). Tale elemento non è stato quindi considerato nelle elaborazioni poiché i suoi valori non erano attendibili. Inoltre le concentrazioni di In e Tl nei campioni analizzati sono risultate inferiori al limite di rilevabilità per cui anche questi elementi sono stati esclusi dalle elaborazioni.

	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>M</b>	<b>DS</b>	<b>CV%</b>
<b>Ag</b>	0.064	0.035	0.032	0.026	0.022	0.030	0.021	0.024	0.021	0.026	0.005	20.7
<b>Al</b>	387.9	438.5	477.3	403.6	313.0	431.5	397.6	438.2	463.0	420.331	50.92	12.1
<b>As</b>	0.205	0.236	0.304	0.284	0.230	0.253	0.286	0.276	0.250	0.265	0.026	10.0
<b>Ba</b>	5.949	7.807	8.609	9.918	7.676	13.239	9.639	8.498	8.939	9.291	1.778	19.14
<b>Be</b>	0.015	0.022	0.028	0.025	0.016	0.036	0.020	0.024	0.023	0.024	0.006	24.7
<b>Bi</b>	0.028	0.038	0.051	0.062	0.042	0.062	0.050	0.040	0.040	0.048	0.010	20.4
<b>Ca</b>	5928	9006	10135	11559	7174	15175	8102	8102	8305	9695	2606	26.9
<b>Cd</b>	0.074	0.077	0.080	0.070	0.102	0.102	0.090	0.070	0.071	0.083	0.014	16.6
<b>Co</b>	0.145	0.189	0.196	0.217	0.171	0.227	0.197	0.191	0.201	0.199	0.017	8.6
<b>Cr</b>	1.263	1.429	1.718	1.917	1.326	1.994	1.658	1.904	1.830	1.722	0.240	13.9
<b>Cs</b>	0.056	0.071	0.076	0.076	0.067	0.078	0.079	0.076	0.074	0.075	0.004	5.15
<b>Cu</b>	4.415	5.032	6.921	7.542	4.839	5.956	6.662	6.980	5.054	6.123	1.048	17.1
<b>Fe</b>	270.4	327.3	368.1	392.1	326.4	429.2	367.5	354.7	356.0	365.2	33.75	9.2
<b>Ga</b>	0.139	0.157	0.178	0.181	0.154	0.184	0.171	0.165	0.164	0.169	0.011	6.5
<b>K</b>	1568	1603	1462	1250	1419	1112	1532	1428	1503	1414	159.51	11.3
<b>Mg</b>	717.2	746.9	838.6	792.0	614.0	712.2	803.3	1208.1	751.4	808.3	175.28	21.7
<b>Mn</b>	14.87	18.18	16.35	17.68	13.81	16.37	14.34	13.92	14.23	15.610	1.757	11.3
<b>Ni</b>	1.357	2.036	1.813	2.441	3.046	1.891	1.817	2.258	1.857	2.145	0.429	20.0
<b>Pb</b>	2.349	2.613	3.475	3.428	3.069	3.483	3.359	2.871	3.240	3.192	0.317	9.9
<b>Rb</b>	2.223	2.342	2.224	1.812	2.187	1.821	2.657	2.137	2.457	2.205	0.291	13.2
<b>Sr</b>	14.54	14.56	20.31	20.93	14.46	21.54	17.35	18.07	15.74	17.87	2.833	15.85
<b>U</b>	0.036	0.036	0.048	0.052	0.038	0.044	0.043	0.051	0.042	0.044	0.006	13.1
<b>V</b>	1.013	1.236	1.755	1.508	1.189	1.791	1.450	1.419	1.343	1.461	0.220	15.0
<b>Zn</b>	15.19	19.31	18.39	25.77	16.74	23.80	20.62	18.33	29.12	21.51	4.301	20.0

**Tabella 4.5** – Concentrazione degli elementi in traccia nei talli trapiantati di *Evernia prunastri* dopo i tre mesi di esposizione e nel campione di controllo. *B* = campione di controllo; *M* = valore medio per l'area di studio; *DS* = deviazione standard; *CV%* = coefficiente di variazione (percentuale).

I coefficienti di variazione percentuale indicano che le concentrazioni degli elementi esaminati non differiscono sensibilmente fra una stazione e l'altra.

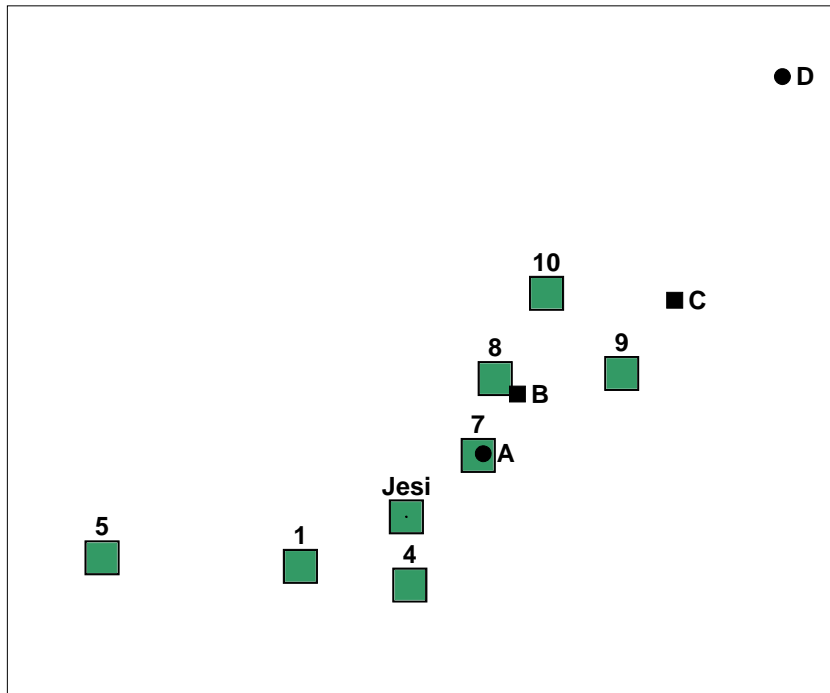
Anche quest'anno, per ovviare alla difficoltà di interpretazione dei dati di bioaccumulo a causa della variabilità della concentrazione di background degli elementi nell'area di controllo dove vengono raccolti i campioni, è stato calcolato il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento nei talli dopo l'esposizione e la concentrazione nei campioni di controllo prima dell'esposizione (EC ratio). I risultati sono stati interpretati attraverso la scala a 5 classi riportata in Tab. 4.6. Tale scala è stata elaborata basandosi sul fatto che in assenza di accumulo o perdita il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione nel campione di controllo è uguale a 1 (condizione normale). È stata considerata una deviazione di  $\pm 25\%$  per comprendere le fluttuazioni naturali delle concentrazioni degli elementi in traccia nell'organismo utilizzato come biomonitor (Loppi *et al.*, 2002b). Le altre classi di accumulo/perdita sono state basate su progressive deviazioni di  $\pm 25\%$ . L'utilizzo dell'EC ratio, molto utile perché le concentrazioni degli elementi nei talli di controllo possono risultare diverse di anno in anno anche se il materiale viene raccolto nella medesima area, si rende tanto più utile in questa campagna di monitoraggio dato che i talli lichenici utilizzati per il trapianto non sono stati raccolti nella stessa località in cui sono stati prelevati gli anni precedenti.

Di seguito, per ogni elemento analizzato, è stata elaborata una carta relativa all'area di studio dove ogni stazione è rappresentata da un quadrato il cui colore corrisponde al livello di accumulo-perdita secondo la scala interpretativa utilizzata (Tab. 4.6). Non vengono riportate quest'anno le carte relative alle tre stazioni collocate nel centro urbano di Jesi perché in due di queste non è stato possibile recuperare i campioni trapiantati, quindi per il centro urbano abbiamo dati di bioaccumulo relativi soltanto ad una stazione (la stazione 2), che sono riportati nella carta generale dell'area di studio.

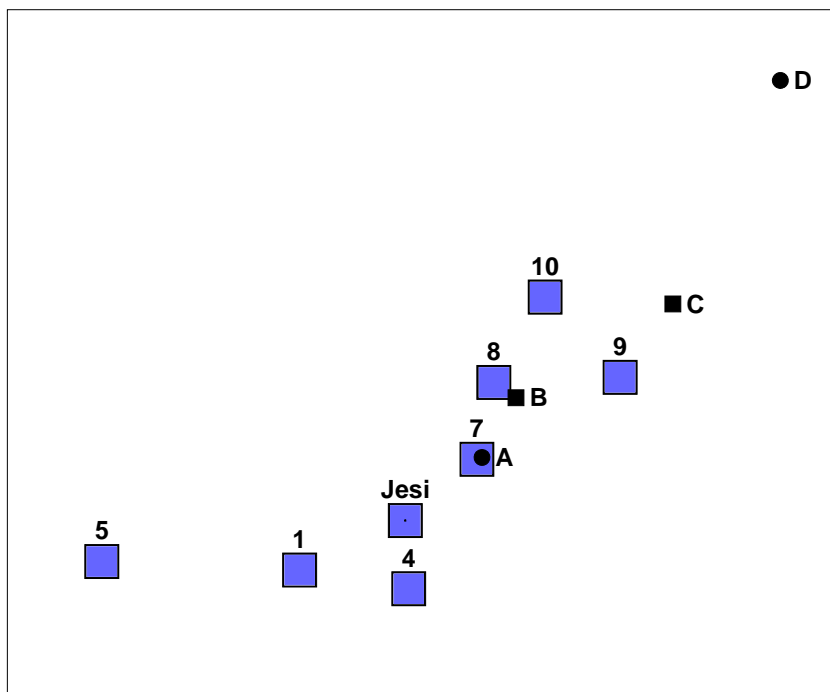
<b>EC ratio</b>	<b>accumulo/perdita</b>	<b>colore</b>
0-0.25	forte perdita	■
0.25-0.75	perdita	■
0.75-1.25	condizione normale	■
1.25-1.75	accumulo	■
>1.75	forte accumulo	■

**Tabella 4.6** – Scala utilizzata per l'interpretazione del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione nel campione di controllo.

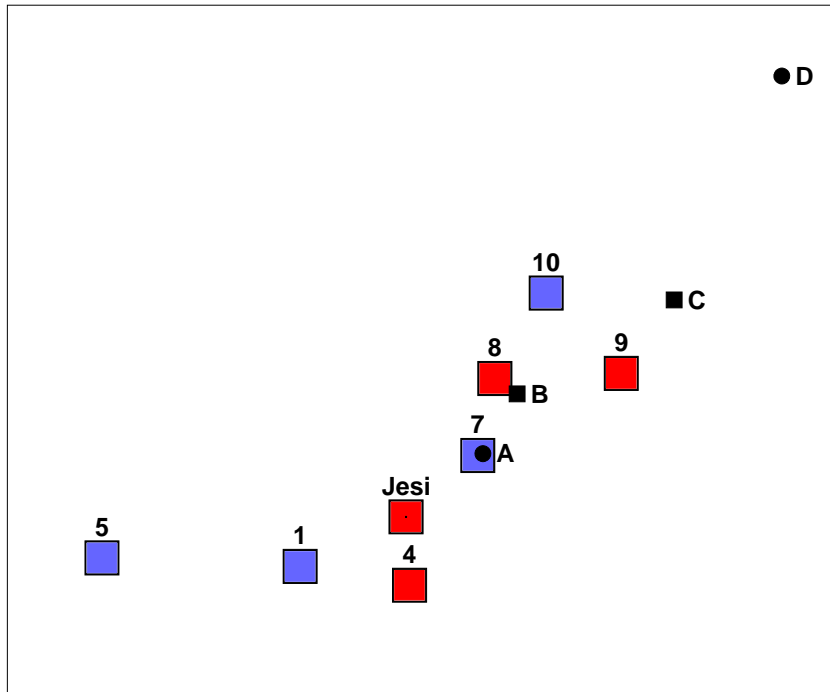
**Argento:**



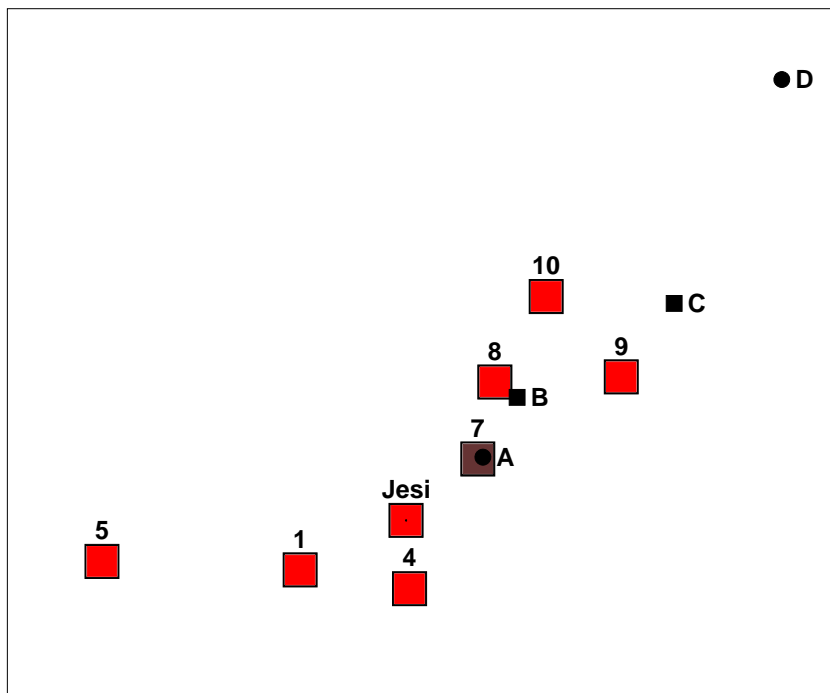
**Alluminio:**



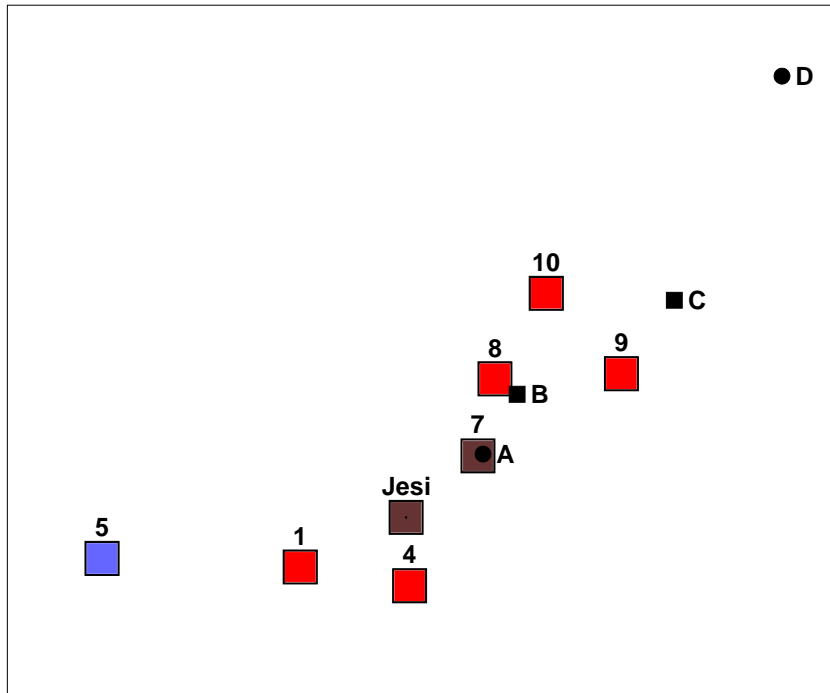
**Arsenico:**



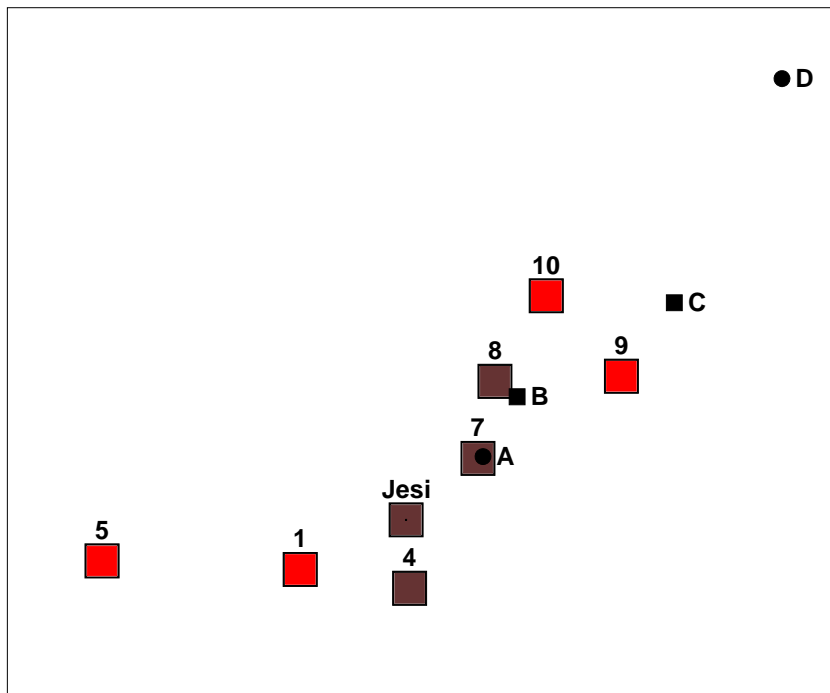
**Bario:**



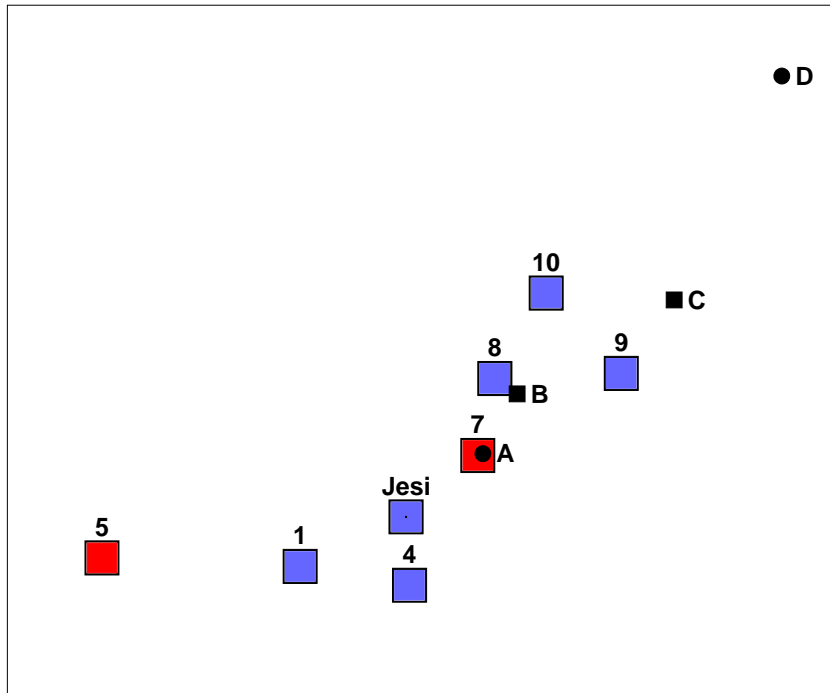
**Berillio:**



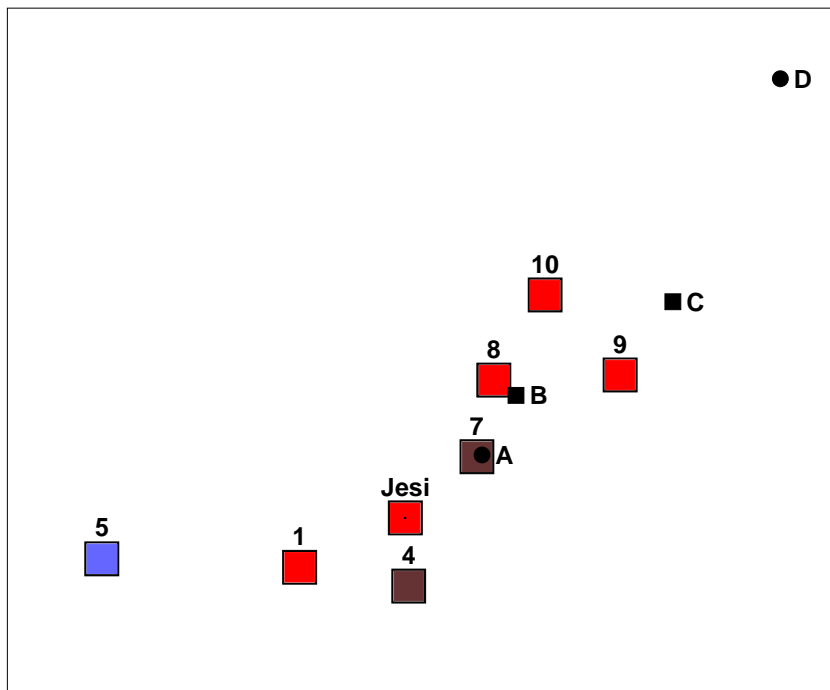
**Bismuto:**



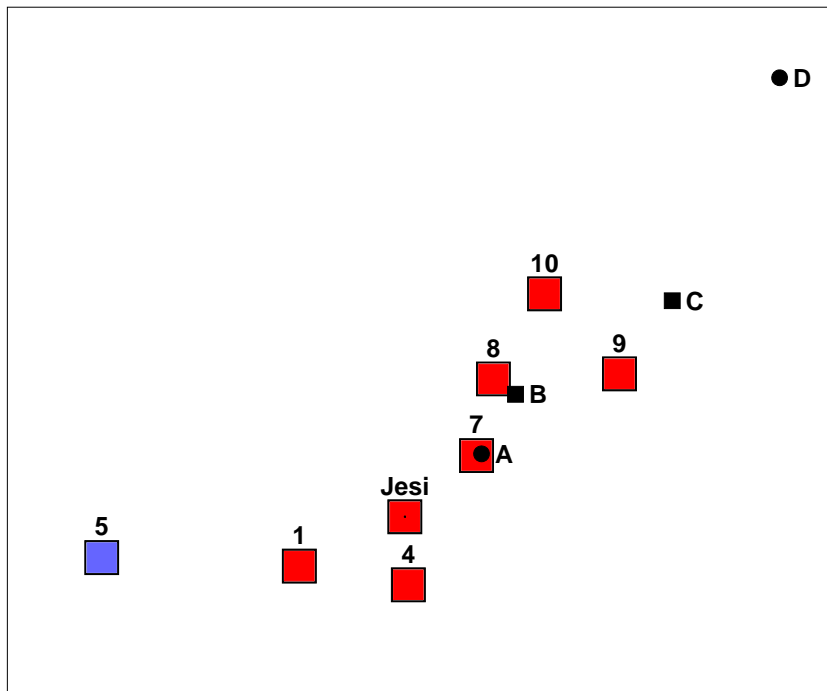
**Cadmio:**



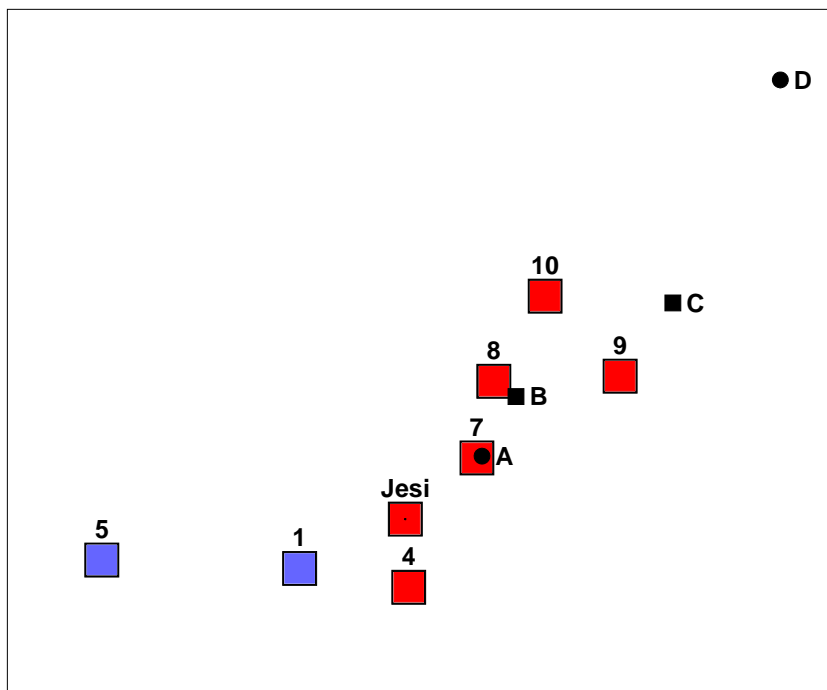
**Calcio:**



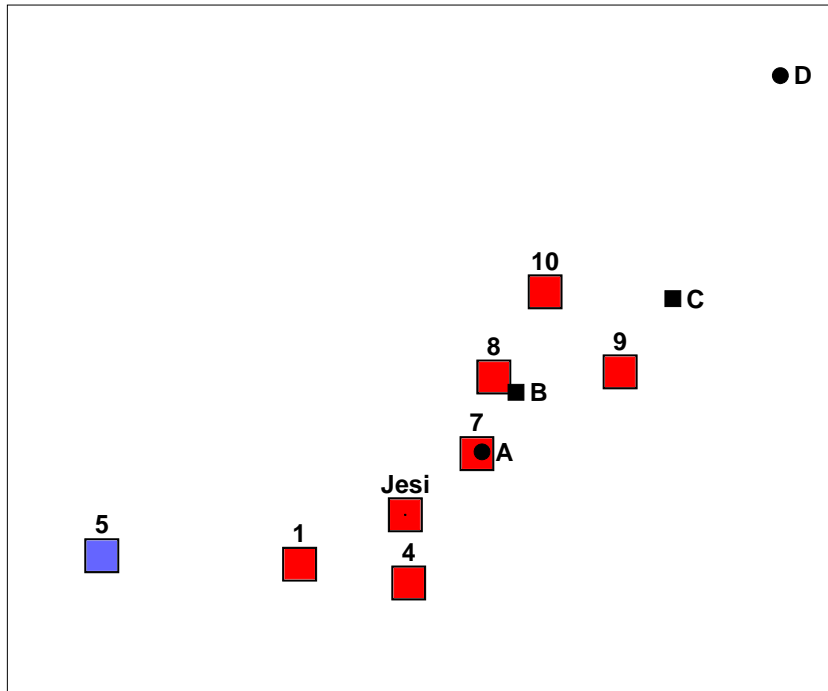
**Cobalto:**



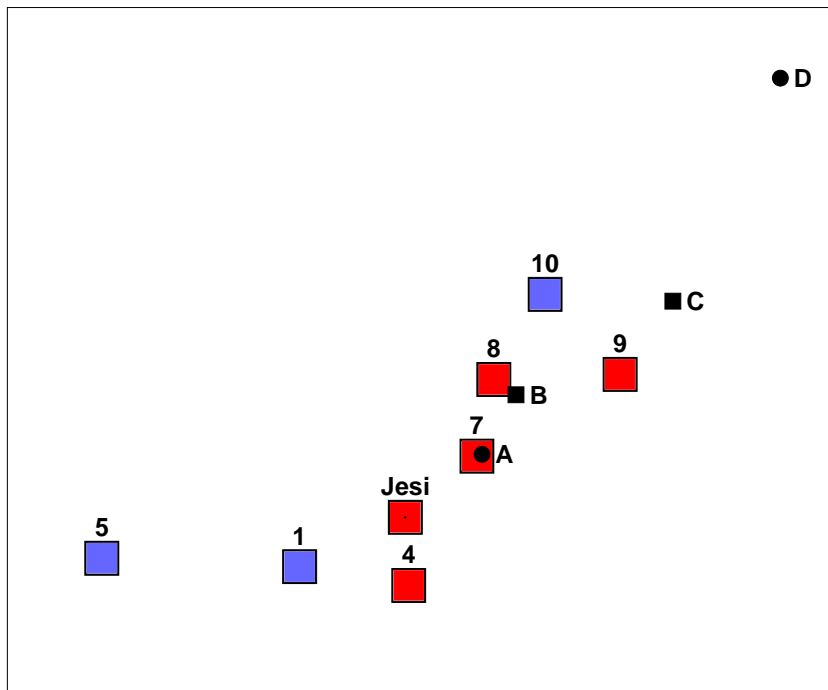
**Cromo:**



Cesio:

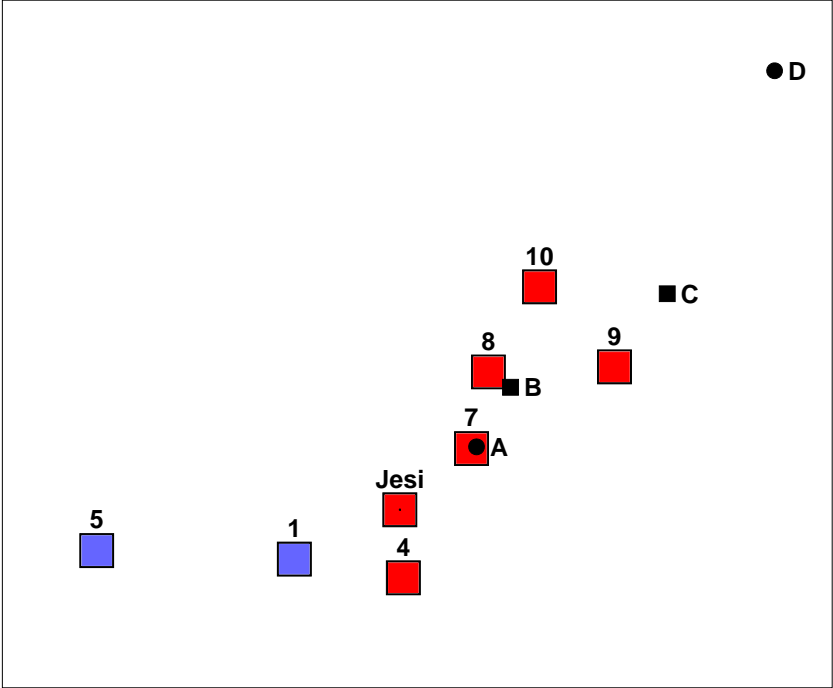


Rame:

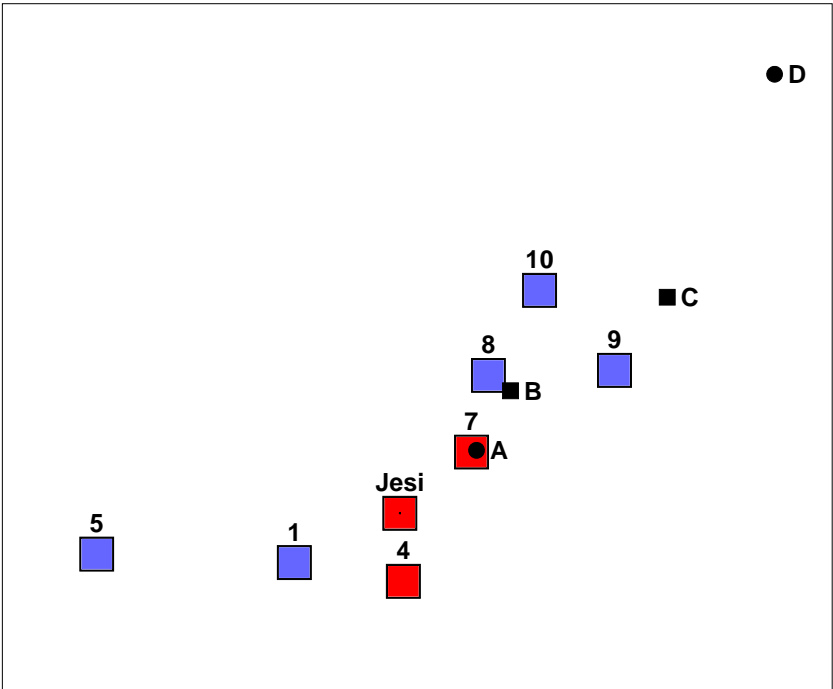




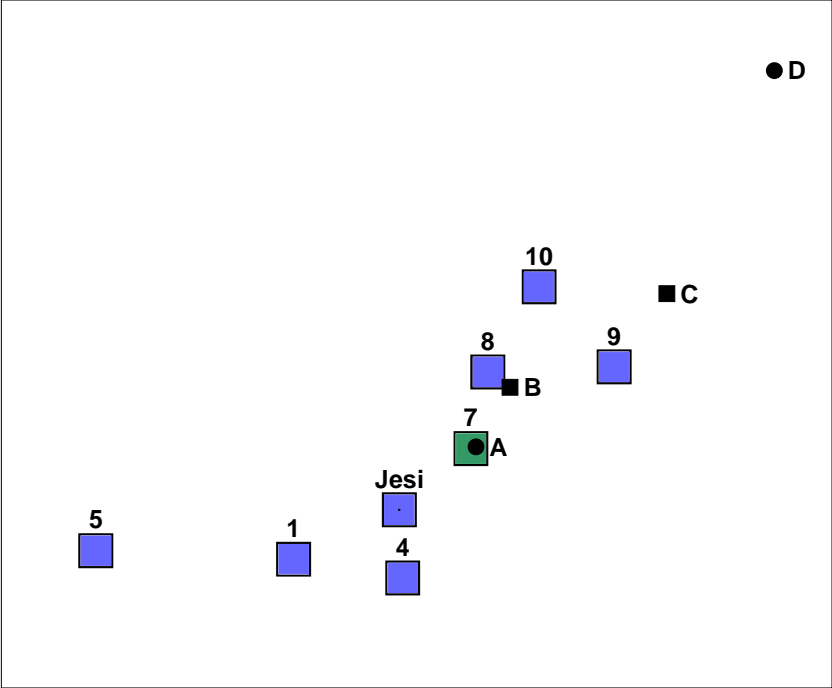
**Ferro:**



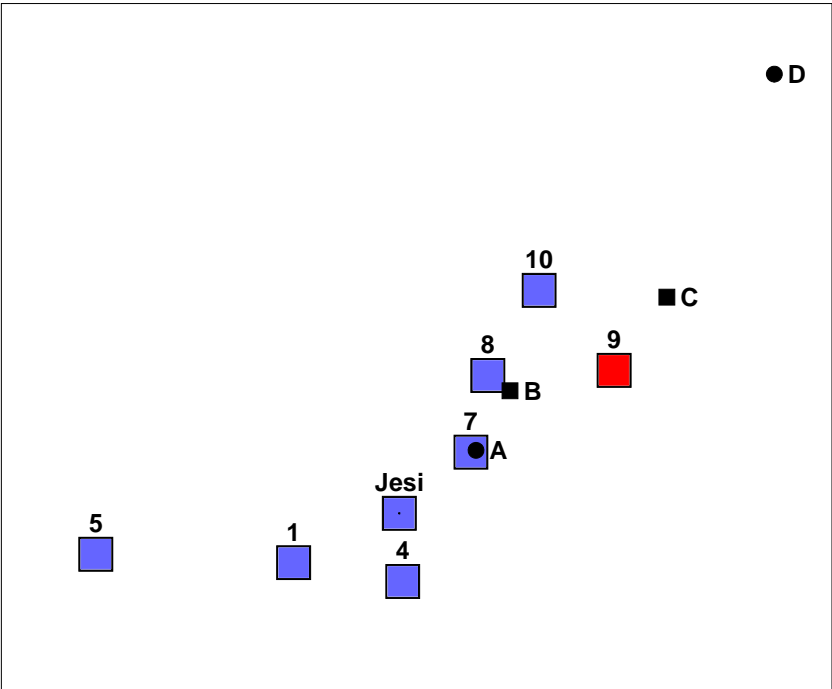
**Gallio:**



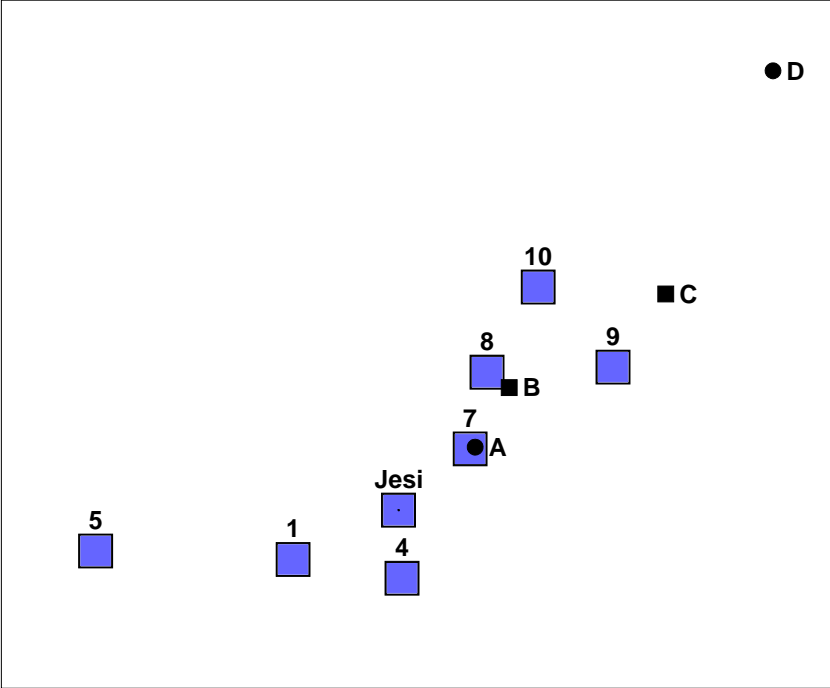
**Potassio:**



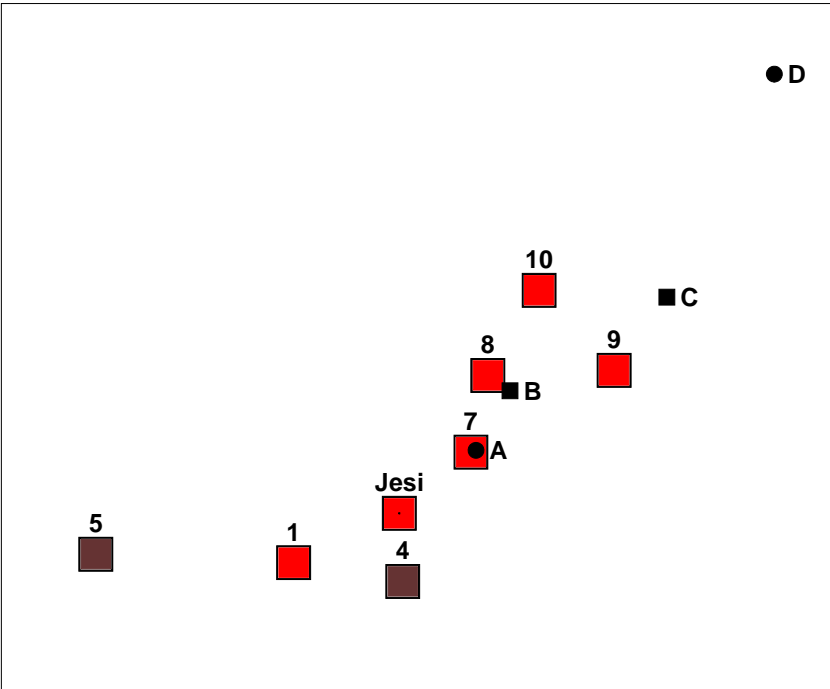
**Magnesio:**



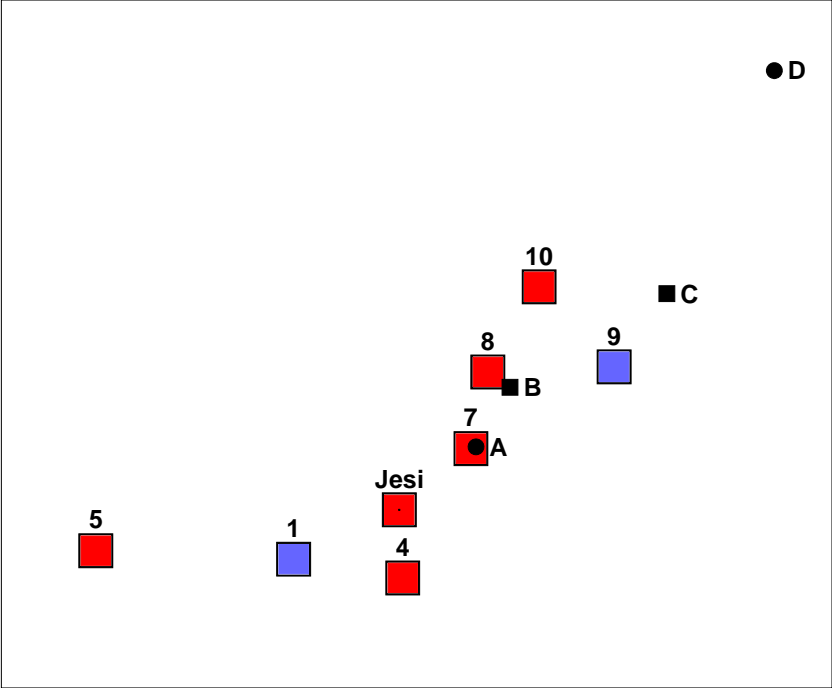
Manganese:



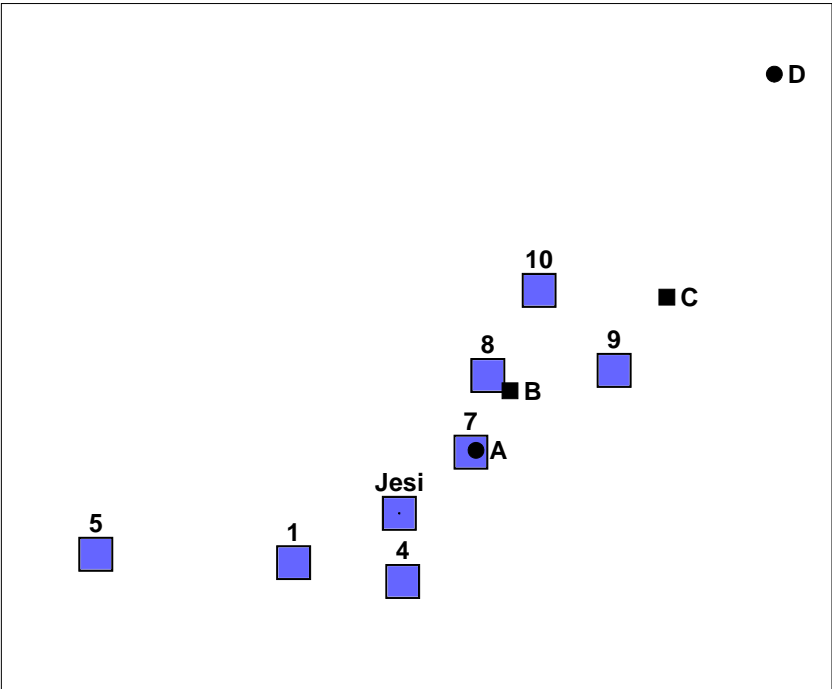
Nichel:



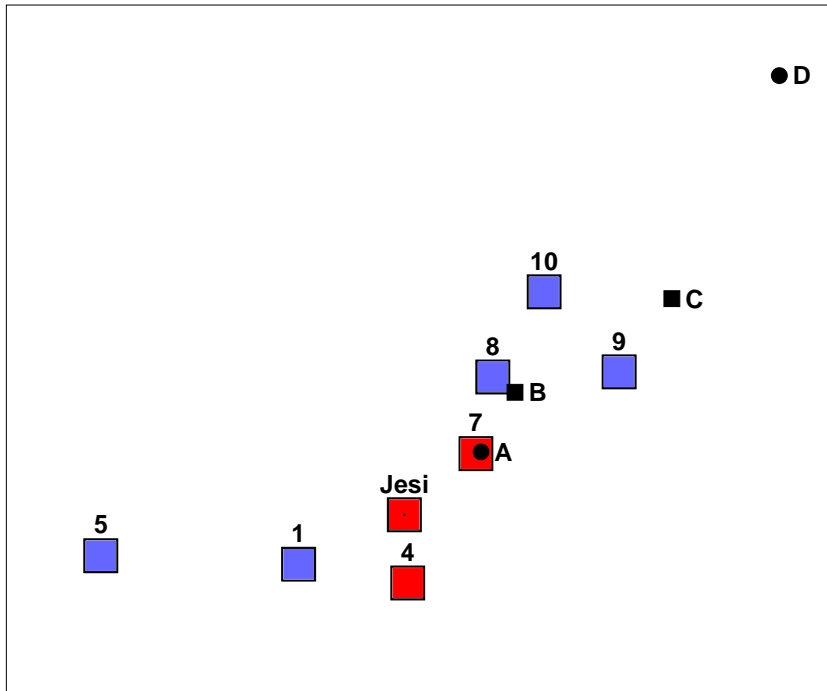
**Piombo:**



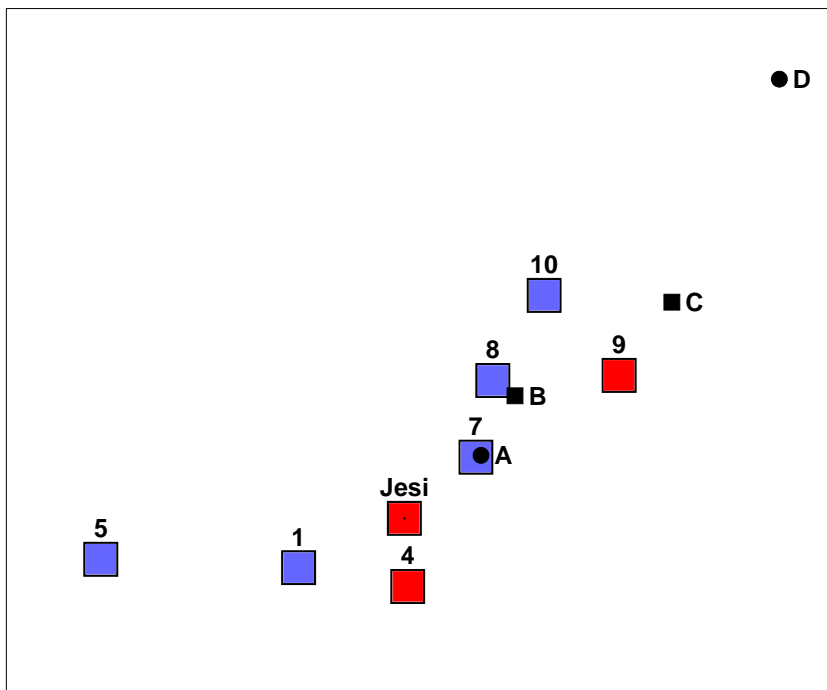
**Rubidio:**



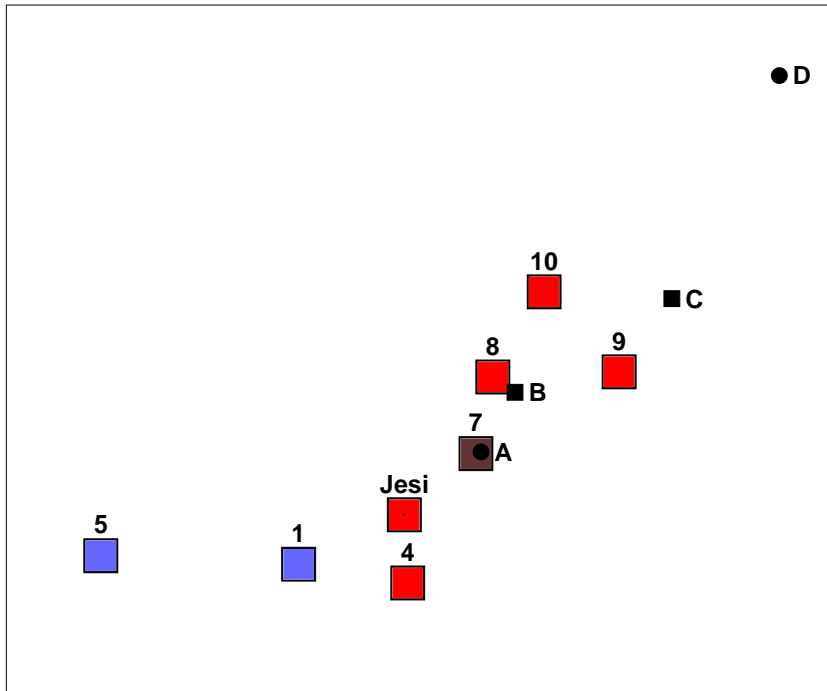
**Stronzio:**



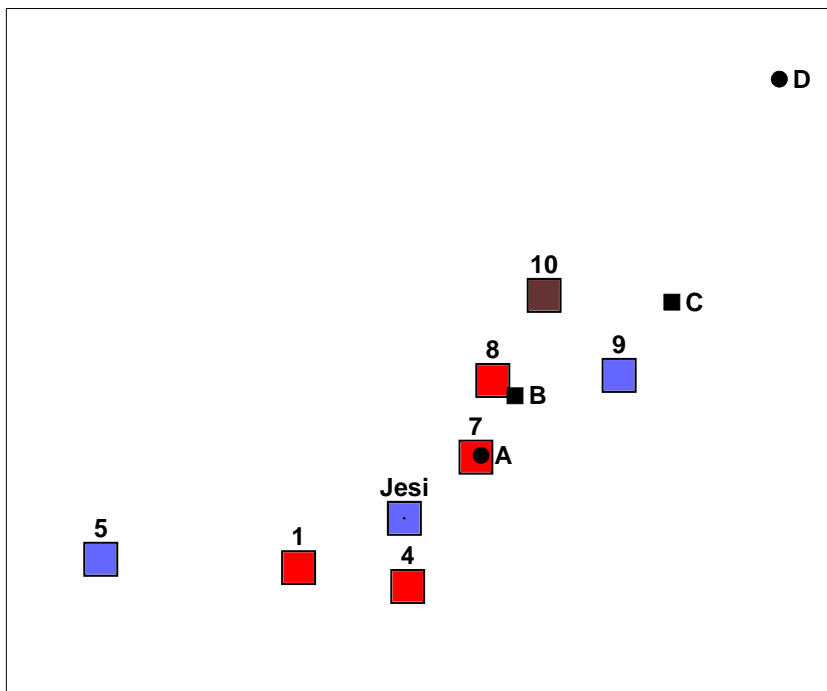
**Uranio:**



Vanadio:



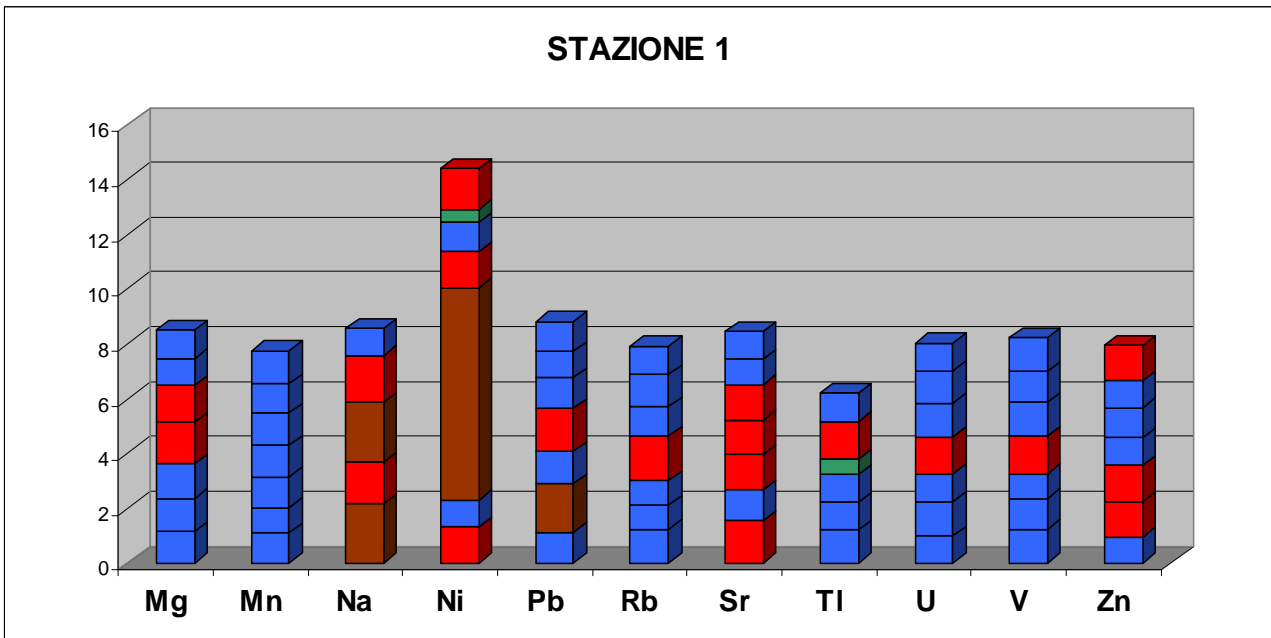
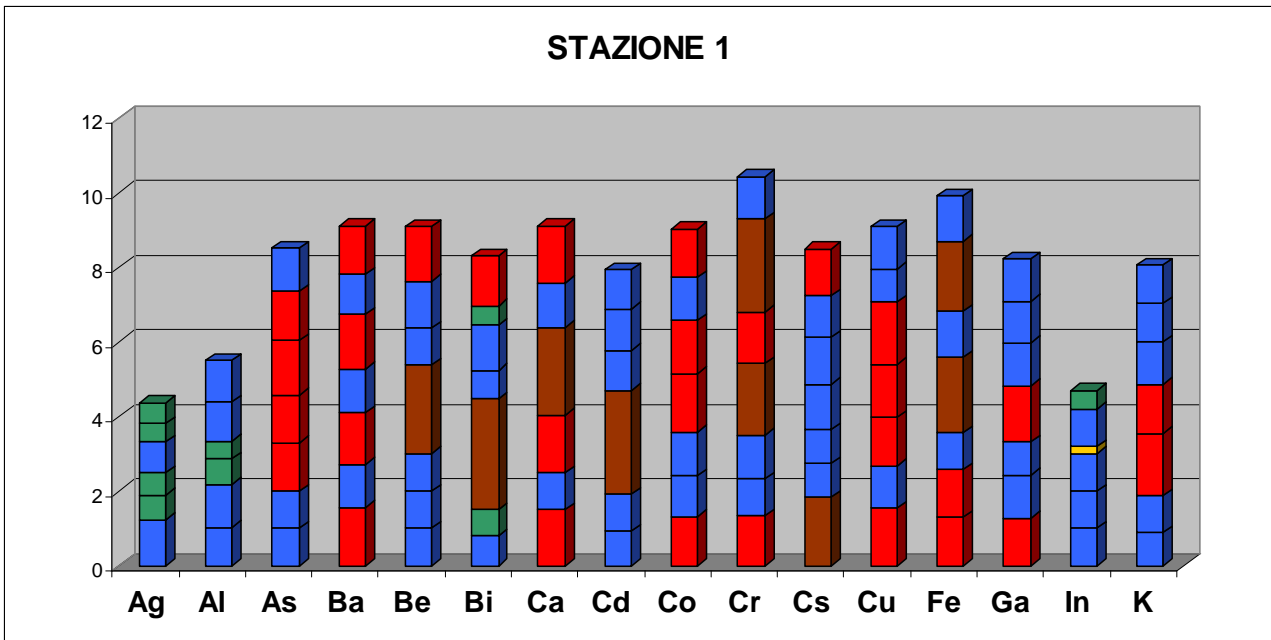
Zinco:



#### 4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

Di seguito, per ogni stazione, viene riportato un grafico con i valori dell'EC ratio (rapporto fra la concentrazione di ogni elemento nei licheni dopo l'esposizione e la concentrazione nel campione di controllo prima dell'esposizione) relativi a tutti gli elementi considerati rispettivamente negli otto anni di indagine (2002-2009). Il colore delle barre indica la classe di perdita/accumulo corrispondente (Tab. 4.6). Non vengono riportati i grafici relativi alle stazioni 3 e 6 in quanto i talli esposti in queste stazioni non sono risultati recuperabili. Non sono riportati i dati relativi al Na per gli anni 2003 e 2009, al Cd per l'anno 2004, a Ag, Al e Ca per l'anno 2005 in quanto le concentrazioni di tali elementi misurate nel materiale standard di riferimento IAEA-336 'lichene' sono risultate molto superiori rispetto ai valori di riferimento (International Atomic Energy Agency) e non sono state quindi considerate attendibili (vedi anche relazioni precedenti). Inoltre non sono riportati per quest'anno i dati relativi a In e Tl perché le loro concentrazioni sono risultate al di sotto del limite di rilevabilità sia nei campioni di controllo che nei campioni trapiantati, quindi non definibili.

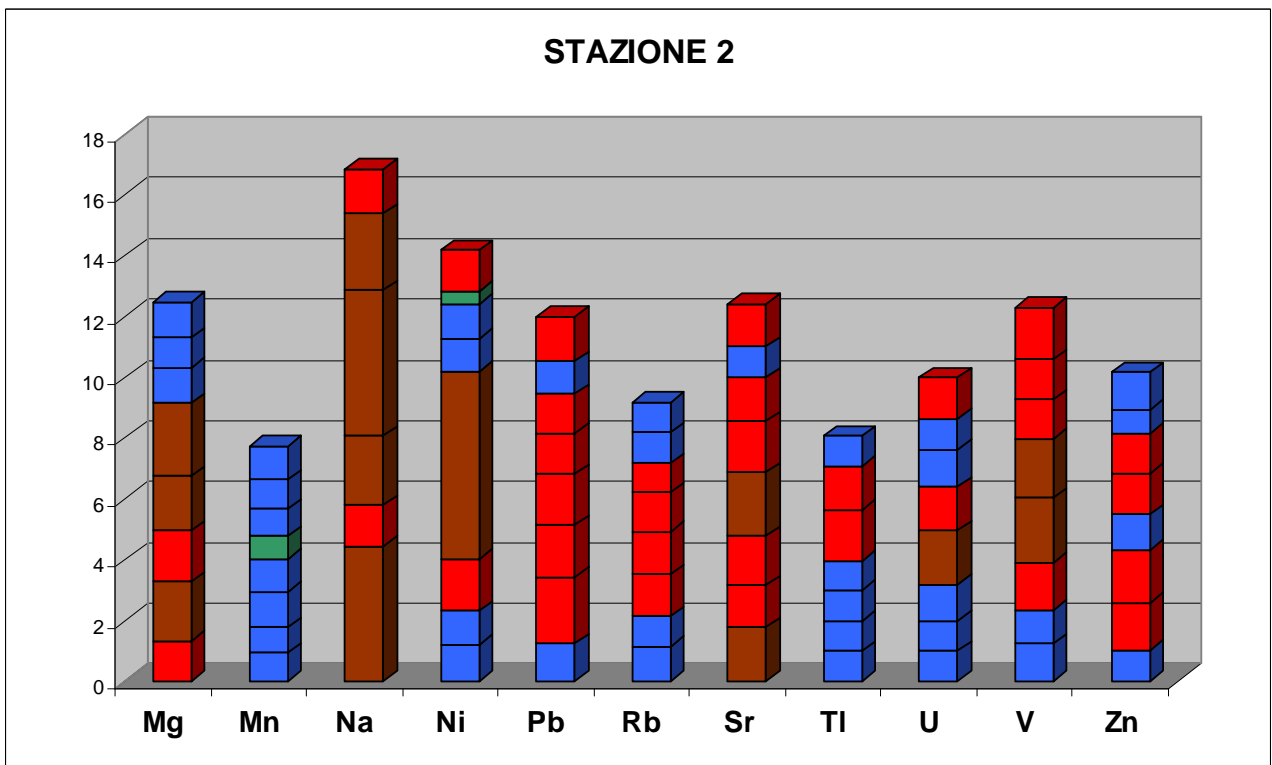
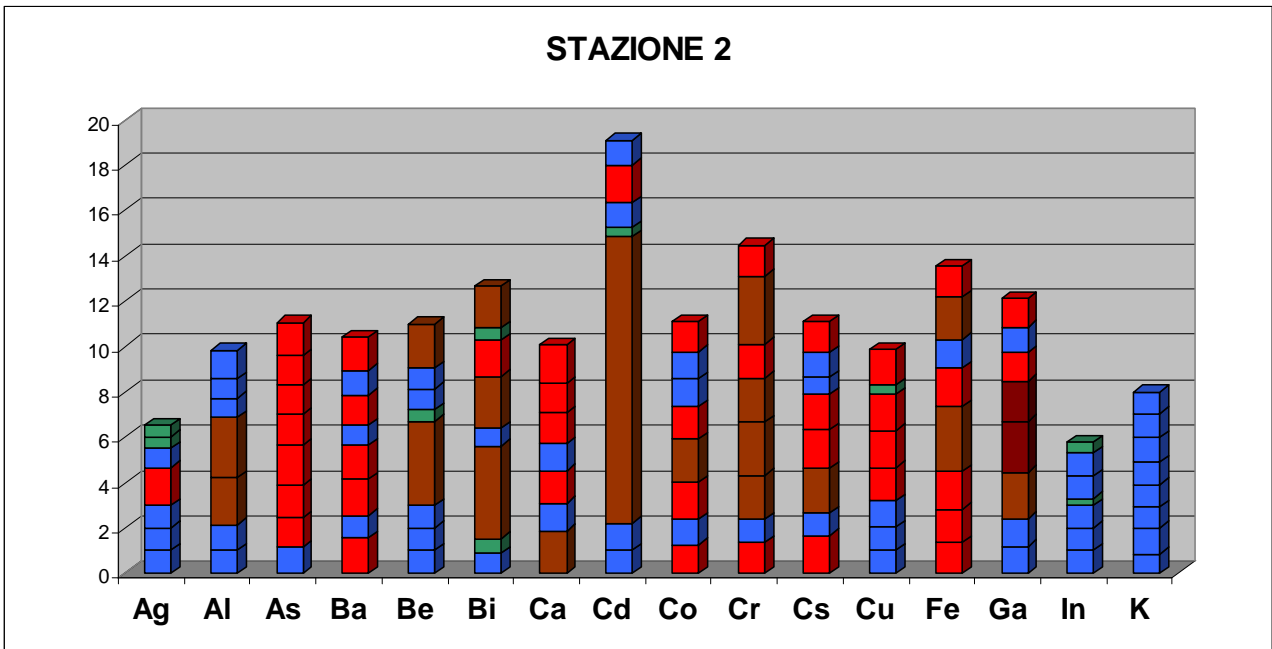
Jesi, Azienda Vinicola Jesi Ovest



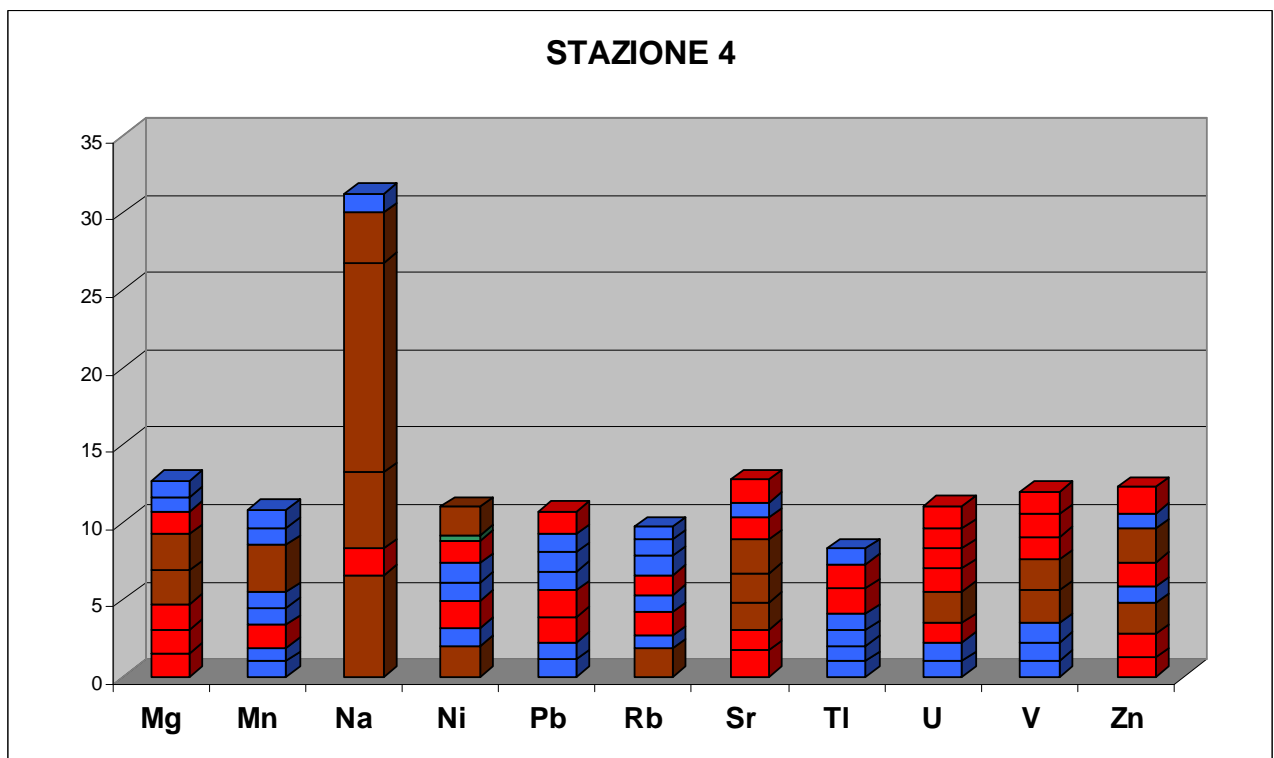
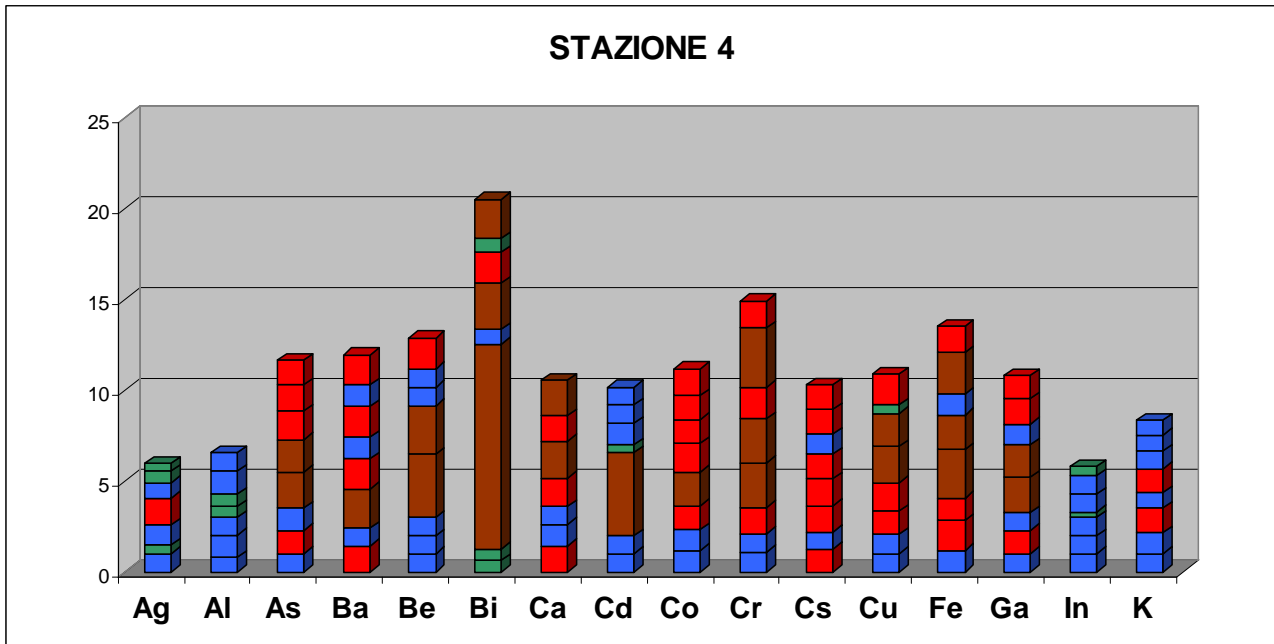
**Note:** non sono riportati i dati relativi all'anno 2006 in quanto i campioni esposti non sono risultati recuperabili.



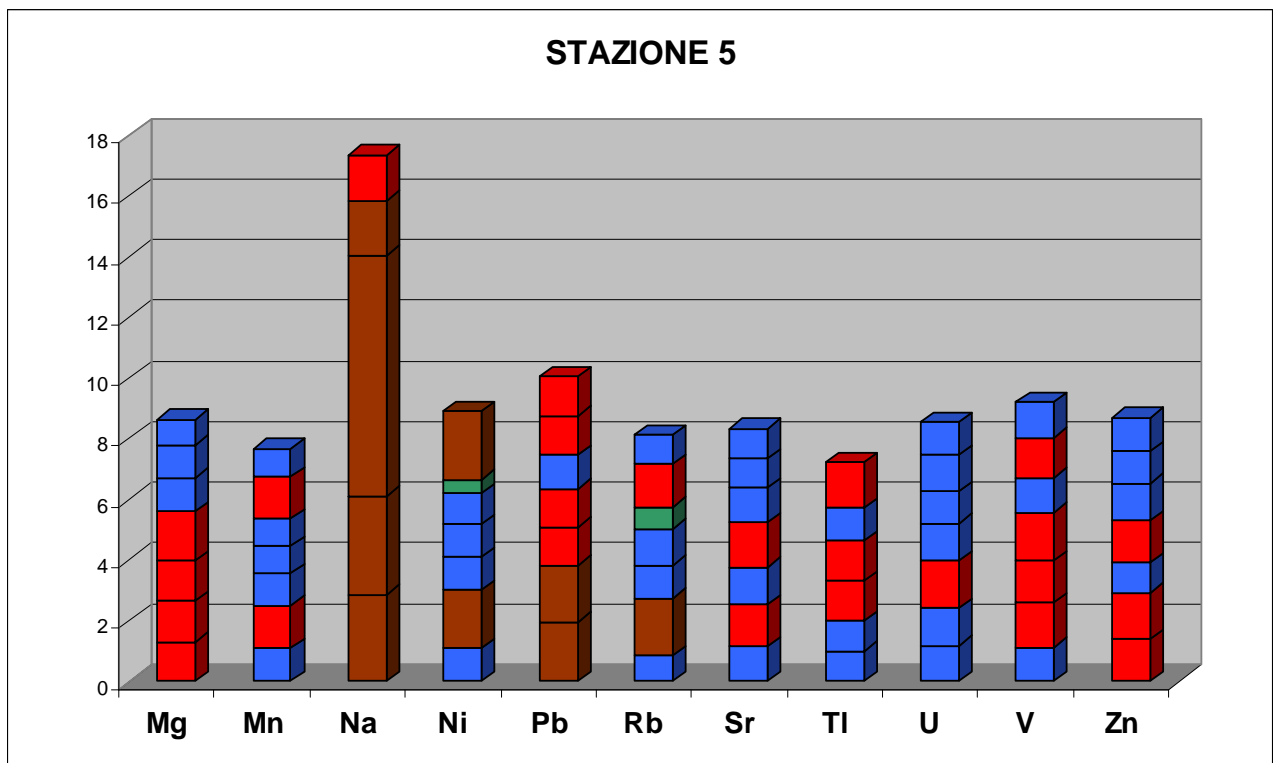
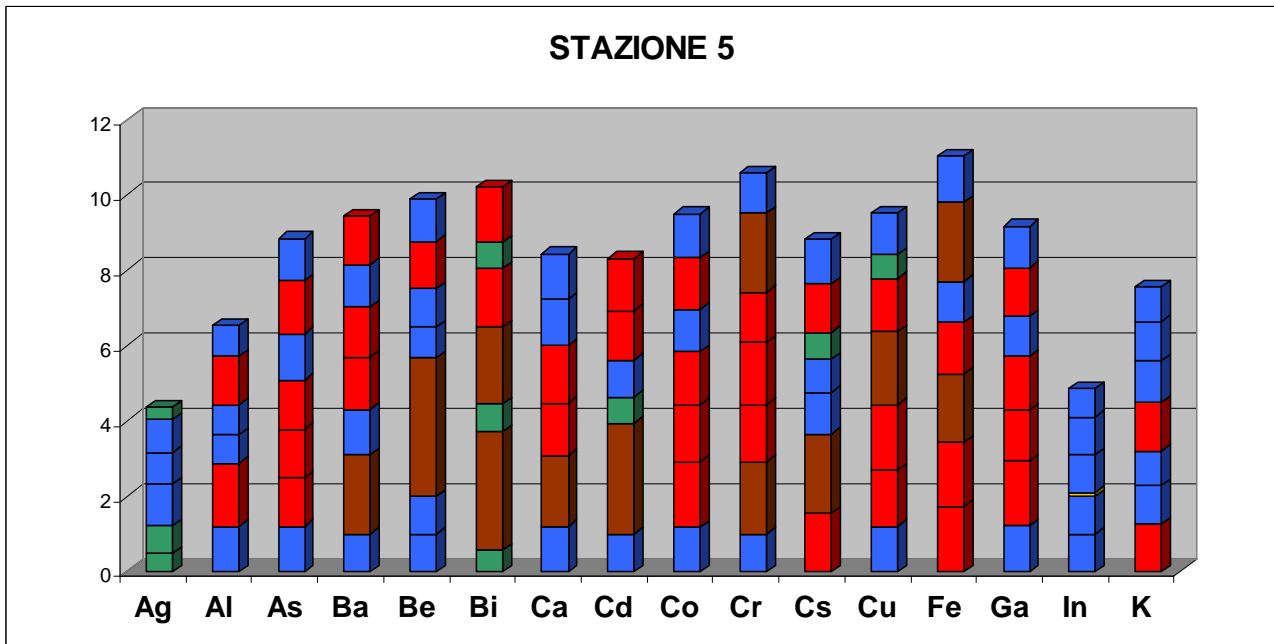
Jesi loc. Murri



Jesi loc. Pian del Medico, c/o Cooperativa Agricola Val di Cesola

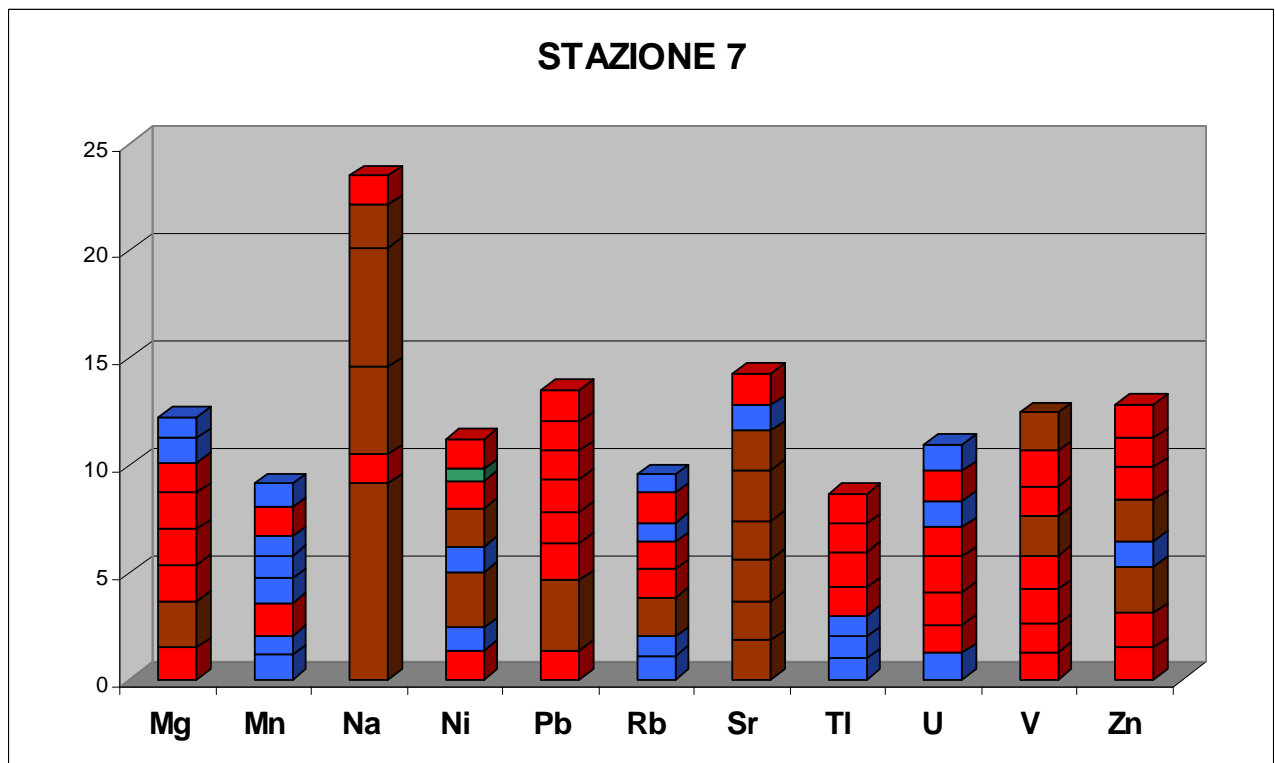
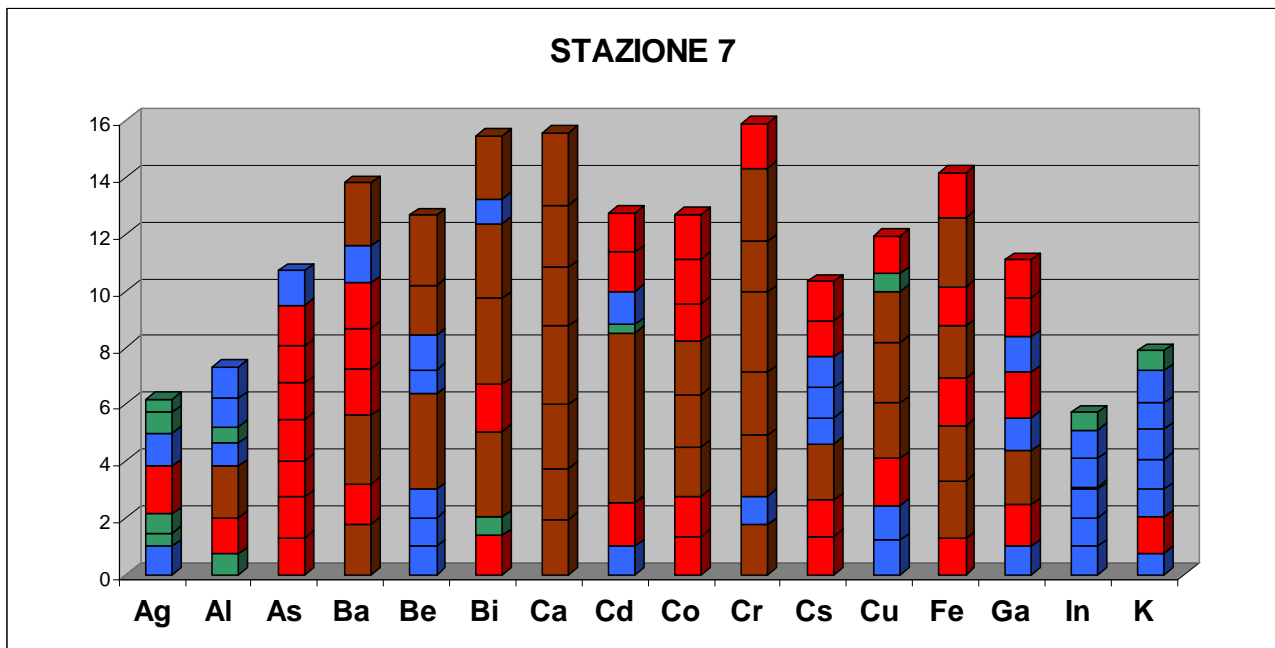


## Jesi Negromanti

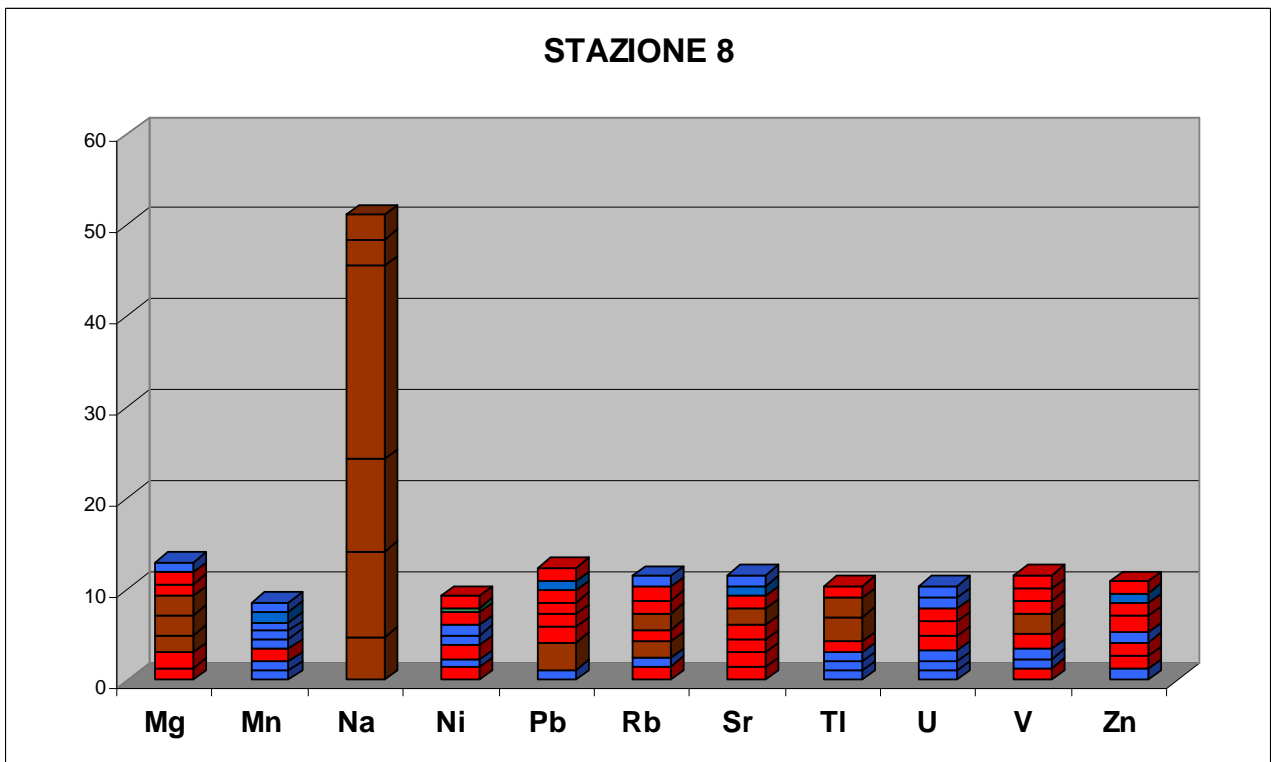
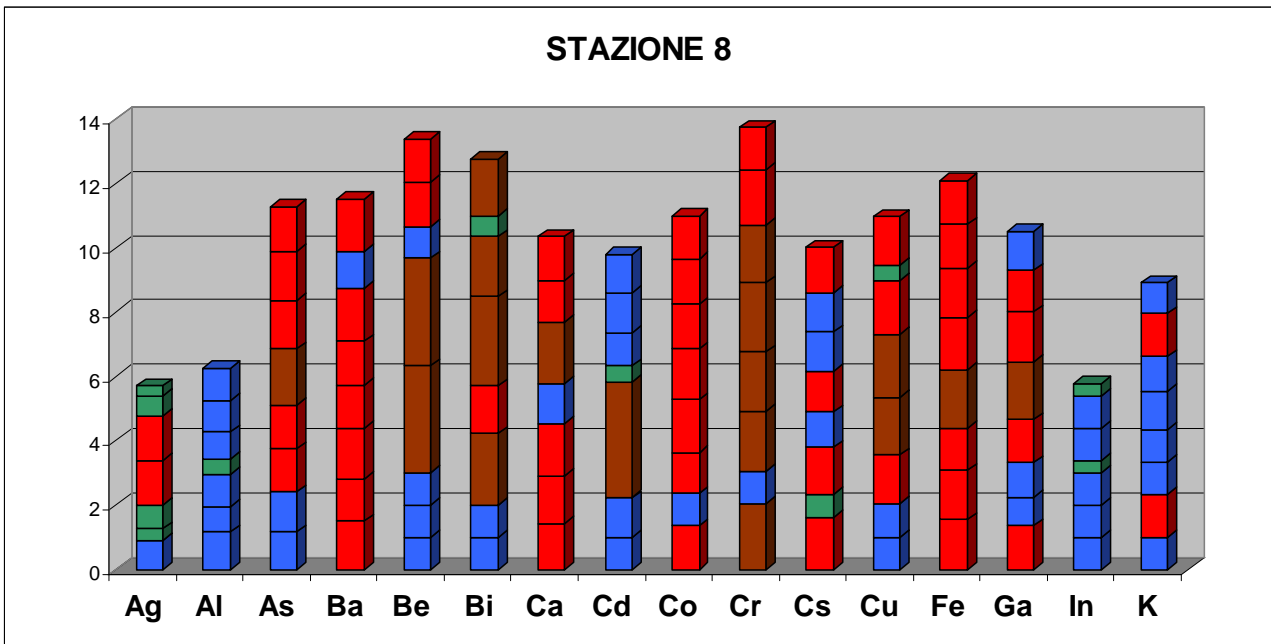


**Note:** non sono riportati i dati relativi all'anno 2002 in quanto i campioni esposti non sono risultati recuperabili.

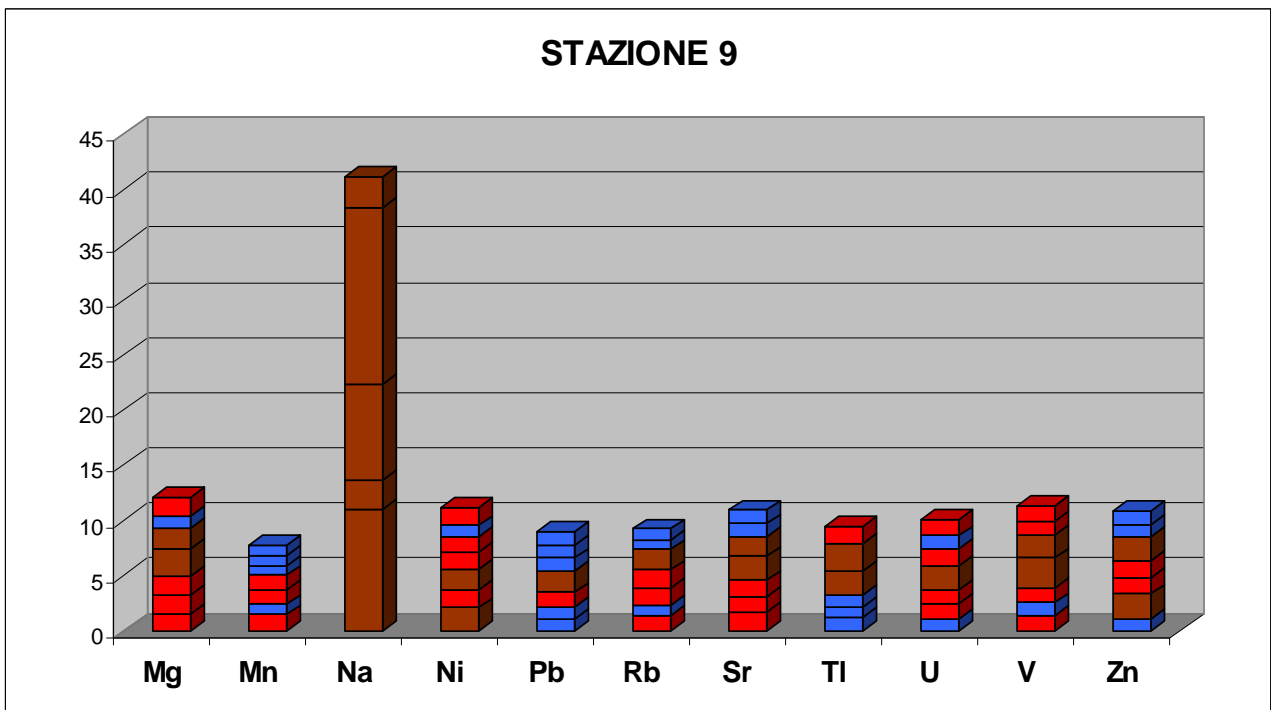
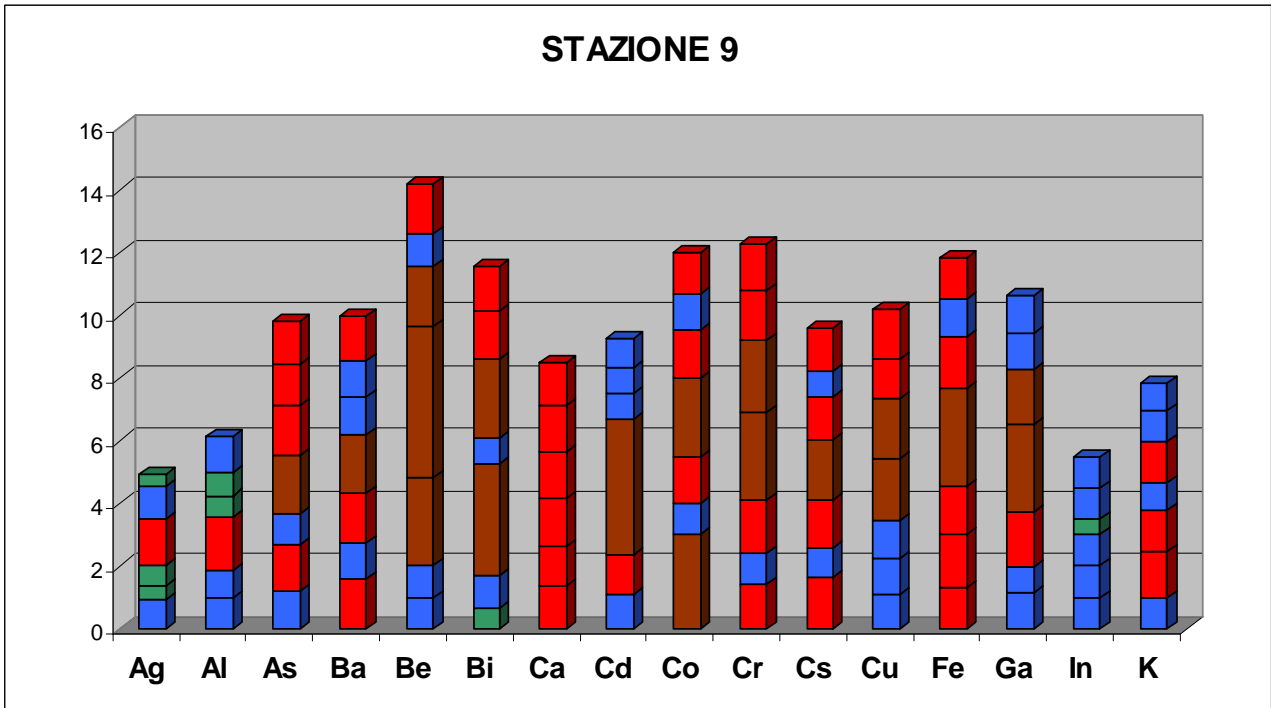
Jesi Zona Industriale – Zipa



## Monsano nei pressi dell'ex-RCD

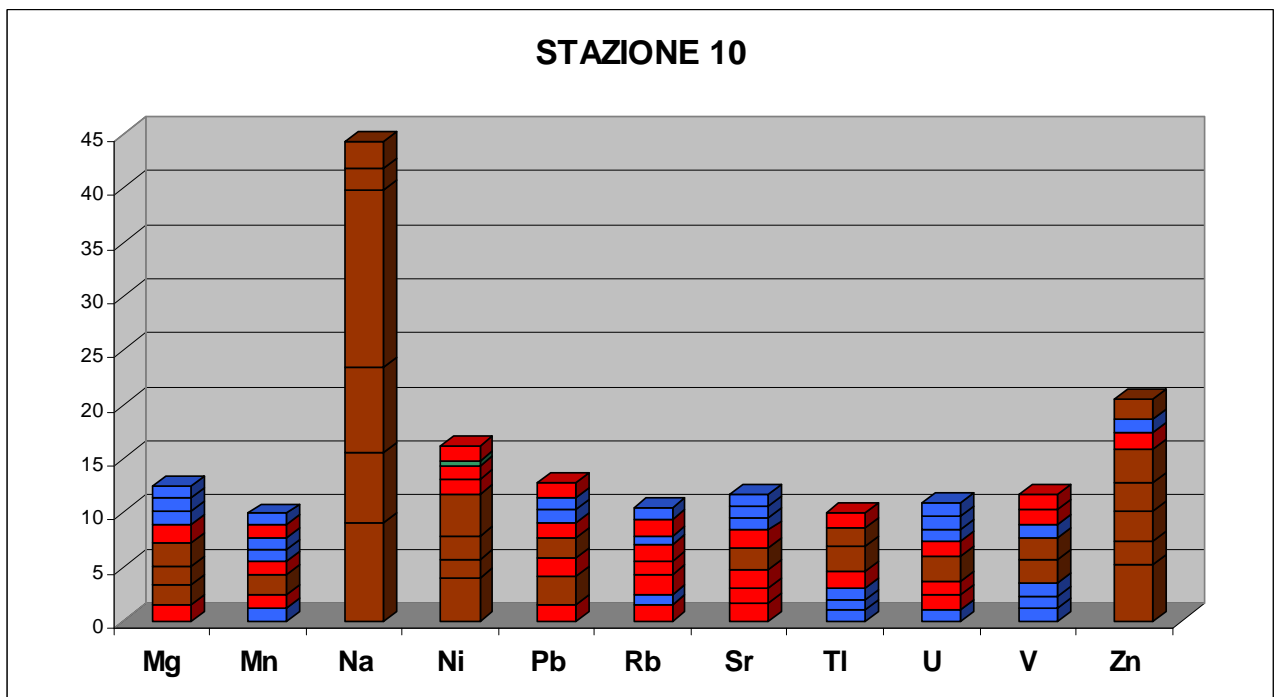
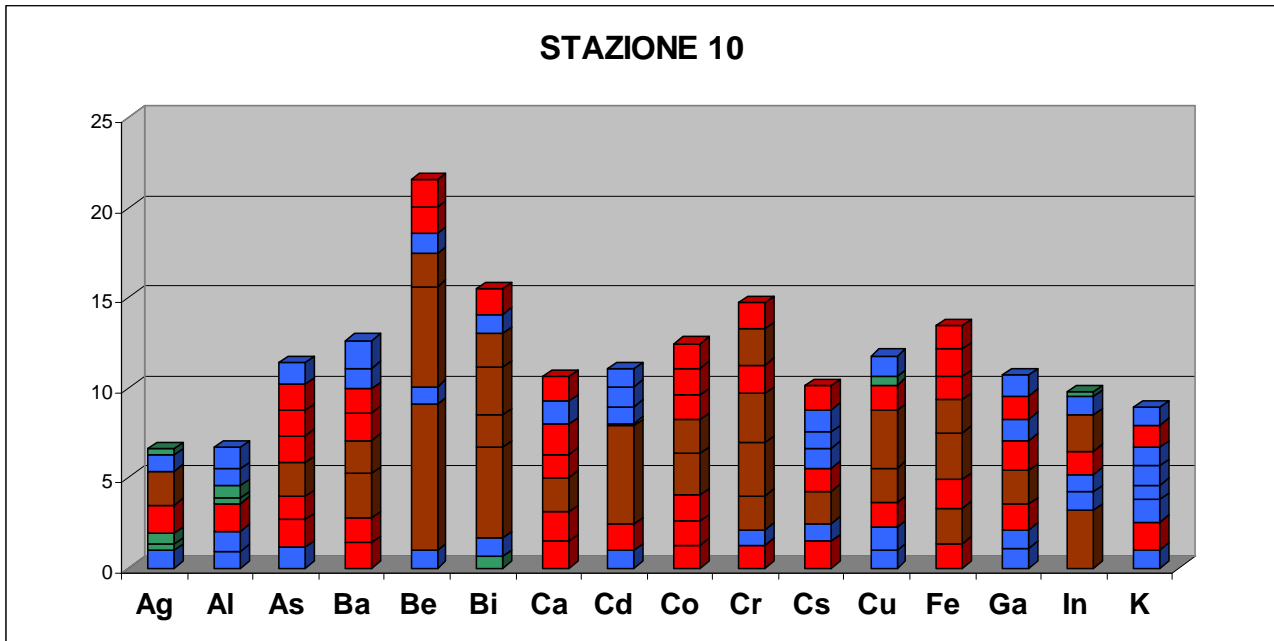


## Agugliano Boschetto – incrocio La Chiusa



**Note:** non sono riportati i dati relativi all'anno 2008 in quanto i campioni esposti non sono risultati recuperabili.

Monsano loc. Selvatorita



## 4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO

Di seguito viene fornito un commento relativo ad alcuni elementi in traccia ritenuti di particolare interesse (Bargagli, 1998), sui quali abbiamo focalizzato l'attenzione già nelle precedenti indagini:

- Be, V, Cr, Ni, As, Cd e Pb in quanto tossici per l'uomo anche a basse concentrazioni;
- Cu, Zn, e Ba in quanto tossici a concentrazioni elevate;
- Al, Mn e Fe in quanto poco tossici, ma spesso di derivazione terrigena per cui le loro concentrazioni permettono di stimare il grado di contaminazione da particelle di suolo.

Per quanto riguarda gli usi, le principali fonti di emissione e gli effetti dannosi per gli organismi viventi si rimanda alla relazione del 2002.

**Alluminio** – Nel periodo di trapianto relativo a questo anno di indagine per tutte le stazioni si è registrata una condizione normale. Per l'area di studio nel suo complesso la situazione registrata quest'anno, con un valore medio dell'EC Ratio di 1.08, è molto simile a quella dello scorso anno e anche a quella del primo anno di indagine (Tab. 4.7).

**Arsenico** – Rispetto allo scorso anno abbiamo ottenuto livelli di accumulo di As inferiori. Le stazioni 1, 7 e 10 che presentavano accumulo lo scorso anno, rientrano quest'anno in una condizione di normalità. Il valore medio dell'EC Ratio per l'area di studio risulta più basso rispetto allo scorso anno, con un valore medio di 1.29 (Tab. 4.7). Rispetto al primo anno di indagine si osserva comunque un livello di accumulo leggermente superiore.

**Bario** – Rispetto allo scorso anno in quasi tutte le stazioni si è registrato un incremento delle concentrazioni di Ba, che raggiunge livello di accumulo forte nella stazione 7. Il valore medio dell'EC Ratio per l'area di studio è di 1.56, che denota una generale contaminazione (Tab. 4.7). Rispetto alla situazione del primo anno di indagine non ci sono però sostanziali variazioni.

**Berillio** – I valori dell'EC Ratio indicano un generale livello di accumulo superiore allo scorso anno. Anche rispetto al primo anno di indagine si è registrato accumulo di Be, con un valore medio dell'EC Ratio di 1.65, decisamente maggiore rispetto al 2002 (Tab. 4.7).



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Ag</b>	1.06	0.51	0.79	–	1.44	1.05	0.70	0.41
<b>Al</b>	0.98	1.11	1.61	–	0.92	0.69	1.06	1.08
<b>As</b>	1.17	1.31	1.27	1.66	1.46	1.35	1.42	1.29
<b>Ba</b>	1.60	1.18	1.96	1.62	1.33	1.41	1.15	1.56
<b>Be</b>	1.00	1.79	1.31	4.14	1.78	0.78	1.47	1.65
<b>Bi</b>	0.99	0.77	4.43	1.67	3.05	1.94	0.79	1.72
<b>Ca</b>	1.65	1.38	1.73	–	1.65	1.80	1.38	1.64
<b>Cd</b>	1.00	1.20	–	4.93	0.44	1.02	1.25	1.12
<b>Co</b>	1.49	1.17	1.54	1.95	1.65	1.28	1.32	1.37
<b>Cr</b>	1.49	1.05	1.93	2.34	2.36	1.58	2.52	1.36
<b>Cs</b>	1.56	1.03	1.80	1.45	1.18	1.01	1.20	1.33
<b>Cu</b>	1.18	1.18	1.50	2.12	2.46	1.79	0.64	1.39
<b>Fe</b>	1.37	1.72	1.65	2.43	1.80	1.25	1.99	1.35
<b>Ga</b>	1.20	1.14	1.63	1.83	1.69	1.19	1.24	1.22
<b>In</b>	1.24	1.00	1.00	2.39	1.11	1.23	0.49	–
<b>K</b>	0.90	1.28	1.09	0.97	1.21	1.02	1.11	0.90
<b>Mg</b>	1.36	1.68	1.61	1.87	1.92	1.28	1.06	1.13
<b>Mn</b>	1.12	1.02	1.47	1.22	0.96	1.27	1.19	1.05
<b>Na</b>	5.88	–	3.64	5.09	10.95	2.25	1.64	–
<b>Ni</b>	1.79	1.34	1.96	2.08	1.37	1.20	0.49	1.58
<b>Pb</b>	1.30	2.13	1.75	1.69	1.37	1.22	1.18	1.36
<b>Rb</b>	1.33	0.92	1.71	1.35	1.45	0.98	1.27	0.99
<b>Sr</b>	1.68	1.39	1.59	1.79	1.84	1.36	1.03	1.23
<b>Tl</b>	1.12	1.00	1.00	1.49	1.93	1.38	1.19	–
<b>U</b>	1.03	1.20	1.26	1.82	1.45	1.18	1.21	1.24
<b>V</b>	1.26	1.17	1.39	1.94	1.91	1.30	1.36	1.44
<b>Zn</b>	1.66	1.66	1.80	1.37	1.85	1.44	1.07	1.42

*Tabella 4.7 – Valori medi dell'EC ratio relativi a tutti gli elementi in traccia analizzati negli otto anni di indagine.*

**Cadmio** – Rispetto allo scorso anno non ci sono sostanziali variazioni nei livelli di accumulo di questo elemento. L'unico cambiamento riguarda la stazione 2 che è passata dalla condizione di accumulo a quella di normalità. Il valore medio dell'EC Ratio per il 2009 è di 1.12 e non differisce in modo sostanziale né dallo scorso anno né dal primo anno di indagine (Tab. 4.7).

**Cromo** – I livelli di accumulo di Cr sono risultati inferiori rispetto allo scorso anno. Nessuna stazione presenta quest'anno livelli di forte accumulo e le stazioni 1 e 5 rientrano in condizioni normali. Il valore medio dell'EC Ratio è 1.36, molto più basso rispetto allo scorso anno ma non sensibilmente diverso rispetto al primo anno di indagine (Tab. 4.7).

**Rame** – In questa indagine si sono registrati livelli di accumulo di Cu superiori rispetto allo scorso anno, quando invece nella maggior parte delle stazioni si era registrata perdita di questo elemento. Il valore medio dell'EC Ratio di 1.39 (Tab. 4.7) denota una situazione peggiore sia rispetto allo scorso anno che rispetto al primo anno di indagine.

**Ferro** – In tutte le stazioni è stato registrato un minore accumulo rispetto allo scorso anno. Le stazioni 1 e 5 rientrano in una condizione di normalità. L'EC Ratio medio per il 2009 è 1.35, più alto rispetto allo scorso anno ma molto simile rispetto alla prima indagine (Tab. 4.7).

**Manganese** – Tutte le stazioni rientrano quest'anno in una condizione di normalità per quanto riguarda il Mn. Rispetto allo scorso anno si registra una riduzione dell'accumulo di questo elemento. Il valore medio dell'EC Ratio è di 1.05, non dissimile dal valore registrato nel primo anno di indagine (Tab. 4.7).

**Nichel** – In tutte le stazioni è stato osservato accumulo di questo elemento durante il periodo di esposizione dei talli lichenici. Nelle stazioni 4 e 5 si registra addirittura forte accumulo. Il valore medio dell'EC ratio per il 2009 è 1.58, sensibilmente più elevato rispetto allo scorso anno ma simile rispetto a quello ottenuto nel primo anno di indagine (Tab. 4.7).

**Piombo** – La situazione per il Pb risulta peggiore rispetto allo scorso anno, con 4 ulteriori stazioni (4, 2, 8 e 10) che presentano accumulo. Non si mantiene quindi la tendenza ad un progressivo miglioramento nella contaminazione dovuta a questo elemento che si era osservata negli anni precedenti. Il valore medio dell'EC Ratio quest'anno risulta 1.36, molto simile a quello registrato nel primo anno di indagine (Tab. 4.7).

**Vanadio** – Rispetto allo scorso anno non varia molto la situazione generale dell'area di studio. In realtà si registra un accumulo inferiore nella stazione 5, che rientra in una condizione di normalità, e un accumulo maggiore nella stazione 7, che passa ad un livello di forte accumulo. Il valore medio dell'EC Ratio di 1.44 (Tab. 4.7) denota una situazione lievemente peggiore rispetto al primo anno di indagine.

**Zinco** – Per quanto riguarda lo Zn si registra un generale aumento dei livelli di accumulo rispetto allo scorso anno. Le stazioni 1, 4 e 8 passano da una condizione di normalità ad una di accumulo e nella stazione 10 si registra addirittura forte accumulo. Il valore dell'EC ratio di 1.42 risulta superiore a quello dello scorso anno ma simile a quello registrato nel primo anno di indagine (Tab 4.7).

## 5. CONCLUSIONI

Qualunque tipo di monitoraggio ambientale diventa uno strumento realmente utile e applicabile alla gestione del territorio solo se viene ripetuto ad intervalli regolari, in modo da fornire un numero crescente e costante di informazioni sull'andamento delle proprietà dell'ecosistema studiato. Sulla base di questo principio, il presente lavoro rappresenta un ottimo esempio di controllo ambientale a lungo termine. Tale lavoro, infatti, riguarda la ripetizione per il nono anno consecutivo del biomonitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico, mediante licheni epifiti, nel territorio interessato dalla centrale turbogas di Jesi. Si tratta di un'indagine di bioindicazione condotta con un campionamento preferenziale di 27 stazioni, distribuite lungo il transetto NE-SW che attraversa la valle del fiume Esino, e di uno studio di bioaccumulo di elementi in traccia nel tallo di *Evernia prunastri*, mediante il trapianto di talli raccolti in un'area remota della Toscana, in 10 stazioni distribuite nel comune di Jesi e nei comuni strettamente limitrofi.

Dall'analisi dei dati floristici si può concludere ancora una volta che, in generale, anche quest'anno la situazione della qualità ambientale nell'area di studio risulta pressoché invariata rispetto a quella registrata nelle campagne di biomonitoraggio precedenti (2001-2008). La zona maggiormente interessata da fenomeni di inquinamento atmosferico rimane quella compresa fra la costa e la città di Jesi, dove sono concentrate le principali fonti di emissione. Il salto di fascia registrato nella stazione 17 (Jesi, loc. Mazzangrugno) è determinato da minimi cambiamenti del valore di IDL, che possono essere causati anche da un piccolo spostamento nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi. Nelle stazioni 2 (Monsano, loc. Selvatorta) e 25 (Serra San Quirico, borgo Stazione) invece, l'aumento dei valori di biodiversità è più consistente e fa pensare a un cambiamento nelle condizioni ambientali in grado di favorire lo sviluppo delle comunità licheniche.

Nella stazione 10 (Chiaravalle, Parco I Maggio) l'IBL si mantiene stabile rispetto agli ultimi due anni ma si conferma la presenza di numerosi talli lichenici con evidenti fenomeni di alterazione (scolorimento del tallo ed evidente deperimento) che fanno ipotizzare un fenomeno locale di alterazione la cui natura rimane al momento sconosciuta. L'introduzione quest'anno di un ulteriore albero, colonizzato da specie licheniche i cui talli sono integri e non presentano segni di alterazione, permetterà di capire nei prossimi anni se l'alterazione osservata sugli altri alberi è realmente un fenomeno localizzato o più globale.

Anche per il centro urbano di Jesi, la situazione generale è rimasta pressoché invariata nel corso dei nove anni di indagine. I valori di IDLs più bassi sono stati registrati anche quest'anno

nelle stazioni collocate lungo strade molto trafficate nel centro cittadino, evidenziando ancora una volta come il traffico veicolare costituisca una seria fonte di inquinamento, soprattutto in ambito urbano.

Per quanto riguarda l'indagine di bioaccumulo, in generale nei talli di *Evernia prunastri* esposti, è stato registrato l'accumulo rispetto al bianco di più della metà degli elementi considerati (14 su 25). Considerando l'area di studio nel suo complesso non sono stati calcolati valori medi dell'EC ratio particolarmente elevati, come succedeva lo scorso anno per Cr e Fe. Tuttavia non mancano fenomeni di forte accumulo localizzati come succede per Ba (stazione 7, Jesi, Zona Industriale – Zipa), Be (stazione 2, Jesi, loc. Murri e stazione 7, Jesi, Zona Industriale – Zipa), Bi (stazioni: 2, Jesi, loc. Murri; 4, Jesi, loc. Pian del Medico; 7, Jesi, Zona Industriale – Zipa; 8, Monsano, nei pressi dell'ex-RCD), Ca (stazione 4, Jesi, loc. Pian del Medico e stazione 7, Jesi, Zona Industriale – Zipa), Ni (stazione 4, Jesi, loc. Pian del Medico e stazione 5, Jesi, Negromanti), V (stazione 7, Jesi, Zona Industriale – Zipa) e Zn (stazione 10, Monsano, loc. Selvatorata).

Il confronto con il 2008 ha rivelato mediamente un calo delle concentrazioni di As, Cr, Fe e Rb, un aumento delle concentrazioni di Ba, Bi, Cs, Cu, Ni, Pb e Zn, e una situazione pressochè invariata per quanto riguarda Ag, Al, Be, Ca, Cd, Co, Ga, K, Mg, Mn, Sr, U e V.

Il confronto con il primo anno di indagine di bioaccumulo (2002) evidenzia invece mediamente una riduzione delle concentrazioni di Ag, Rb e Sr, un lieve aumento delle concentrazioni di As e aumento delle concentrazioni di Be, Bi, Cu e V.

Sebbene non si registrino nel complesso sostanziali variazioni rispetto agli anni scorsi, l'andamento di elementi potenzialmente tossici quali Be, V, Ni, As, Pb, Cr, Cd e Zn confermano la presenza di un certo grado di contaminazione ambientale da elementi in traccia nell'area di studio e quindi la necessità di monitorare costantemente la situazione.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Bargagli R., 1998. Trace Elements in Terrestrial Plants. An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery. Springer, Berlino.
- Hawksworth D.L. & Rose F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. XI-XLIV. *Lichenologist*, numeri vari.
- Loppi S. & Frati L., 2000-2001. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 75 pp.
- Loppi S. & Frati L., 2001-2002. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 57 pp.
- Loppi S. & Frati L., 2002-2003. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 69 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2003-2004. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 89 pp.
- Loppi S., Frati L. & Baragatti E., 2004-2005. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 75 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2005-2006a. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 50 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2005-2006b. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. Indagine di bioaccumulo 32 pp.
- Loppi S., Frati L. & Brunialti G., 2006-2007. Biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti nel territorio interessato dalla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM. Comune di Jesi. 81 pp.
- Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002a. A new scale for the interpretation of lichen biodiversity values in the Thyrrhenian side of Italy. *Bibliotheca Lichenologica* 82: 235-243.

Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002b. Identifying Deviations from Naturalness of Lichen Diversity for Bioindication Purposes. In *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens* (P. L. Nimis, C. Scheidegger, P. A. Wolseley, eds.): 281-284. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Nimis P.L. & Bargagli R., 1999. Linee-guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. In: *Atti del Workshop: "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma 26-27 Giugno 1998: 279-287.