



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 Luisa Frati**
- **Dr. ssa Elisa Baragatti**

*Siena, Luglio 2005*

# SOMMARIO

SOMMARIO.....	2
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.....	6
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.....	288
4.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA.....	48
4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI.....	59
4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO .....	69
5. CONCLUSIONI.....	733
6. BIBLIOGRAFIA .....	755

# 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.

Lo studio si è svolto 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.

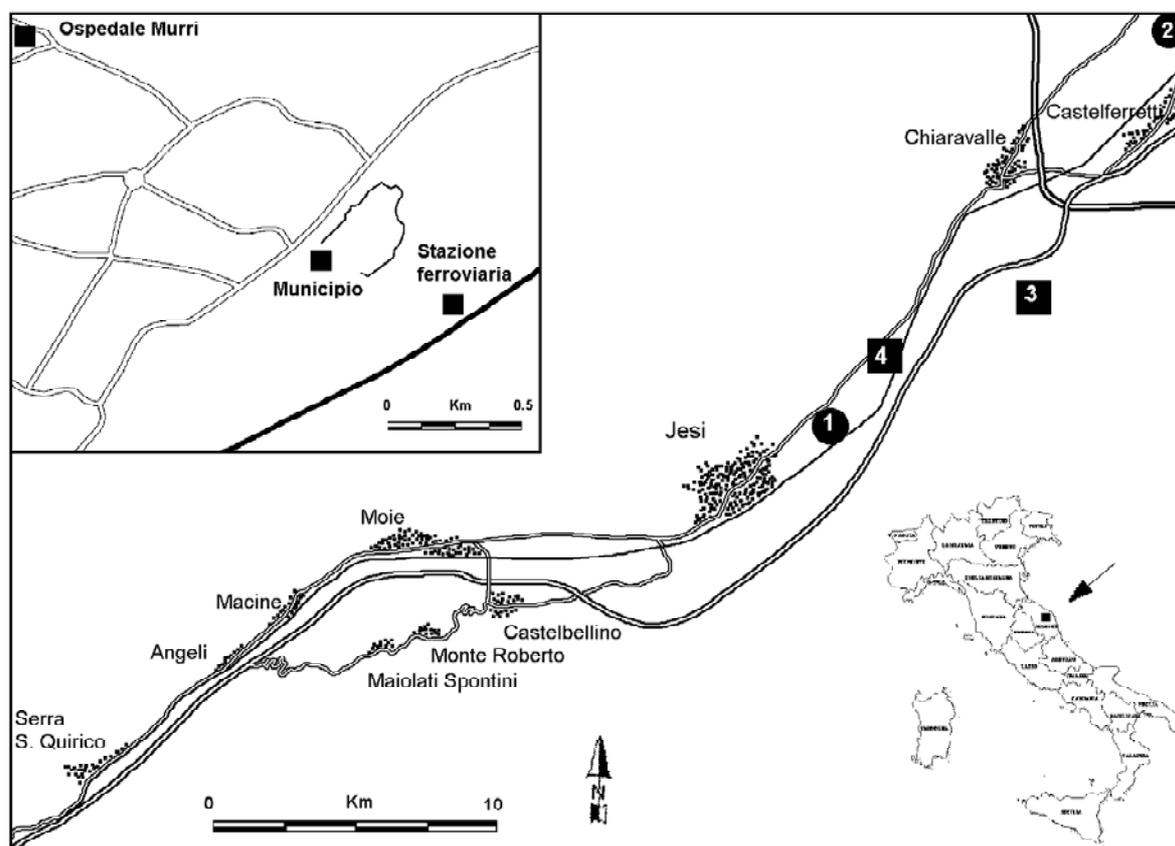
Come da accordi con il Comune di Jesi, si tratta della quinta di una serie di campagne di rilevamento annuali volte a misurare eventuali cambiamenti della qualità ambientale nell'area in esame, conseguenti alla messa in funzione della centrale in oggetto.

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 nei quattro anni precedenti (2001-2004);
- 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 dei tre 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.

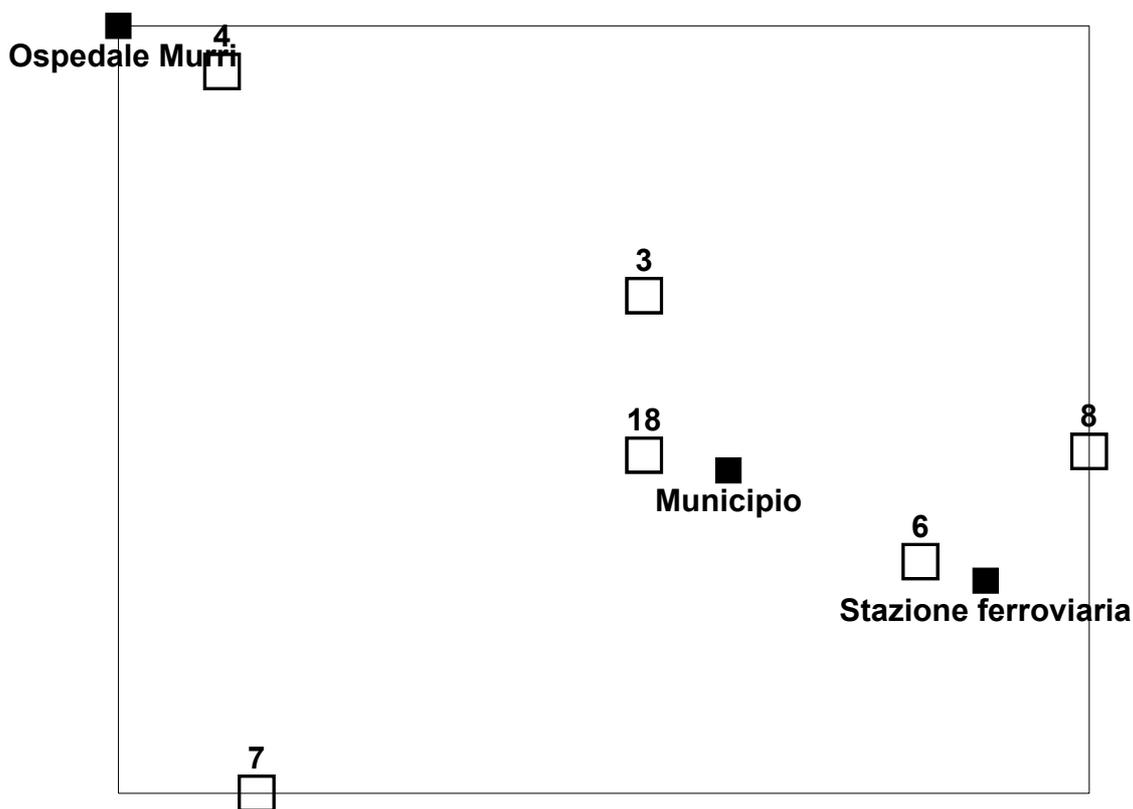
#### 3.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

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)





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

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

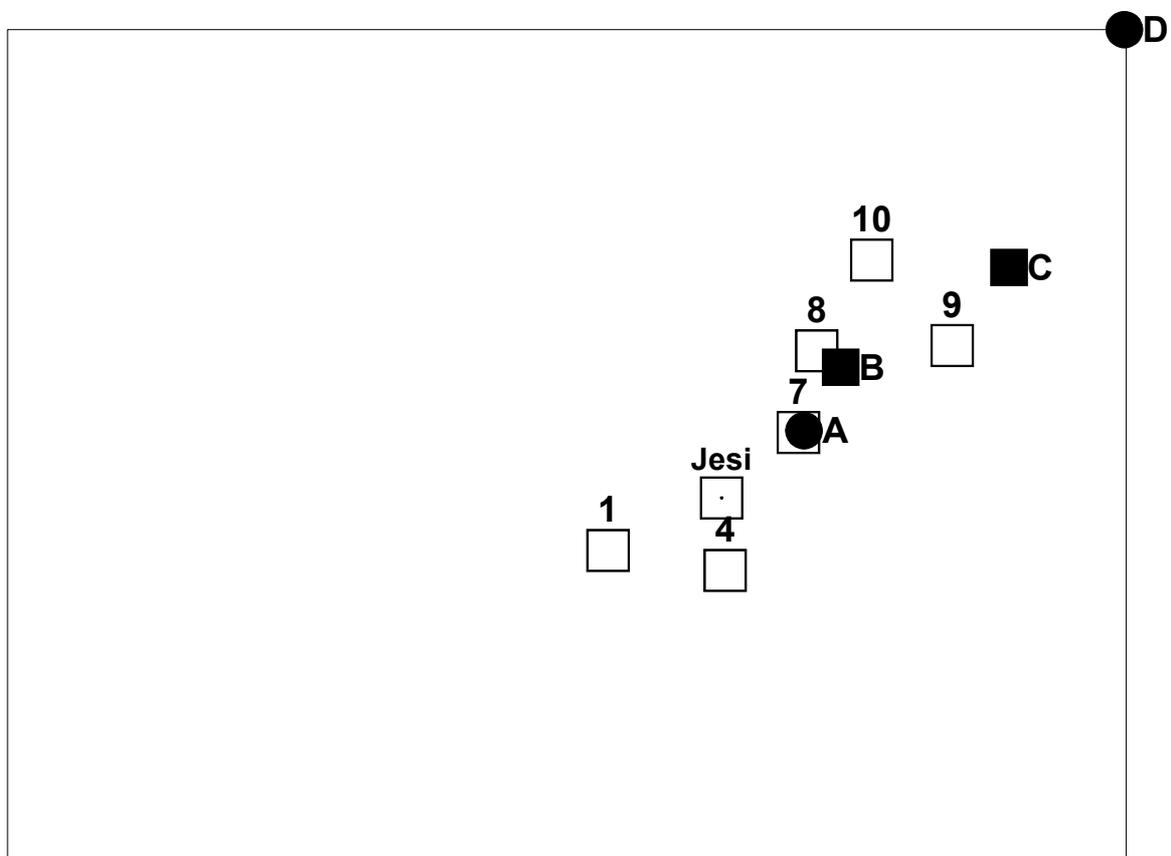
8. Monsano nei pressi dell'ex-RCD

9. Agugliano Boschetto – incrocio La Chiusa

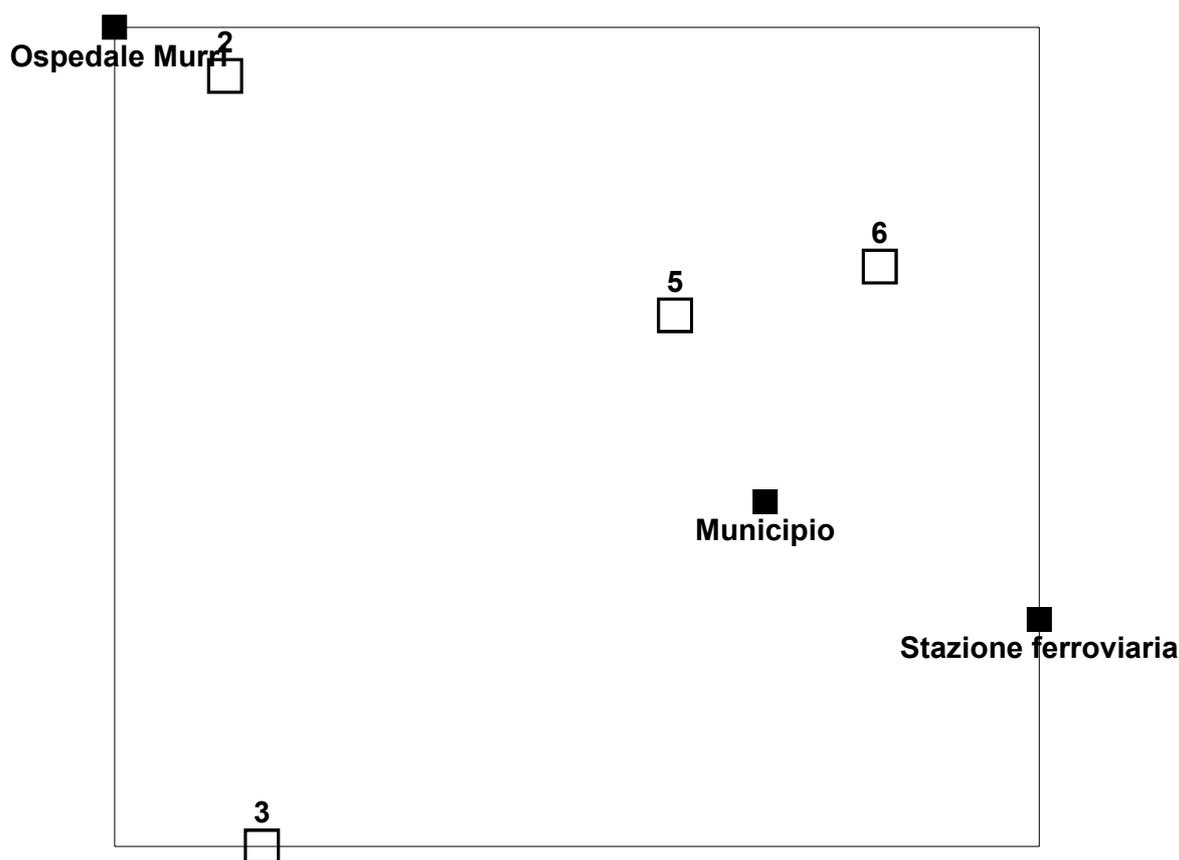
10. Monsano loc. Selvatorta

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

All'inizio del mese di Novembre 2004, talli completi di *Evernia prunastri* sono stati prelevati su scorza di quercia (*Quercus pubescens*), in un'area remota della Toscana situata nel comune di Castellina in Chianti (SI). Tale area è lontana da fonti locali di inquinamento atmosferico e la vegetazione lichenica è abbondante e ricca in specie come *Anaptychia ciliaris*, *Collema furfuraceum*, *Ramalina fastigiata* e *Usnea* spp., 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 17 Gennaio al 19 Aprile 2005), 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).

## 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
<b>data campionamento</b>	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Tg</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>113</b>	<b>264</b>	<b>116</b>	<b>149</b>	<b>210</b>	<b>183</b>	<b>184</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>116°</b>	<b>4°</b>	<b>210°</b>	<b>320</b>	<b>300</b>	<b>60</b>	<b>308°</b>
<b>n. specie</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
<b>IDL</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>23</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>						10	
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	8	10	10	10	10	
<i>Lecanora allophana</i>				5			
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>							
<i>Lecanora sp.</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>		8	6				
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	7		10				2
<i>Physcia adscendens</i>			4	10		2	1
<i>Physcia aipolia</i>						2	
<i>Physcia biziana</i>			3			2	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							10
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	3	4		10	10	8	

**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
<b>data campionamento</b>	17/11/2004	17/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	16/11/2004	16/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>192</b>	<b>200</b>	<b>106</b>	<b>137</b>	<b>137</b>	<b>130</b>	<b>200</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>120°</b>	<b>122°</b>	<b>32°</b>	<b>68°</b>	<b>350°</b>	<b>4°</b>	<b>34°</b>
<b>n. specie</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>IDL</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>55</b>
<i>Amandinea punctata</i>						10	3
<i>Arthonia radiata</i>			1		5		
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>			7	5	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>			1	7	1	9	4
<i>Lecanora sp.</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>				2		2	10
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>			10	7			
<i>Physcia adscendens</i>	6	3	3	6	10		6
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>		2	10	8	8	2	2
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>		9	8	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→]

<b>stazione</b>	<b>6A</b>	<b>6B</b>	<b>6C</b>	<b>7A</b>	<b>7B</b>	<b>7C</b>	<b>8A</b>
<b>data campionamento</b>	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Tg</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>144</b>	<b>190</b>	<b>195</b>	<b>166</b>	<b>225</b>
<b>esposizione 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>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>IDL</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>46</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>16</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>				10	10	10	
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				6		8	
<i>Lecanora sp.</i>							
<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>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>							6
<i>Physcia adscendens</i>				10	8	3	
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>					3		
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	10	10	7	
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>			1	10		4	

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

<b>stazione</b>	<b>8B</b>	<b>8C</b>	<b>9A</b>	<b>9B</b>	<b>9C</b>	<b>10A</b>	<b>10B</b>
<b>data campionamento</b>	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	17/11/2004	17/11/2004
<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>circonferenza albero</b>	<b>160</b>	<b>139</b>	<b>270</b>	<b>230</b>	<b>160</b>	<b>90</b>	<b>11</b>
<b>esposizione 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>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>IDL</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>93</b>	<b>59</b>
<i>Amandinea punctata</i>							2
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>						10	5
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>				10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>						1	
<i>Lecanora carpinea</i>						2	
<i>Lecanora chlarotera</i>						9	1
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>				5			
<i>Lecanora sp.</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	6
<i>Lepraria sp.</i>						1	
<i>Melanelia glabra</i>						1	
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	10	10					
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>				5	10		
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		8	10	2		10	8
<i>Physcia adscendens</i>			10	5	10	10	9
<i>Physcia aipolia</i>						2	
<i>Physcia biziana</i>				3		9	7
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>				3		7	10
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>						1	
<i>Xanthoria parietina</i>				3		10	1

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

<b>stazione</b>	<b>10C</b>	<b>11A</b>	<b>11B</b>	<b>11C</b>	<b>12A</b>	<b>12B</b>	<b>12C</b>
<b>data campionamento</b>	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>97</b>	<b>136</b>	<b>110</b>	<b>147</b>	<b>160</b>	<b>97</b>	<b>180</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>160</b>	<b>140°</b>	<b>30°</b>	<b>354°</b>	<b>66°</b>	<b>44°</b>	<b>228°</b>
<b>n. specie</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>IDL</b>	<b>62</b>	<b>7</b>	<b>69</b>	<b>59</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>50</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>			10	3			
<i>Candelaria concolor</i>	6			10		6	
<i>Candelariella reflexa</i>							5
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	6	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>			2				
<i>Lecanora chlarotera</i>						2	
<i>Lecanora hagenii</i>			2				
<i>Lecanora horiza</i>			5	1			
<i>Lecanora sp.</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>	1		10	1		6	
<i>Lepraria sp.</i>	1						
<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>	10		1	9	10	2	
<i>Physcia adscendens</i>	10		10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	6	1	9	8	9		10
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	9			2			5
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	9		10	5	4	1	10

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

<b>stazione</b>	<b>12D</b>	<b>13A</b>	<b>13B</b>	<b>13C</b>	<b>14A</b>	<b>14B</b>	<b>14C</b>
<b>data campionamento</b>	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>200</b>	<b>133</b>	<b>160</b>	<b>150</b>	<b>155</b>	<b>210</b>	<b>253</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>54°</b>	<b>312°</b>	<b>344°</b>	<b>44°</b>	<b>328°</b>	<b>338°</b>	<b>62°</b>
<b>n. specie</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>IDL</b>	<b>70</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>48</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	9						
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>	2						
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>			1			9	
<i>Lecanora sp.</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>						7	
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10	9	2	3	2		9
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>			3	5			
<i>Physcia biziana</i>	10	5	6	8	3	4	8
<i>Physconia distorta</i>	4	3	1	3			
<i>Physconia grisea</i>	5	6	7	9	7	2	1
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>				2			
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	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→]

<b>stazione</b>	<b>15A</b>	<b>15B</b>	<b>15C</b>	<b>16A</b>	<b>16B</b>	<b>16C</b>	<b>17A</b>
<b>data campionamento</b>	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004	16/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>						
<b>circonferenza albero</b>	<b>196</b>	<b>195</b>	<b>204</b>	<b>126</b>	<b>95</b>	<b>227</b>	<b>145</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>240°</b>	<b>220°</b>	<b>222°</b>	<b>256°</b>	<b>256°</b>	<b>358°</b>	<b>198°</b>
<b>n. specie</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>IDL</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>62</b>	<b>56</b>	<b>35</b>	<b>39</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>				10			
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>		3	2				
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>				1		1	
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>			1		10		
<i>Lecanora sp.</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>					7		
<i>Lepraria sp.</i>							
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>	10	3	8				
<i>Mycomicrothelia confusa</i>		7	4				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	3	1		10	1	7	
<i>Physcia adscendens</i>				10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>				10	10		9
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	10	10	10	1		4	
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	10	8	3	10

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

<b>stazione</b>	<b>17B</b>	<b>17C</b>	<b>18A</b>	<b>18B</b>	<b>18C</b>	<b>19A</b>	<b>19B</b>
<b>data campionamento</b>	16/11/2004	16/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	15/11/2004	17/11/2004	17/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>245</b>	<b>130</b>	<b>138</b>	<b>108</b>	<b>177</b>	<b>118</b>	<b>98</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>58°</b>	<b>58°</b>	<b>234°</b>	<b>340°</b>	<b>194°</b>	<b>332°</b>	<b>312°</b>
<b>n. specie</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>8</b>
<b>IDL</b>	<b>43</b>	<b>31</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>97</b>	<b>49</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							1
<i>Candelaria concolor</i>						10	
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>				10			
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10				10	10
<i>Lecanora allophana</i>						3	
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>						3	
<i>Lecanora chlarotera</i>						9	
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	1					2	
<i>Lecanora sp.</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>						10	1
<i>Lepraria sp.</i>						2	
<i>Melanelia glabra</i>							
<i>Melaspilea urceolata</i>							
<i>Mycomicrothelia confusa</i>			10	8	10		
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>							
<i>Opegrapha varia</i>							
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	9					10	4
<i>Physcia adscendens</i>	10	10				10	10
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	3					8	10
<i>Physconia distorta</i>		1					
<i>Physconia grisea</i>						10	3
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>						1	
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10				9	10

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

<b>stazione</b>	<b>19C</b>	<b>20A</b>	<b>20B</b>	<b>20C</b>	<b>21A</b>	<b>21B</b>	<b>21C</b>
<b>data campionamento</b>	17/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>185</b>	<b>148</b>	<b>115</b>	<b>141</b>	<b>162</b>	<b>258</b>	<b>188</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>110°</b>	<b>316°</b>	<b>68°</b>	<b>22°</b>	<b>90°</b>	<b>0°</b>	<b>312°</b>
<b>n. specie</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>IDL</b>	<b>78</b>	<b>62</b>	<b>47</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>33</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>	10						
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>	2						
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>	3						
<i>Lecanora chlarotera</i>	6						
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	3	2					
<i>Lecanora sp.</i>							1
<i>Lecidella elaeochroma</i>	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>		10		7			
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		8	3	2			
<i>Physcia adscendens</i>	10	10	4	7	6	10	9
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>	10	10	10	6		10	10
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>	4	2	10	10			
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	10	10	10	9		2	3

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

<b>stazione</b>	<b>22A</b>	<b>22B</b>	<b>22C</b>	<b>23A</b>	<b>23B</b>	<b>23C</b>	<b>24A</b>
<b>data campionamento</b>	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004	18/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Tg</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>93</b>	<b>156</b>	<b>97</b>	<b>400</b>	<b>160</b>	<b>107</b>	<b>200</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>140°</b>	<b>350°</b>	<b>30°</b>	<b>284°</b>	<b>0°</b>	<b>342°</b>	<b>210°</b>
<b>n. specie</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>IDL</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>20</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							
<i>Candelariella reflexa</i>							
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10		10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>							
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>							
<i>Lecanora chlarotera</i>							
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>							
<i>Lecanora sp.</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>							8
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>							
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		3					
<i>Physcia adscendens</i>	3	3	7	10	10	10	2
<i>Physcia aipolia</i>							
<i>Physcia biziana</i>				3		5	
<i>Physconia distorta</i>							
<i>Physconia grisea</i>							
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>					2	8	

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

<b>stazione</b>	<b>24B</b>	<b>24C</b>	<b>25A</b>	<b>25B</b>	<b>25C</b>	<b>26A</b>	<b>26B</b>
<b>data campionamento</b>	18/11/2004	18/11/2004	19/11/2004	19/11/2004	19/11/2004	17/11/2004	17/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circonferenza albero</b>	<b>210</b>	<b>163</b>	<b>129</b>	<b>121</b>	<b>180</b>	<b>230</b>	<b>110</b>
<b>esposizione reticolo</b>	<b>270°</b>	<b>200°</b>	<b>50°</b>	<b>152°</b>	<b>296°</b>	<b>300°</b>	<b>70°</b>
<b>n. specie</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>IDL</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>58</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>54</b>	<b>80</b>
<i>Amandinea punctata</i>							
<i>Arthonia radiata</i>							
<i>Caloplaca cerinella</i>							
<i>Candelaria concolor</i>							1
<i>Candelariella reflexa</i>							1
<i>Candelariella subdeflexa</i>							
<i>Candelariella xanthostigma</i>							
<i>Collema sp.</i>							
<i>Gyalecta truncigena</i>							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>						4	
<i>Lecanora argentata</i>							
<i>Lecanora carpinea</i>			1			2	
<i>Lecanora chlarotera</i>			2			3	10
<i>Lecanora hagenii</i>							
<i>Lecanora horiza</i>	10						
<i>Lecanora sp.</i>							
<i>Lecidella elaeochroma</i>						5	5
<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	9					
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>			10				5
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>				10	10	10	9
<i>Physcia adscendens</i>	1	2	10	10	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>			4	5			10
<i>Physcia biziana</i>			3		4		
<i>Physconia distorta</i>			6	5		2	6
<i>Physconia grisea</i>			2				
<i>Physconia servitii</i>							
<i>Punctelia subrudecta</i>							
<i>Ramalina sp.</i>							
<i>Xanthoria parietina</i>	2		10	5	9	8	10

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

stazione	26C	27A	27B	27C
<b>data campionamento</b>	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004	17/11/2004
<b>specie arborea</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>	<b>Qp</b>
<b>circ. albero</b>	<b>192</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>186</b>
<b>esp. reticolo</b>	<b>300°</b>	<b>18°</b>	<b>224°</b>	<b>16°</b>
<b>n. specie</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>IDL</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>53</b>
<i>Amandinea punctata</i>		5	10	5
<i>Arthonia radiata</i>				
<i>Caloplaca cerinella</i>				
<i>Candelaria concolor</i>				
<i>Candelariella reflexa</i>	1			
<i>Candelariella subdeflexa</i>				
<i>Candelariella xanthostigma</i>			2	
<i>Collema sp.</i>				
<i>Gyalecta truncigena</i>				
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	10	10	10	10
<i>Lecanora allophana</i>				
<i>Lecanora argentata</i>				
<i>Lecanora carpinea</i>				
<i>Lecanora chlarotera</i>	1			
<i>Lecanora hagenii</i>				
<i>Lecanora horiza</i>				
<i>Lecanora sp.</i>				
<i>Lecidella elaeochroma</i>	5			1
<i>Lepraria sp.</i>				
<i>Melanelia glabra</i>		2	1	
<i>Melaspilea urceolata</i>				
<i>Mycomicrothelia confusa</i>				
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>				
<i>Opegrapha varia</i>				
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	10			
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	3			3
<i>Physcia adscendens</i>	9	10	10	10
<i>Physcia aipolia</i>	1	10	3	4
<i>Physcia biziana</i>	7		8	
<i>Physconia distorta</i>	8			
<i>Physconia grisea</i>			10	1
<i>Physconia servitii</i>		9	3	10
<i>Punctelia subrudecta</i>				
<i>Ramalina sp.</i>				
<i>Xanthoria parietina</i>	10	9		9

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

Sono state rinvenute 35 specie di licheni epifiti. Il genere più rappresentato è *Lecanora*, con 6 specie (*L. allophana*, *L. argentata*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *L. hagenii* e *L. horiza*), seguito dai

generi *Candelariella*, *Physcia* e *Physconia* con 3 specie ciascuno (*Candelariella reflexa*, *C. subdeflexa* e *C. xanthostigma*; *Physcia adscendens*, *P. aipolia* e *P. biziana*; *Physconia distorta*, *P. grisea* e *P. servitii*).

	N° Stazioni	N° Alberi	Frequenza
<i>Xanthoria parietina</i>	24	58	7,9
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	23	67	9,8
<i>Physcia adscendens</i>	23	64	8,1
<i>Physcia biziana</i>	21	43	6,6
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	19	40	6,3
<i>Physconia grisea</i>	19	47	7,6
<i>Lecanora horiza</i>	13	19	4,5
<i>Lecidella elaeochroma</i>	7	14	5,6
<i>Candelaria concolor</i>	6	10	7,7
<i>Lecanora chlarotera</i>	6	12	3,9
<i>Opegrapha varia</i>	6	11	7,3
<i>Physcia aipolia</i>	6	11	4,5
<i>Lecanora carpinea</i>	5	6	2,2
<i>Physconia distorta</i>	5	10	3,9
<i>Amandinea punctata</i>	3	6	5,8
<i>Lecanora allophana</i>	3	4	3,5
<i>Lepraria sp.</i>	3	4	1,8
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	3	8	8,6
<i>Punctelia subrudecta</i>	3	3	4,3
<i>Caloplaca cerinella</i>	2	3	4,7
<i>Candelariella reflexa</i>	2	3	2,3
<i>Melanelia glabra</i>	2	3	1,3
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	2	3	8,3
<i>Arthonia radiata</i>	1	2	3,0
<i>Candelariella subdeflexa</i>	1	1	10,0
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1	1	2,0
<i>Collema sp.</i>	1	2	2,5
<i>Gyalecta truncigena</i>	1	1	10,0
<i>Lecanora argentata</i>	1	1	1,0
<i>Lecanora hagenii</i>	1	1	2,0
<i>Lecanora sp.</i>	1	1	1,0
<i>Melaspilea urceolata</i>	1	3	7,0
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	1	2	7,0
<i>Physconia servitii</i>	1	3	7,3
<i>Ramalina sp.</i>	1	1	1,0

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

S	IDLs	D.S.	C.V.
1	34,3	7,5	21,9
2	39,7	8,4	21,1
3	21,0	4,4	20,8
4	53,0	2,6	5,0
5	54,0	1,4	2,6
6	10,3	0,6	5,6
7	36,3	8,4	23,1
8	14,7	4,2	28,4
9	28,7	8,1	28,2
10	71,3	18,8	26,4
11	45,0	33,3	74,0
12	50,0	14,4	28,7
13	54,3	5,1	9,4
14	47,3	5,0	10,6
15	44,0	1,0	2,3
16	51,0	14,2	27,8
17	37,7	6,1	16,2
18	12,7	4,6	36,5
19	74,7	24,2	32,4
20	53,3	7,8	14,6
21	27,0	9,5	35,3
22	12,0	4,6	38,2
23	26,0	6,1	23,4
24	24,7	7,2	29,3
25	48,7	8,1	16,7
26	66,3	13,1	19,7
27	55,0	2,0	3,6

**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 (7) è stato rilevato, ancora una volta, su un taglio nei pressi di Castelferretti, nel comune di Falconara Marittima, circa 6 km a SSW della raffineria API (stazione 22). Lo stesso valore di IDLr è stato rilevato anche in un albero della stazione 11 (Agugliano, Loc. La Chiusa) che si trova a circa 3 km a est della centrale Turbogas. Tuttavia, gli altri due alberi di

questa stazione hanno registrato valori molto più alti (69 e 59) e comparabili con quelli trovati nelle campagne precedenti, per cui è plausibile che il notevole abbassamento del valore di IDLr del primo albero sia dovuto a particolari condizioni sfavorevoli che si sono verificate a carico di tale esemplare e non dell'intera stazione. A differenza di quanto osservato nelle campagne di monitoraggio precedenti, il più basso valore medio dell'IDLs (10,3) è stato registrato nella stazione 6 (Jesi, Viale Trieste). La stazione con i valori più elevati dell'IDLr (86) e dell'IDLs medio (76,7) rimane la 19 (loc. Aia Murata).

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 è di  $40,5 \pm 8,5$  ed indica che in generale l'area di studio rientra nella fascia di semi-naturalità. Il valore medio del coefficiente di variazione (22,3%) risulta più basso di quello degli anni precedenti e indica una maggiore omogeneità nei livelli di inquinamento atmosferico a cui sono sottoposte le 27 stazioni.

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 ed 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)  
 – stazioni

**Fascia 2:** *alterazione* (14,8 % delle stazioni)  
 – stazioni 6, 8, 18, 22.

**Fascia 3:** *semi-alterazione* (33,3% delle stazioni)

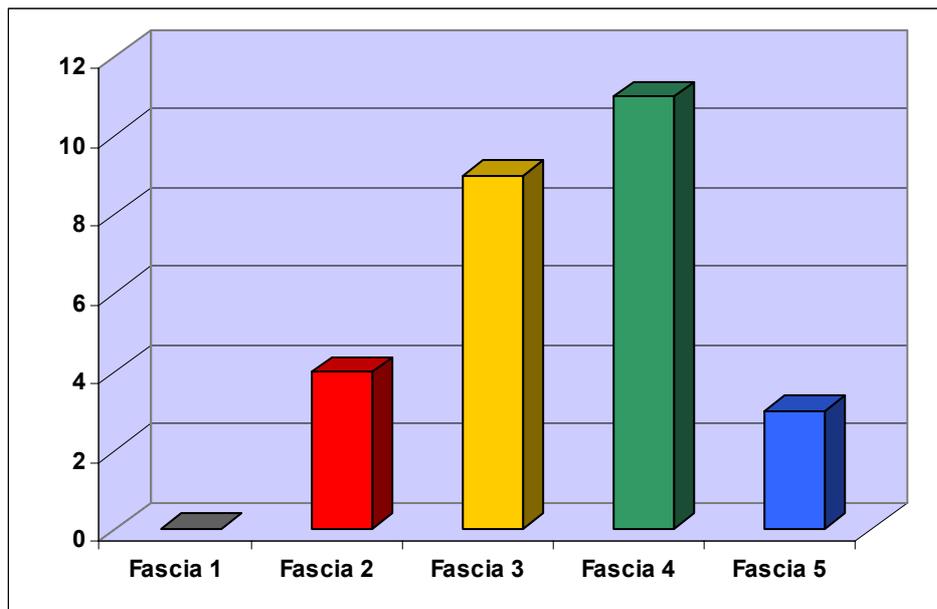
- stazioni 1, 2, 3, 7, 9, 17, 21, 23, 24.

**Fascia 4:** *semi-naturalità* (40,7 % delle stazioni)

- stazioni 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 25, 27.

**Fascia 5:** *naturalità* (11,1% delle stazioni)

- stazioni 10, 19, 26.



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

In figura 4.2 viene mostrata la naturalità/alterazione della 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 facendo la media aritmetica dei valori dell'IDLs misurati nelle 6 stazioni campionate nell'area urbana.

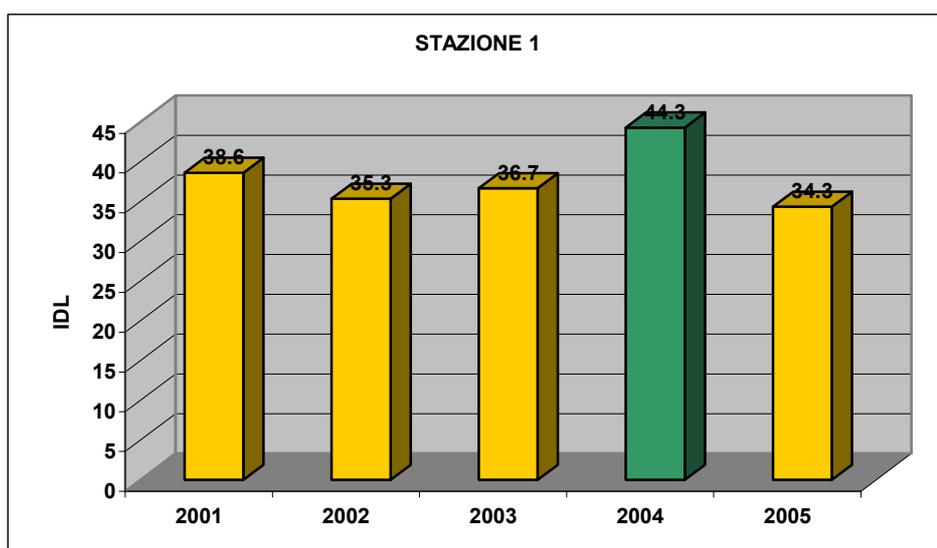
In figura 4.3 viene invece mostrata la naturalità/alterazione delle stazioni campionate nel centro urbano di Jesi.



#### 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 5 anni di indagine. Quando possibile il rilevamento è stato effettuato ogni anno sui medesimi alberi 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. Inoltre viene indicata la lista floristica relativa alla presente campagna e i cambiamenti riscontrati rispetto agli anni successivi.

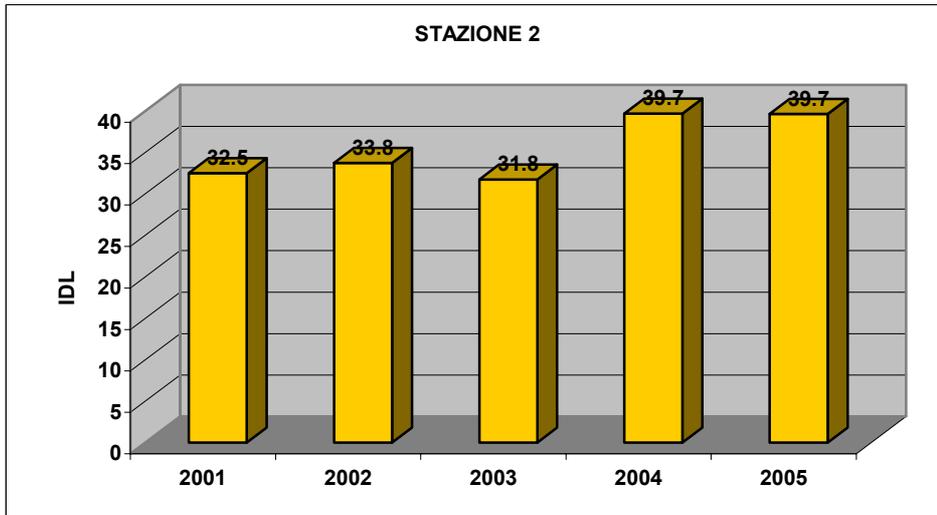
##### Monsano loc. S. Maria



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Collema nigrescens*, *Physconia venusta*, *Melaspilea urceolata*.

## Monsano loc. Selvatorta

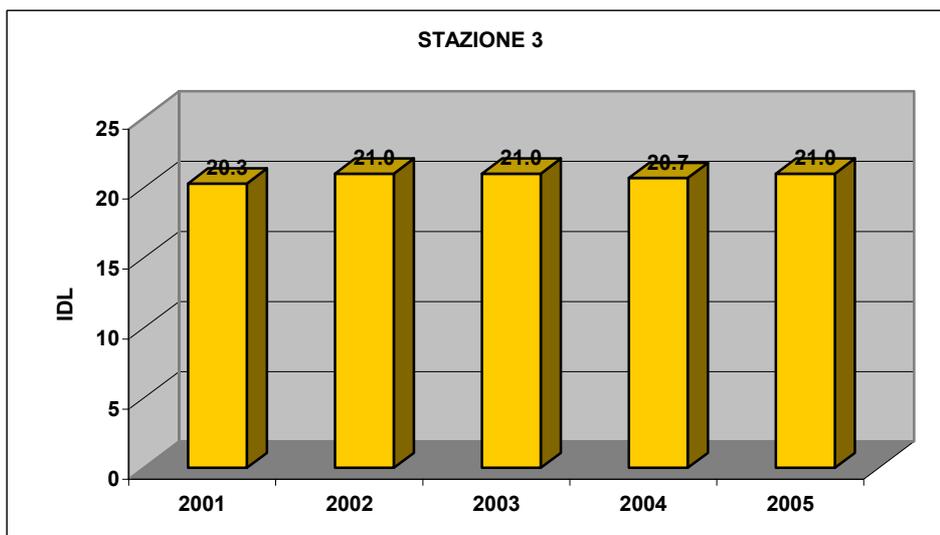


**Specie indagine 2005:** *Gyalecta truncigena*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia venusta*.

**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.

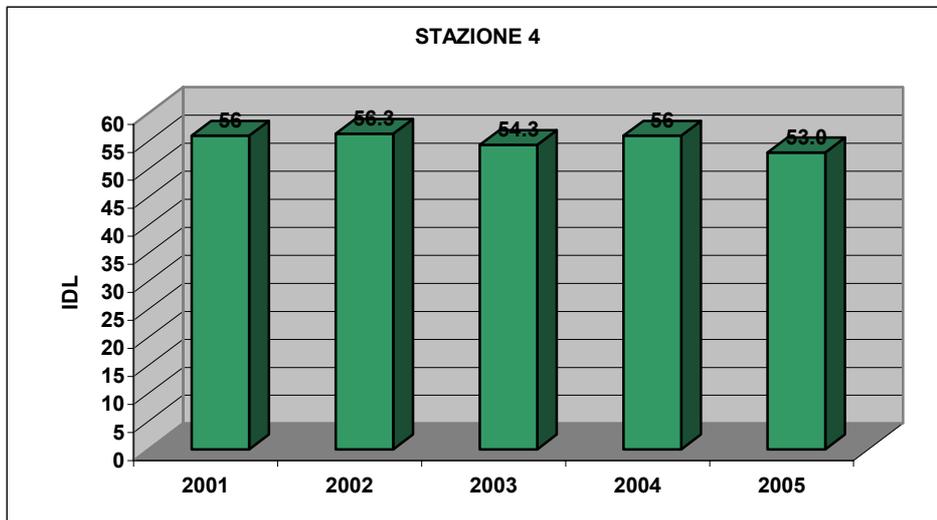
## Jesi via S. Pietro Martire



**Specie indagine 2005:** *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*.

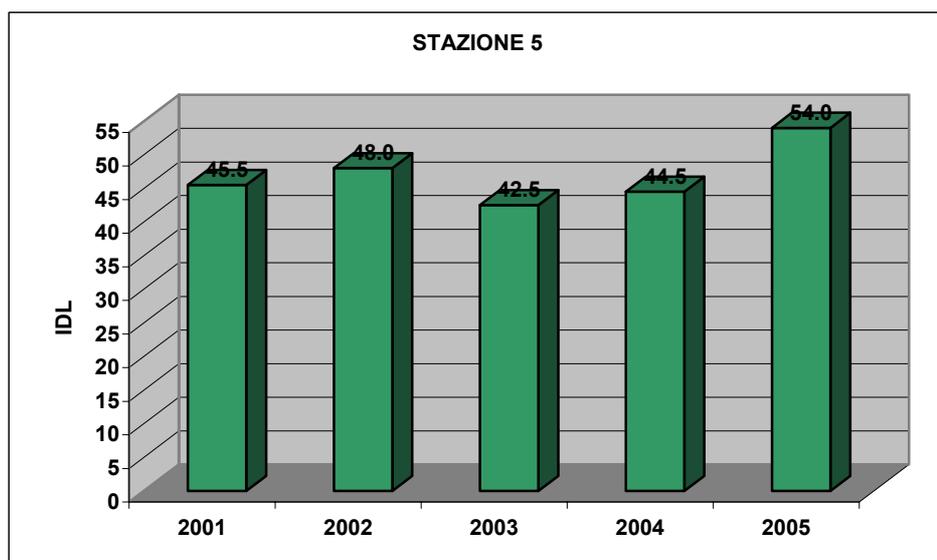
### Jesi via dei Colli



**Specie indagine 2005:** *Arthonia radiata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia chloantha*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physconia venusta*.

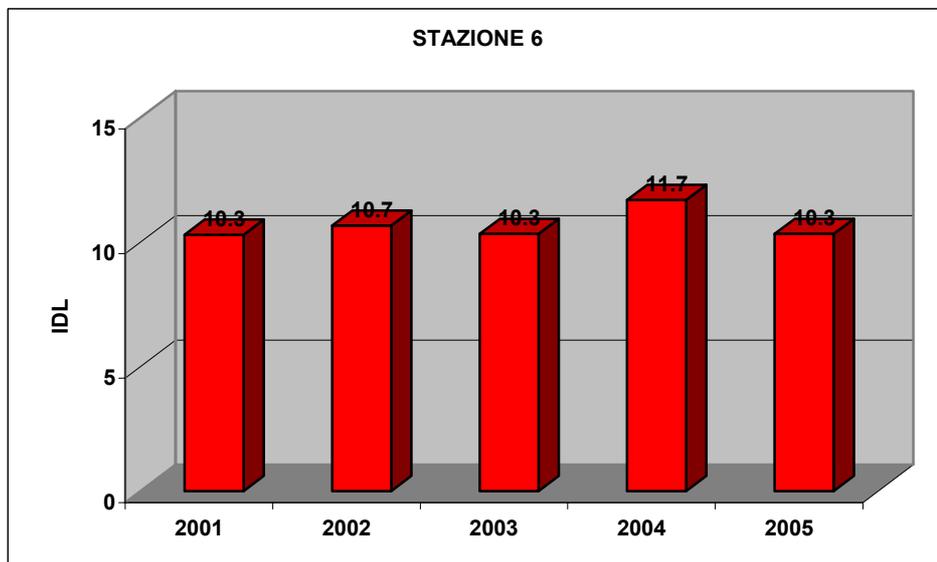
### Jesi loc. Colle Bellombra



**Specie indagine 2005:** *Amandinea punctata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Buellia griseovirens*, *Collema sp.*, *Lecanora chlarotera*.

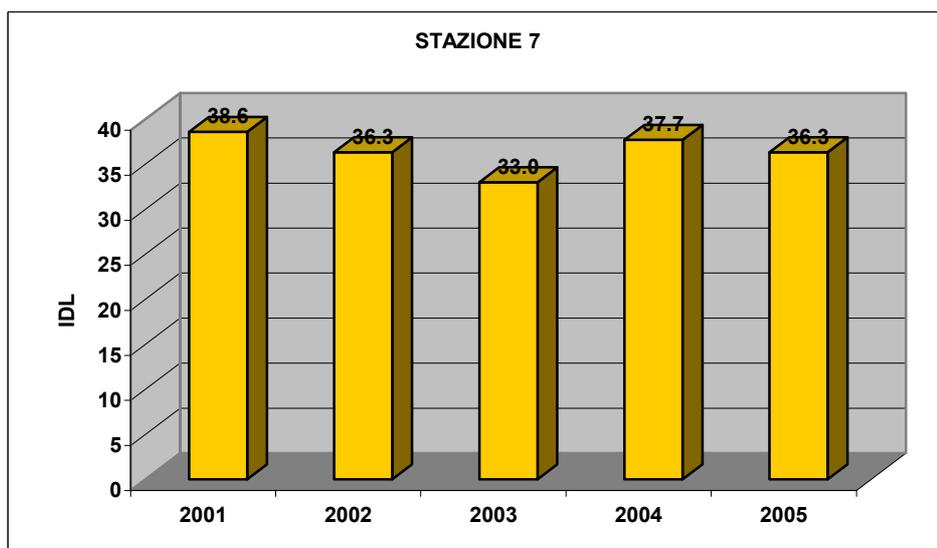
### Jesi viale Trieste



**Specie indagine 2005:** *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Phaeophyscia orbicularis*.

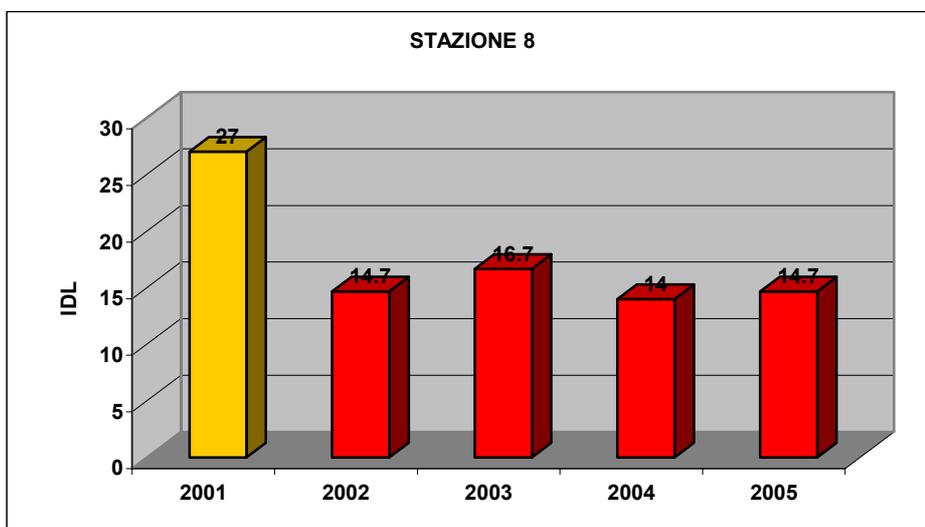
### Jesi via Ragazzi del '99



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Physconia venusta*.

### Jesi via Cascamificio

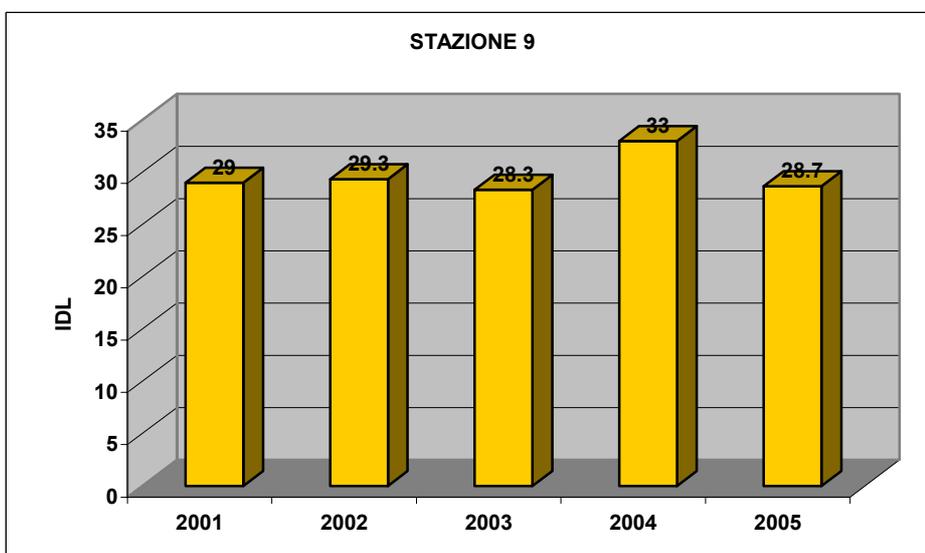


**Specie indagine 2005:** *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Amandinea punctata*, *Arthonia radiata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *Xanthoria parietina*.

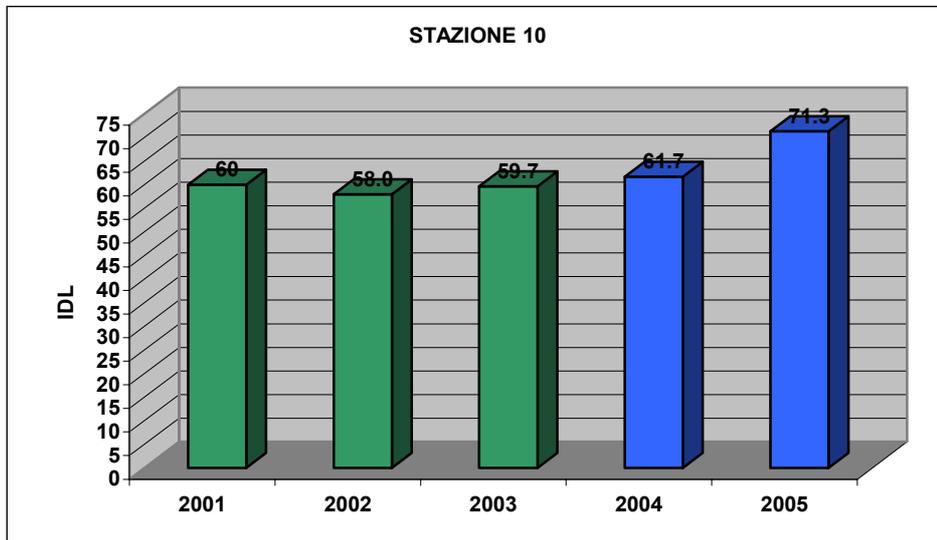
**Note:** poiché i tagli utilizzati nell'indagine del 2001 sono stati tagliati, a partire dal 2002 sono stati campionati 3 nuovi alberi, la cui scelta, tuttavia, è stata limitata ai pochi esemplari rimasti.

### Jesi via G. Latini



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

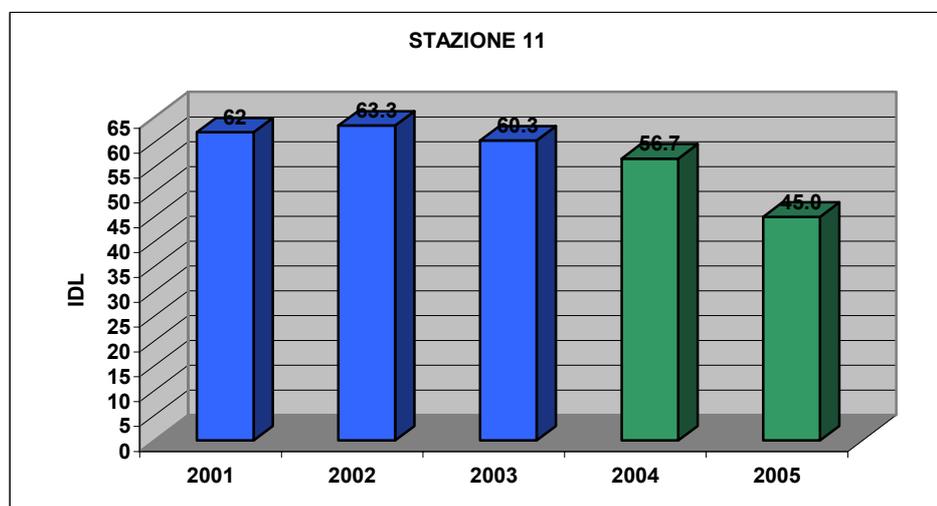
### Chiaravalle Parco I Maggio



**Specie indagine 2005:** *Amandinea punctata*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora argentata*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Melanelia glabra*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Ramalina* sp., *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Evernia prunastri*, *L. horiza*.

### Agugliano loc. La Chiusa

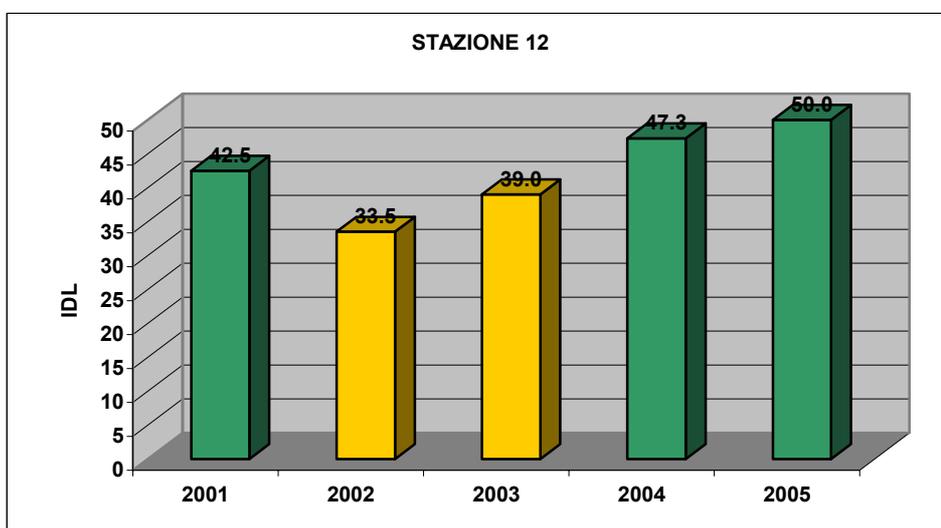


**Specie indagine 2005:** *Caloplaca cerinella*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. hagenii*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *L. chlarotera*, *Lecanora sambuci*, *Physconia distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Rinodina sophodes*.

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

### Jesi loc. Mazzangrugno

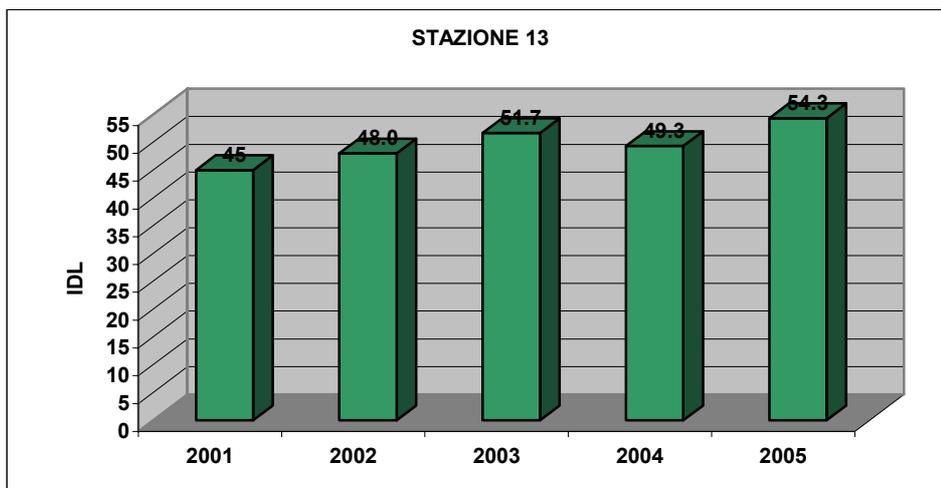


**Specie indagine 2005:** *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Opegrapha varia*, *P. aipolia*, *Physconia venusta*.

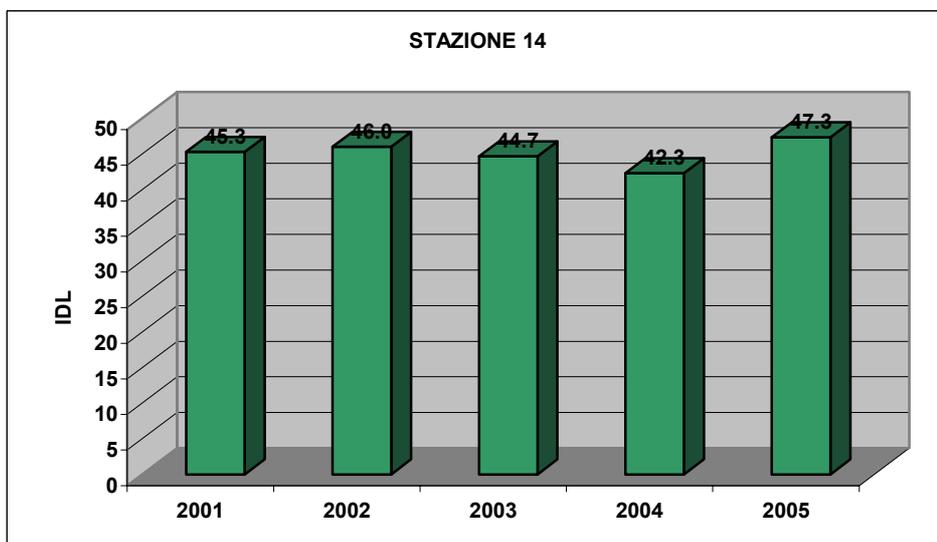
**Note:** a partire dal 2003 a causa della presenza di edera negli alberi A e D, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

## Moie c/o la chiesa del Puzzo



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *P. distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

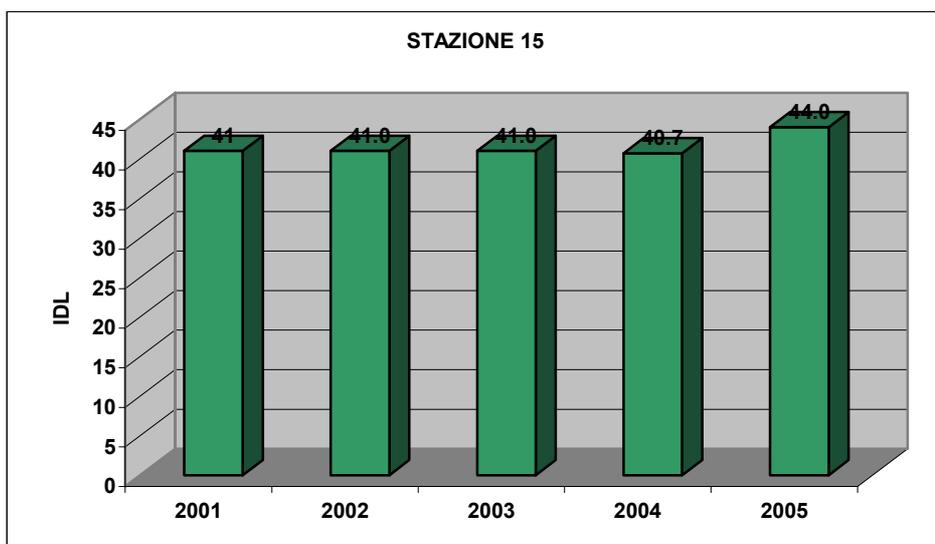
## Moie via Torrette



**Specie indagine 2005:** *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 2005:** *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlarotera*, *Mycomycothelia confusa*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physconia venusta*.

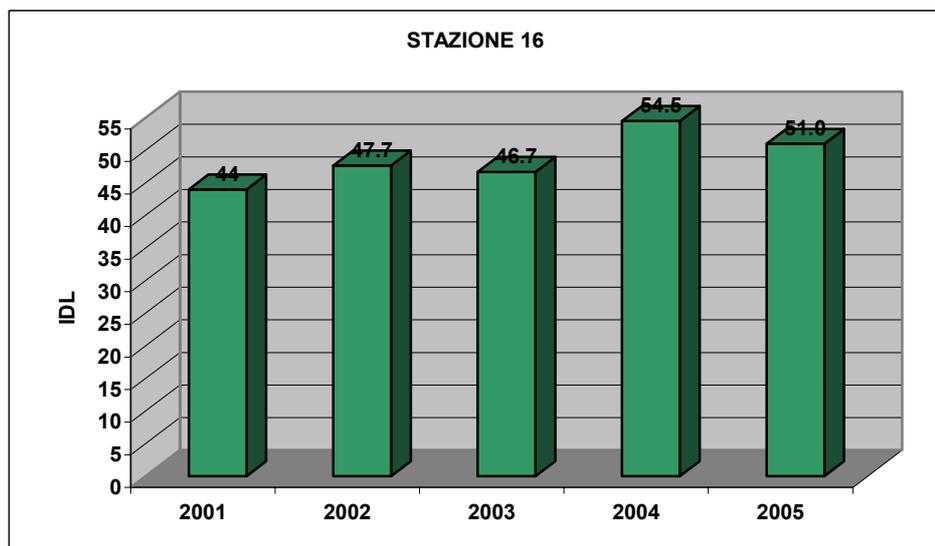
## Monte Roberto loc. Pianello



**Specie indagine 2005:** *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Melaspilea urceolata*, *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lecanora chlarotera*, *Physconia distorta*.

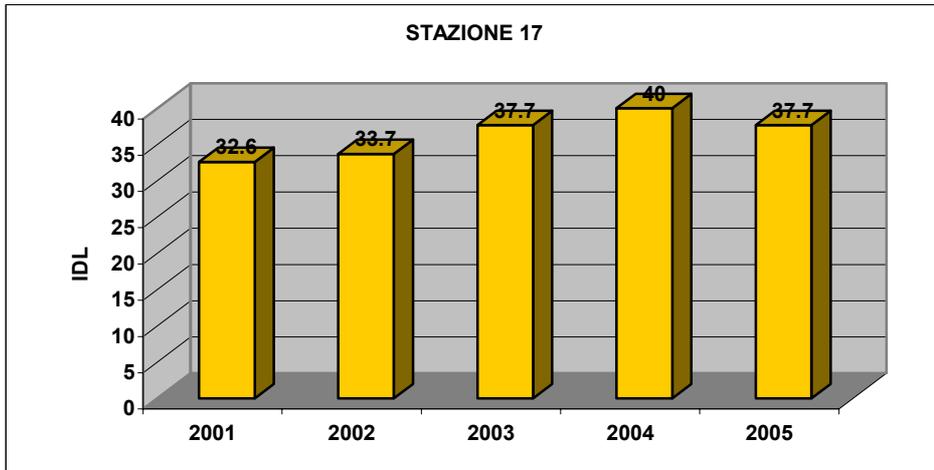
## Jesi loc. Pian del Medico



**Specie indagine 2005:** *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Caloplaca cerinella*.

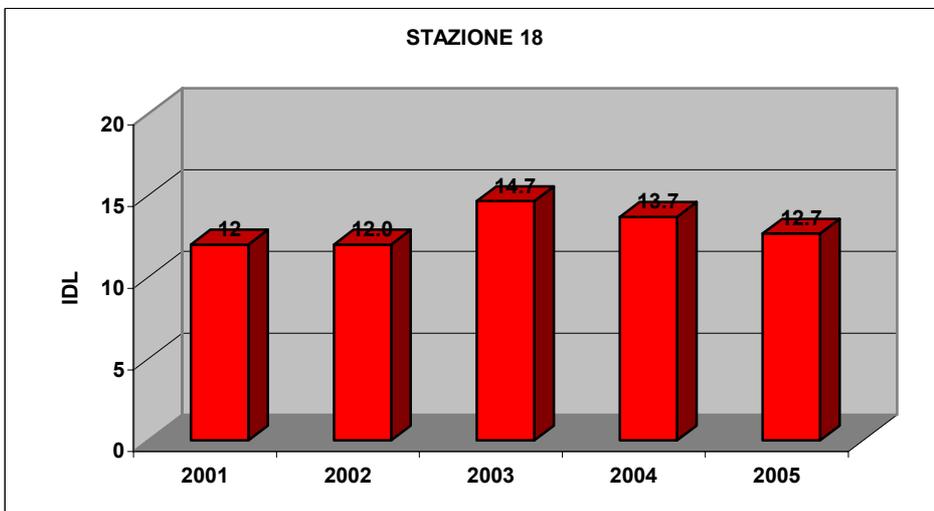
### Jesi loc. Mazzangrugno



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P.biziana*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Physconia grisea*, *P. venusta*.

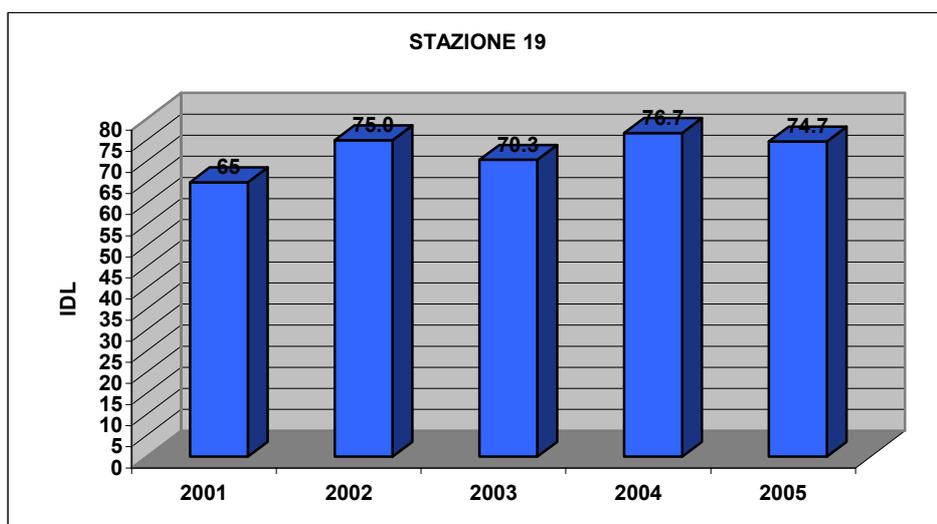
### Jesi viale della Vittoria



**Specie indagine 2005:** *Candelariella subdeflexa*, *Mycomicrothelia confusa*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*.

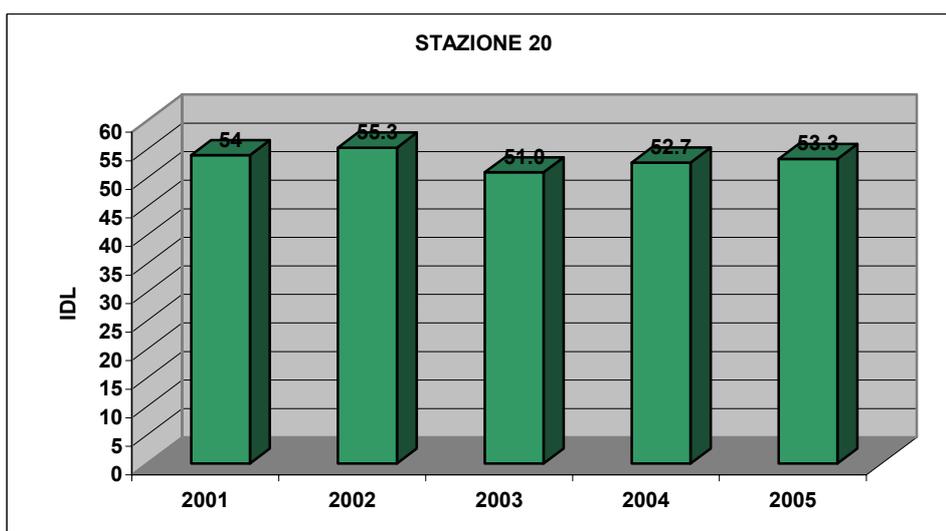
## Jesi loc. Aia Murata



**Specie indagine 2005:** *Caloplaca cerinella*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora horiza*, , *P. aipolia*, *Ramalina* sp.

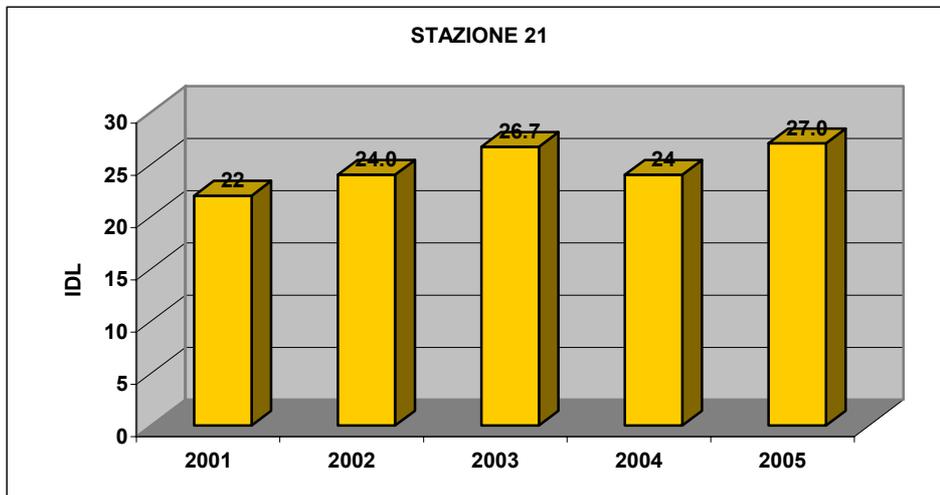
## Montemarciano loc. Gabella



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physcia aipolia*.

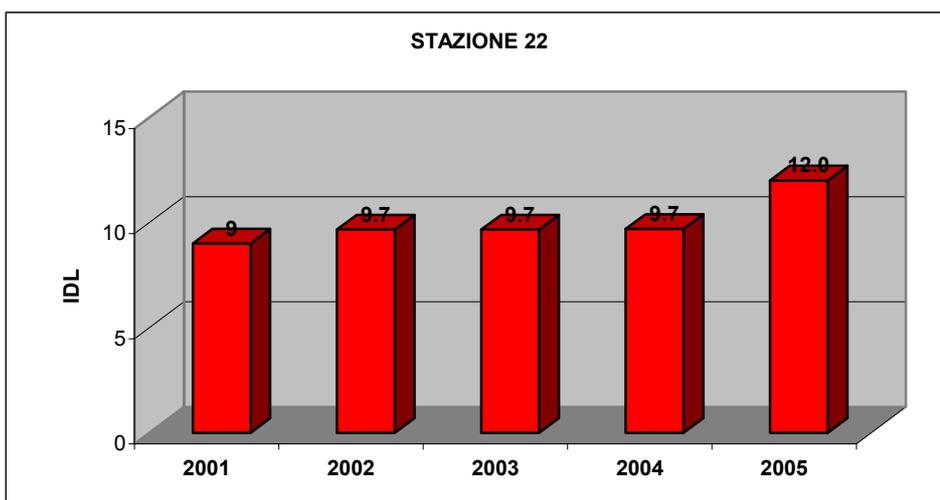
**Falconara Marittima loc. Fiumesino**



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Pertusaria sp.*

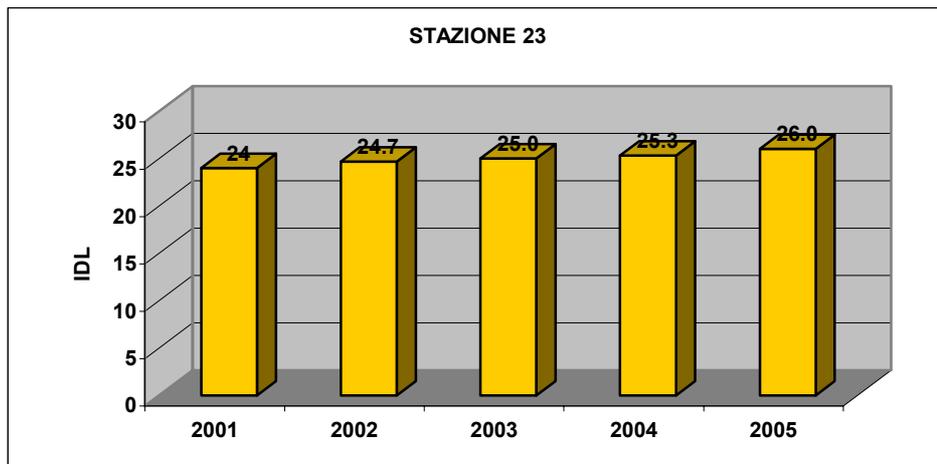
**Falconara Marittima loc. Castelferretti via 14 Luglio**



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*.

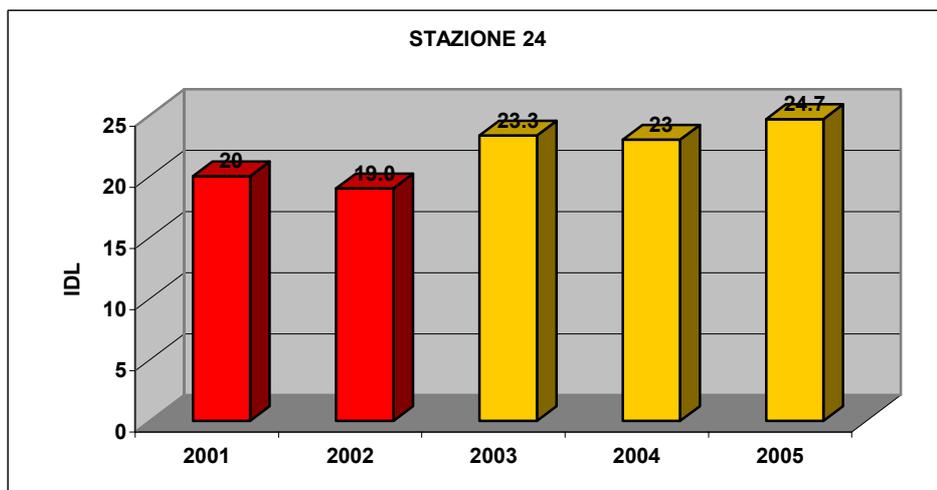
**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lepraria sp.*, *Opegrapha varia*.

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



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

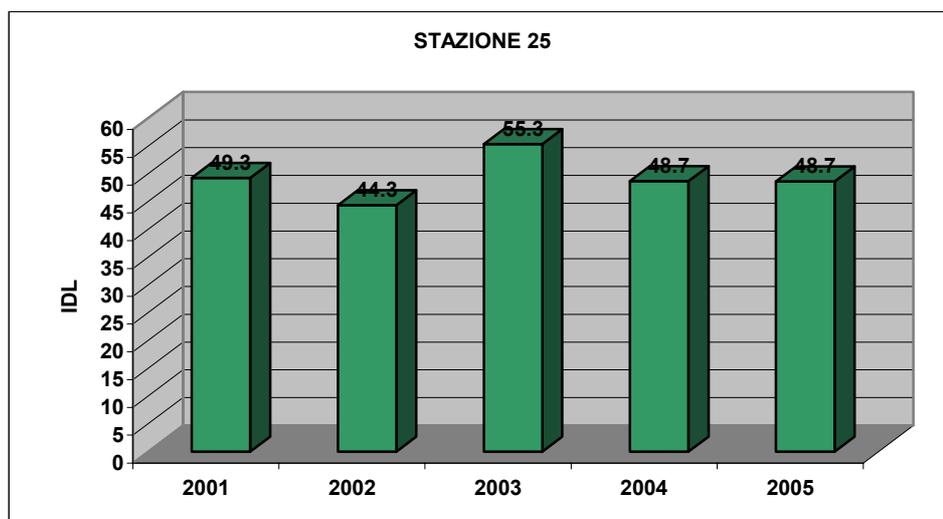
**Agugliano c/o C. Paglialunga**



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *Lecanora horiza*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lecidella elaeochroma*.

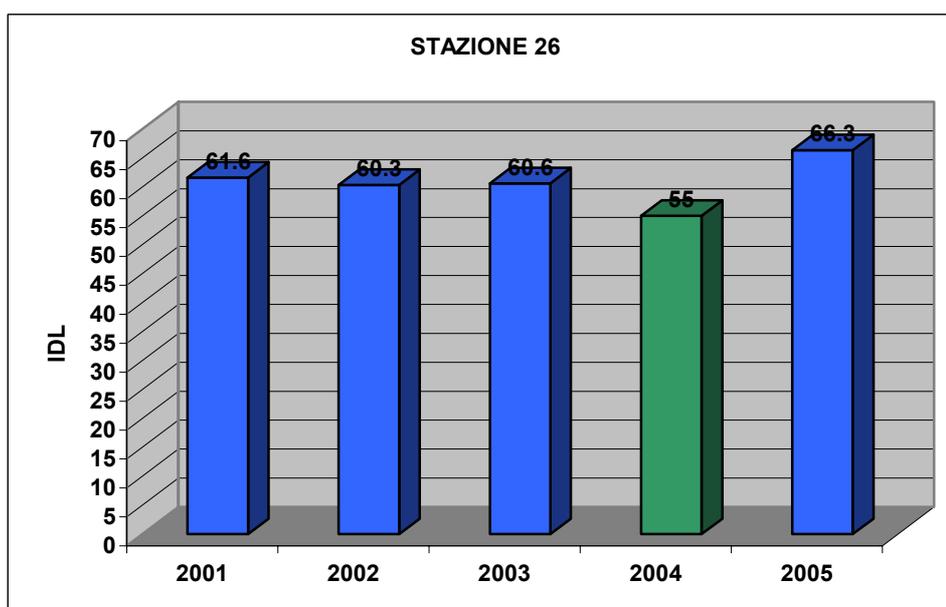
### Serra S. Quirico borgo Stazione



**Specie indagine 2005:** *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarothera*, *Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Candelaria concolor*, *Collema furfuraceum*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*.

### Serra S. Quirico deposito Sassi Rossi



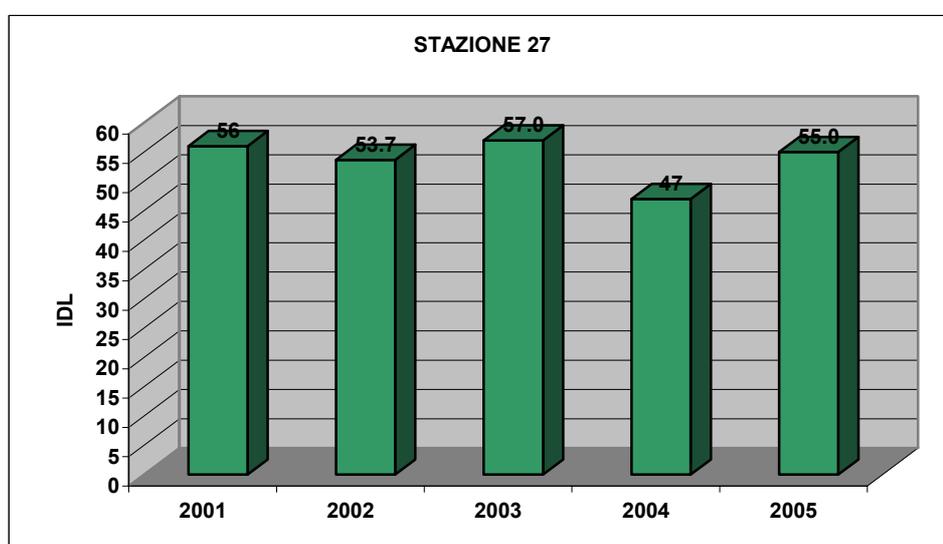
**Specie indagine 2005:** *Candelaria concolor*, *Candelariella reflexa*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarothera*, *Lepraria* sp.,

*Phaeophyscia hirsuta*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*.

**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerina*, *Collema furfuraceum*, *C. ligerinum*, *Lecanora carpinea*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*,

**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

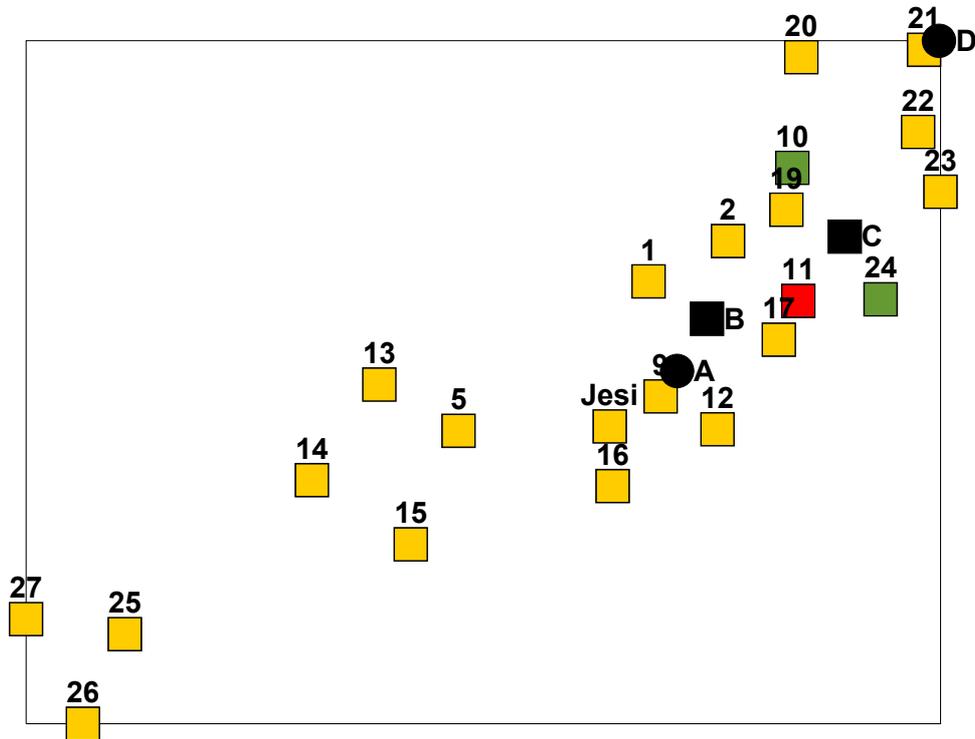


**Specie indagine 2005:** *Amandinea punctata*, *Candelariella xanthostigma*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Melanelia glabra*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *P. servitii*, *Xanthoria parietina*.

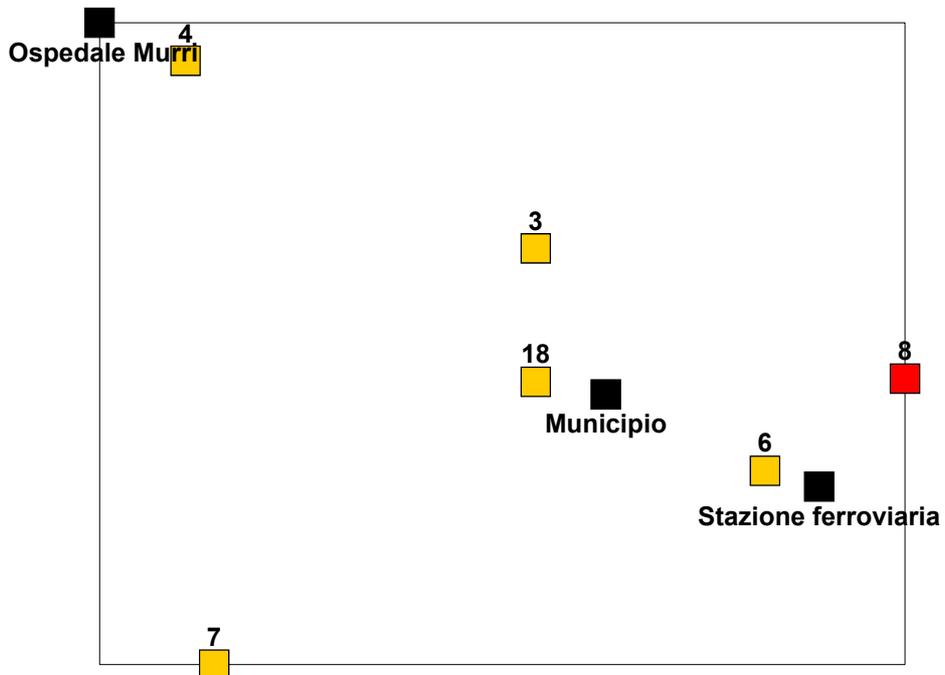
**Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2005:** *Lecanora chlarotera*, *Phaeophyscia hirsuta*.

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, 2002, 2003 e 2004). 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 (Fig. 4.2). Le figure 4.4, 4.6, 4.8, 4.10 e 4.12 mostrano i cambiamenti rispetto alle indagini precedenti. I salti di fascia registrati nelle stazioni 1, 12 e 24 sono per lo più dovuti a minimi aumenti del valore di IDL (vedi grafici delle singole stazioni), probabilmente dovuti a spostamenti nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati. In

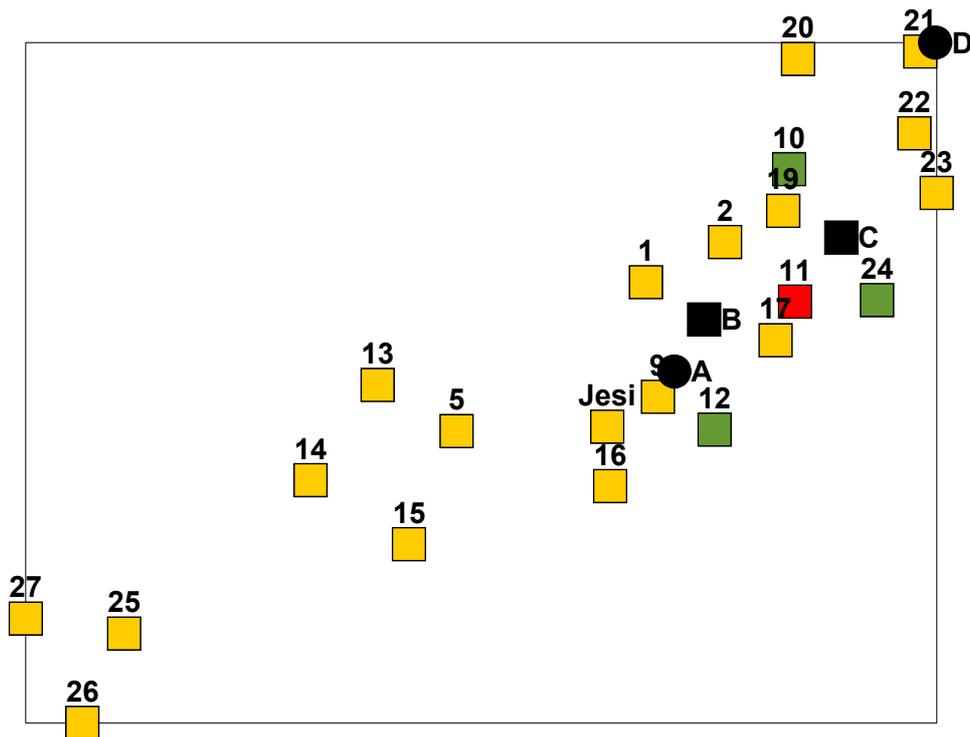
tutte e 3 queste stazioni, infatti, i valori dell'IDL sono molto prossimi al limite di soglia fra una fascia e l'altra.



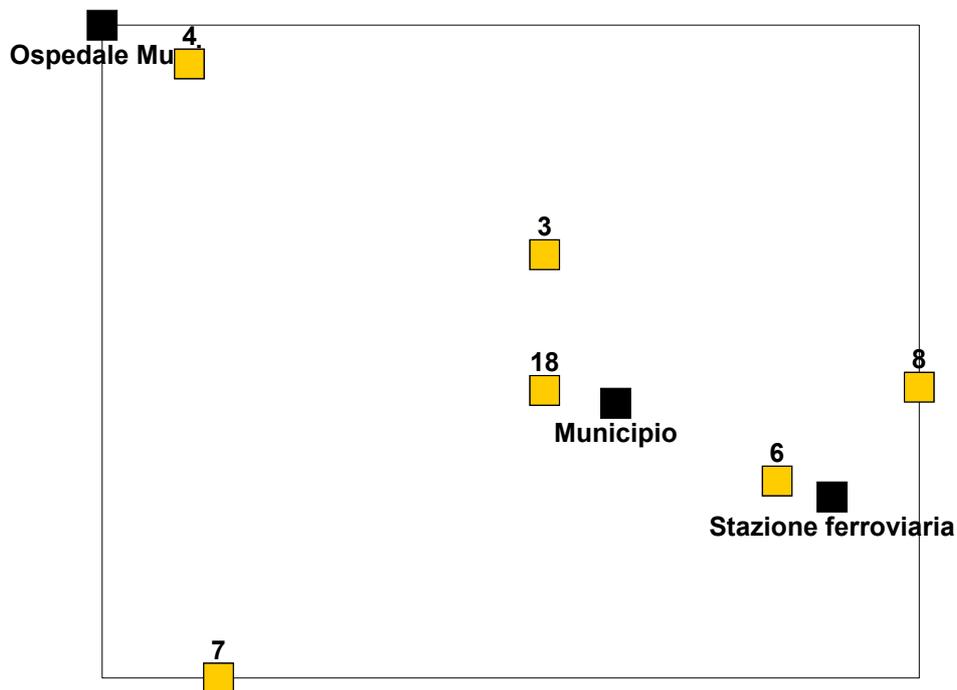
**Figura 4.4** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



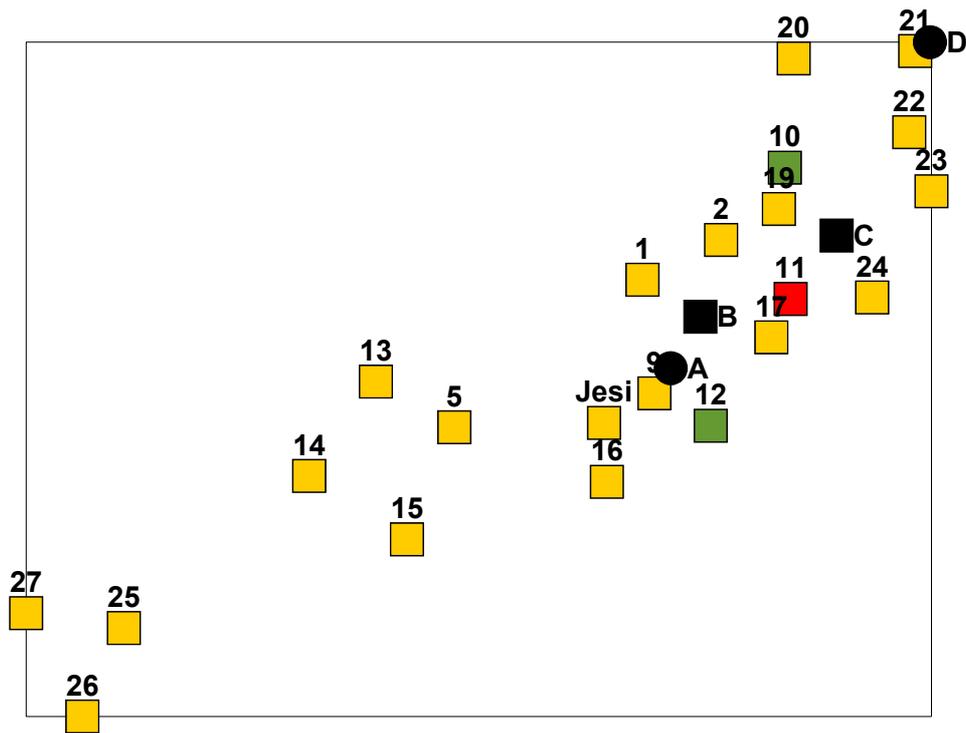
**Figura 4.5** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area urbana di Jesi. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata.



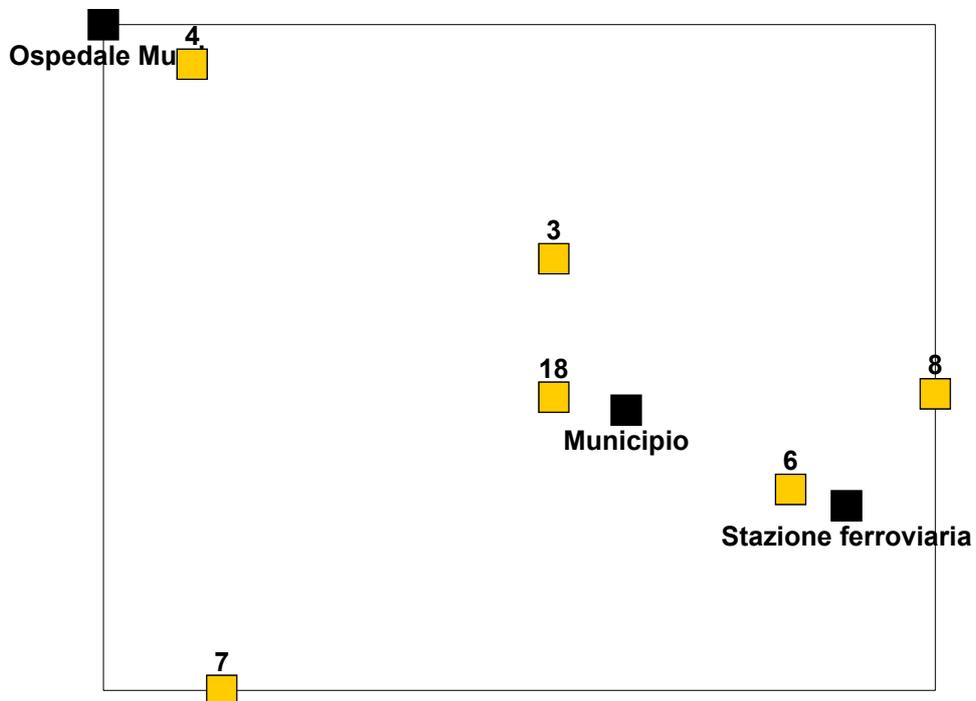
**Figura 4.6** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



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

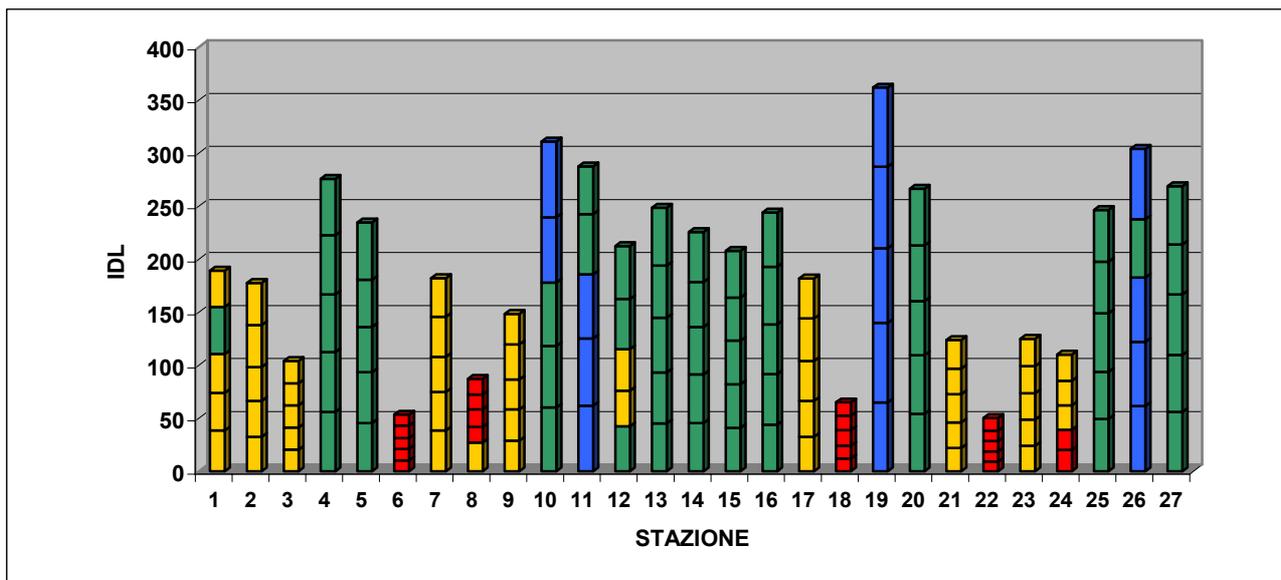


**Figura 4.8** – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2003 nell'area di studio. ■ = situazione invariata; ■ = situazione peggiorata; ■ = situazione migliorata.



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





**Figura 4.12** – Istogramma in pila dei valori dell’IDL in ogni stazione nei 5 anni di indagine (2001, 2002, 2003, 2004 e 2005). Il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente.

Il salto di fascia da naturalità a semi-naturalità registrato lo scorso anno nella stazione 26 (Serra S. Quirico, deposito Sassi Rossi) era probabilmente dovuto all’aumento di vegetazione (edera e rovi) che tendeva a coprire il tronco degli alberi campionati e a cambiare quindi le condizioni microambientali per lo sviluppo della vegetazione lichenica. La sostituzione degli alberi non più adatti al campionamento con tre nuovi forofiti ha riportato i valori dell’IDLr a valori simili a quelli registrati negli anni precedenti. Nella stazione 11 (Agugliano, Loc. La Chiusa) sembra che si stia manifestando un peggioramento della qualità ambientale. Il valore dell’indice di diversità lichenica, infatti, è diminuito a partire dal 2002 da 63,3 a 45 provocando il salto di fascia da naturalità a semi-naturalità. Al contrario, nella stazione 10 (Chiaravalle, Parco 1° Maggio) sembra che si stia assistendo ad un miglioramento, registrato dall’aumento del valore dell’indice IDL da 58 nel 2002 a 71,3 nel 2005 (da semi-naturalità a naturalità). Le campagne di monitoraggio previste per gli anni futuri permetteranno di chiarire meglio questi cambiamenti.

Anche per il centro urbano di Jesi, la situazione generale è rimasta pressoché invariata rispetto agli anni scorsi (Fig. 4.5, 4.7, 4.9, 4.11 e 4.12). L’unico cambiamento registrato è il salto dalla fascia di semi-alterazione alla fascia di alterazione nella stazione 8 (Via Cascamificio) rispetto al 2001. Tale cambiamento è da imputare però non tanto ad un peggioramento della qualità dell’aria, quanto al fatto che gran parte dei tigli che costeggiavano la via sono stati tagliati. Per questo motivo non è stato possibile eseguire il rilievo sugli stessi alberi utilizzati nella campagna del 2001 e la scelta degli alberi da utilizzare per il campionamento è stata limitata ai pochi esemplari di tiglio rimasti.

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 all'interno dei talli trapiantati di *Evernia prunastri*.

	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M	DS	CV%
<b>As</b>	0,21	0,28	0,38	0,35	0,43	0,28	0,45	0,31	0,29	0,40	0,40	0,34	0,07	21,6
<b>Ba</b>	6,61	7,90	9,95	9,01	10,92	8,02	16,88	10,82	8,92	12,48	12,22	10,3	2,84	27,5
<b>Be</b>	0,01	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,01	38,9
<b>Bi</b>	0,06	0,04	0,04	0,34	0,05	0,04	0,11	0,10	0,09	0,05	0,10	0,09	0,09	92,9
<b>Cd</b>	0,05	0,15	0,68	0,16	0,25	0,16	0,22	0,33	0,19	0,23	0,30	0,25	0,16	65,5
<b>Co</b>	0,17	0,28	0,33	0,28	0,33	0,27	0,46	0,32	0,29	0,44	0,40	0,33	0,08	25,6
<b>Cr</b>	0,80	1,55	1,89	1,42	1,98	1,20	2,87	1,77	1,47	2,26	2,36	1,78	0,58	32,6
<b>Cs</b>	0,06	0,07	0,10	0,10	0,08	0,06	0,10	0,05	0,06	0,11	0,07	0,08	0,02	26,6
<b>Cu</b>	3,94	5,62	5,76	6,48	6,22	6,88	22,15	7,80	7,07	7,69	7,65	7,93	4,85	61,2
<b>Fe</b>	244	494	701	481	654	443	907	402	445	765	635	561	189	33,8
<b>Ga</b>	0,10	0,15	0,23	0,17	0,19	0,14	0,24	0,11	0,14	0,28	0,19	0,18	0,06	32,0
<b>In</b>	0,003	0,001	0,001	0,067	0,001	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,004	0,01	0,02	262
<b>K</b>	1920	2548	1877	1818	1594	1780	1765	1997	1945	1675	1560	1862	267	14,4
<b>Li</b>	0,42	0,17	0,50	0,33	0,46	0,23	0,66	0,34	0,48	0,81	0,69	0,46	0,20	42,1
<b>Mg</b>	854	1300	1530	1429	1847	1121	1460	1397	1852	2150	1842	1526	374	24,5
<b>Mn</b>	21,7	24,7	23,3	25,5	24,8	23,1	35,9	25,5	23,4	30,2	29,2	26,1	4,12	15,8
<b>Na</b>	536	1186	1226	1895	2655	1736	2167	2173	5430	4608	4195	2528	1559	61,7
<b>Ni</b>	1,83	2,37	11,27	3,14	2,16	1,99	2,99	2,17	2,04	2,85	7,11	3,63	2,93	80,9
<b>Pb</b>	2,69	4,20	4,50	3,66	4,44	3,39	7,56	3,94	3,82	5,23	4,91	4,39	1,27	28,8
<b>Rb</b>	1,43	2,34	2,03	1,63	1,60	1,55	2,26	1,88	1,94	2,32	1,80	1,89	0,32	17,0
<b>Sr</b>	15,1	19,2	31,6	21,7	28,8	18,5	34,6	26,6	24,1	32,6	31,5	25,8	6,57	25,4
<b>Tl</b>	0,021	0,012	0,020	0,061	0,022	0,027	0,034	0,027	0,027	0,046	0,031	0,03	0,01	45,9
<b>U</b>	0,15	0,20	0,26	0,26	0,30	0,24	0,31	0,25	0,25	0,32	0,34	0,26	0,06	21,2
<b>V</b>	0,82	1,12	1,76	1,20	1,74	1,16	2,16	1,30	1,38	2,27	1,87	1,52	0,46	30,5
<b>Zn</b>	31,8	31,9	37,7	40,3	34,4	31,2	50,6	37,9	37,3	49,1	84,3	42,4	15,3	36,2

**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. B1 = campione di controllo; M = valore medio per Jesi; DS = deviazione standard; CV = coefficiente di variazione (%).

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 Ag, Al, Ca e Se misurati nello standard sono risultati molto superiori rispetto ai valori di riferimento (International

Atomic Energy Agency). Tali elementi non sono stati quindi considerati nelle elaborazioni poiché i loro valori non erano attendibili.

I coefficienti di variazione percentuale indicano che le concentrazioni della maggior parte degli elementi esaminati sono sostanzialmente costanti ad eccezione di Bi, Cd, Cu, In, Na e Ni per i quali gli alti valori di tale coefficiente indicano differenze di concentrazione notevole fra una stazione e l'altra.

In tabella 4.6 sono riportati i risultati del confronto statistico (Test U di Mann-Whytney) fra le concentrazioni degli elementi in traccia nei talli trapiantati e i valori registrati nel controllo. Nella maggior parte dei casi si tratta di differenze statisticamente significative.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>As</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Ba</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Be</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Bi</b>	S	S	S	NS	S	S	S	S	NS	S
<b>Cd</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Co</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Cr</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Cs</b>	S	S	S	S	S	S	NS	NS	S	S
<b>Cu</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Fe</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Ga</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>In</b>	NS	S	S	S	S	NS	S	NS	NS	NS
<b>K</b>	S	NS	S	S	S	S	S	NS	S	S
<b>Li</b>	S	NS	NS	NS	S	S	NS	NS	S	S
<b>Mg</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Mn</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Na</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Ni</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Pb</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Rb</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Sr</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Tl</b>	S	NS	S	NS	S	S	S	S	S	S
<b>U</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>V</b>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Zn</b>	NS	S	S	S	NS	S	S	S	S	S

**Tabella 4.6** – Risultati del confronto statistico (test U di Mann-Whytney) fra le concentrazioni degli elementi in traccia nel campione di controllo e quelli nei talli trapiantati. S = differenze significative ( $p < 0,05$ ); NS = differenze non significative.

Un problema ricorrente negli studi di trapianto è quello della variabilità della concentrazione di background degli elementi nell'area di controllo dove vengono raccolti i campioni da trapiantare.

Infatti, in uno studio di biomonitoraggio a lungo termine, occorre raccogliere materiale lichenico fresco all'inizio di ogni campagna. Tuttavia è possibile che le concentrazioni degli elementi nei talli di controllo risultino diverse di anno in anno anche se il materiale viene raccolto nella medesima area remota. Per questo motivo diventa problematico interpretare i risultati di bioaccumulo e individuare i trend di inquinamento atmosferico nel tempo.

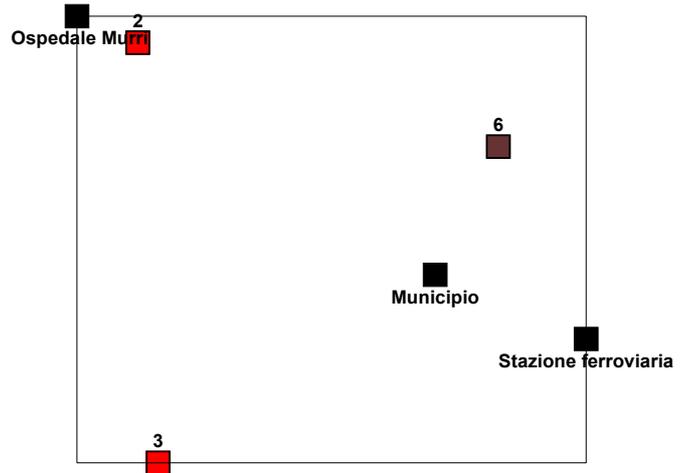
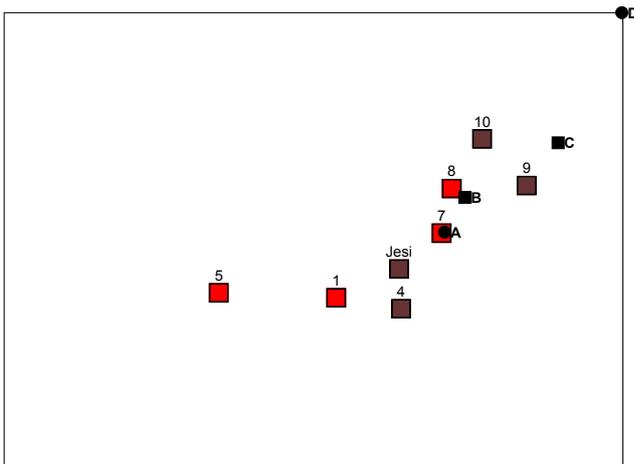
Per risolvere tale problema, in questo studio, è stato calcolato il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio). I risultati sono stati interpretati attraverso la scala a 5 classi riportata in Tab. 4.7. Tale scala è stata elaborata basandosi sul fatto che in assenza di accumulo il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo è uguale a 1 (condizione normale). È stata considerata una deviazione di  $\pm 25\%$  per comprendere le fluttuazioni naturali nelle 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  $\pm 25\%$ .

EC ratio	accumulo/perdita	colore
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	■

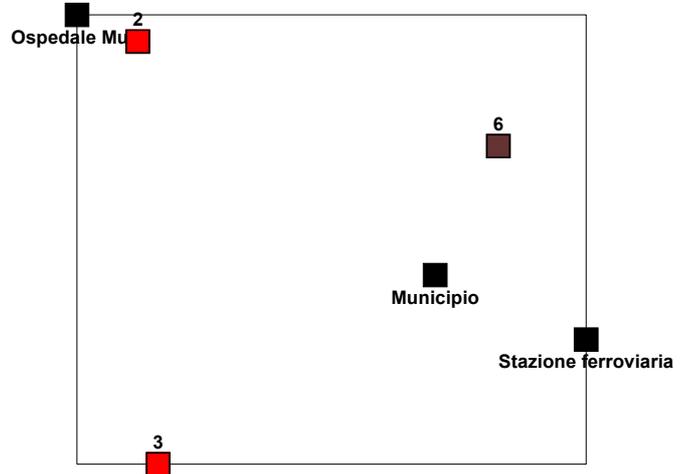
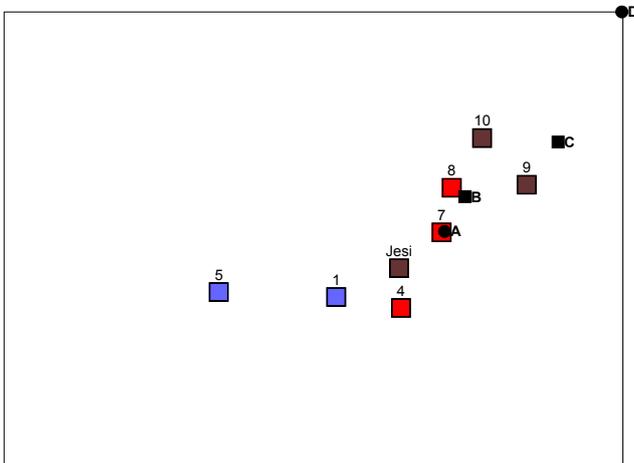
**Tabella 4.7**– *Scala utilizzata per l'interpretazione del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo.*

Di seguito, per ogni elemento analizzato sono state elaborate due carte, una relativa all'area di studio in generale, dove la città di Jesi è rappresentata da un singolo quadratino che rispecchia il valore medio dell'EC ratio delle tre stazioni urbane, e l'altra relativa al centro urbano di Jesi, dove le tre stazioni sono state considerate separatamente.

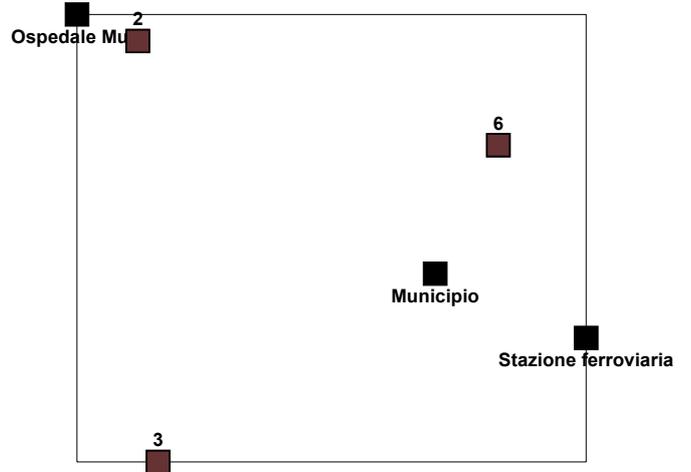
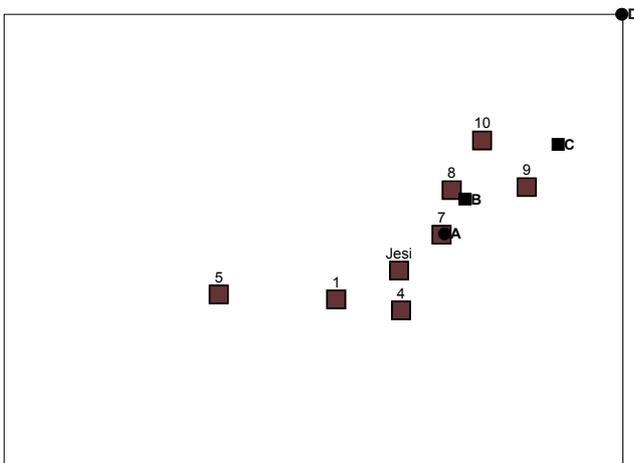
**Arsenico:**



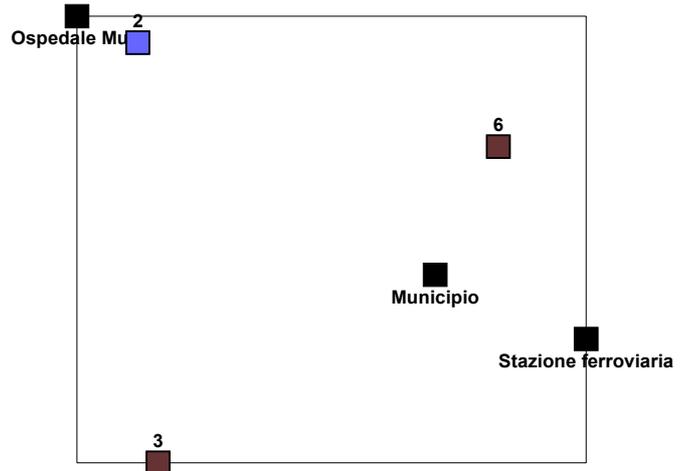
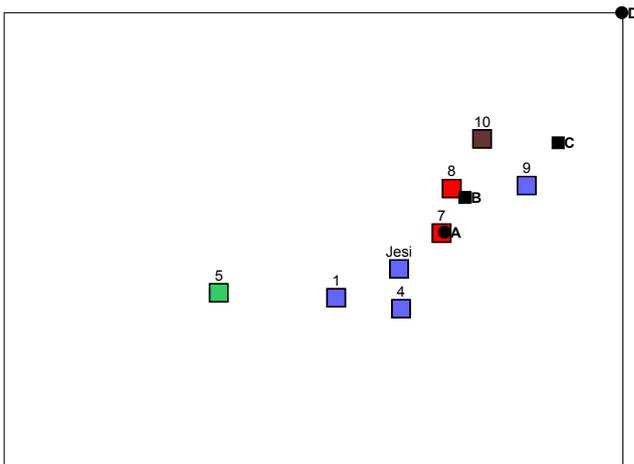
**Bario:**



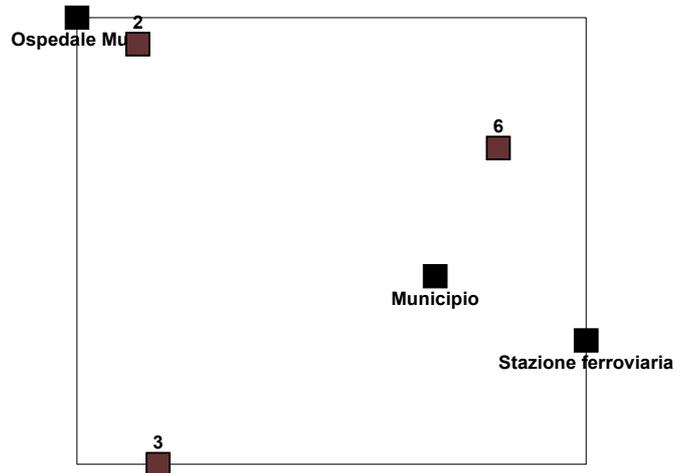
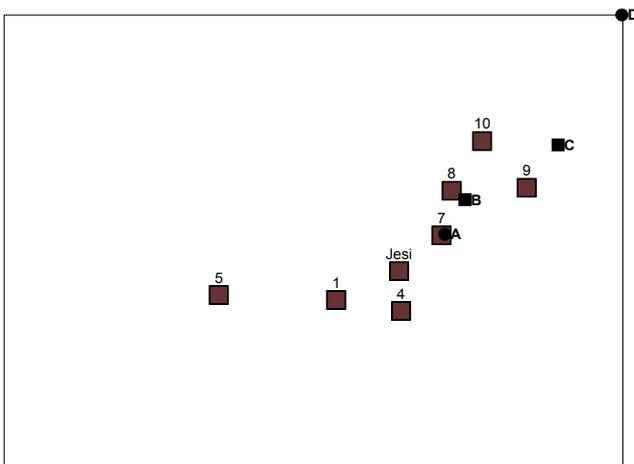
**Berillio:**



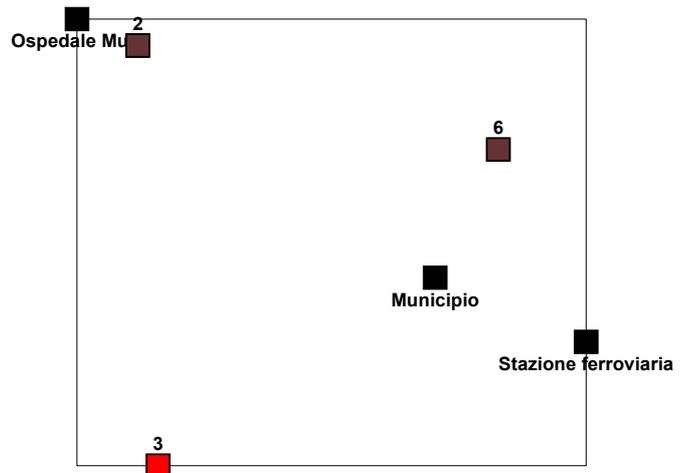
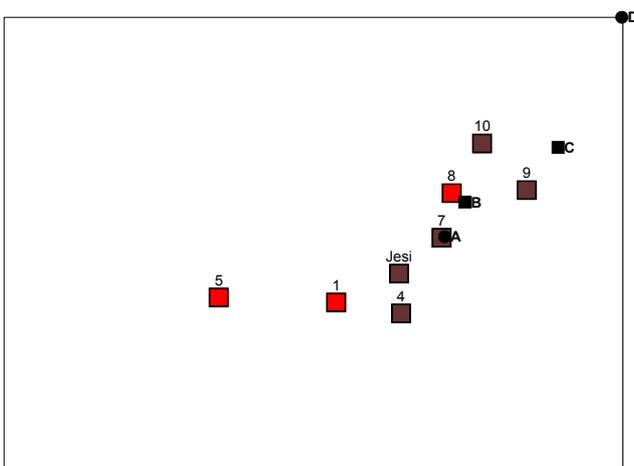
**Bismuto:**



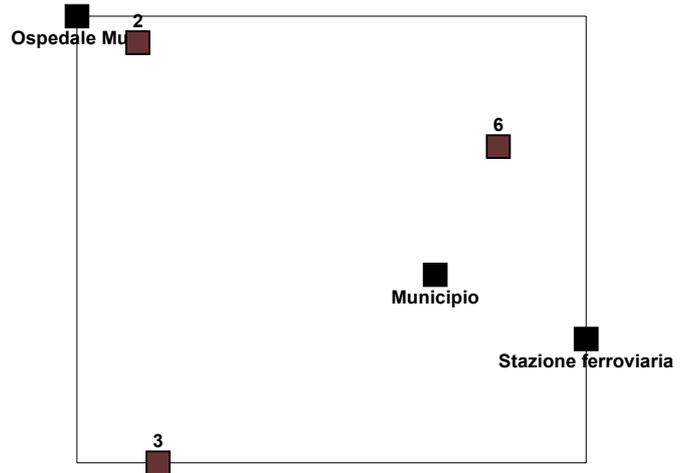
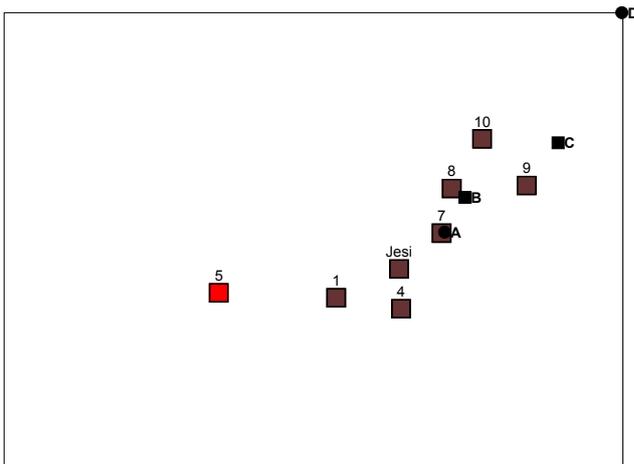
**Cadmio:**



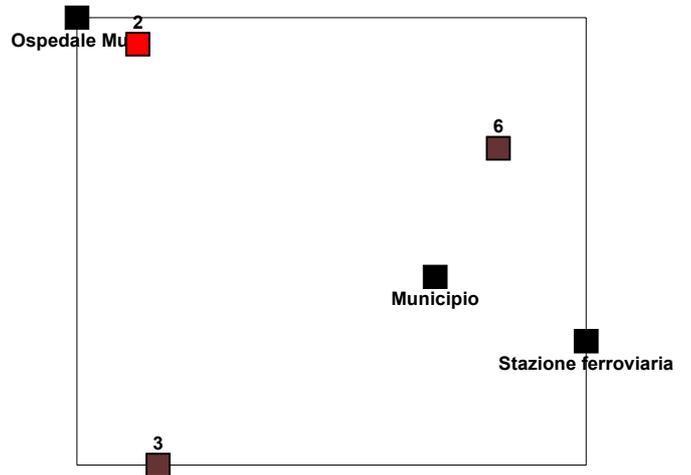
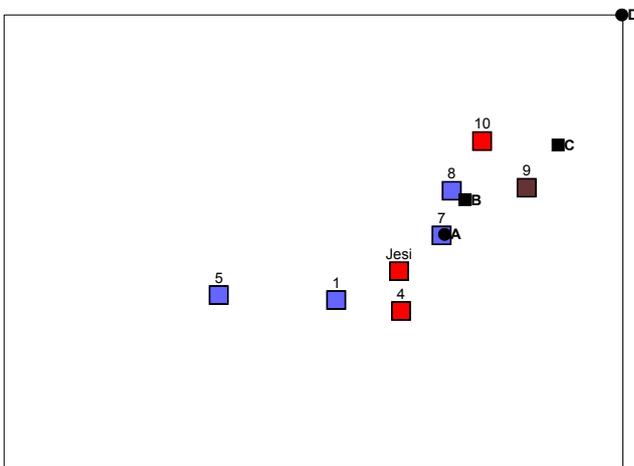
**Cobalto:**



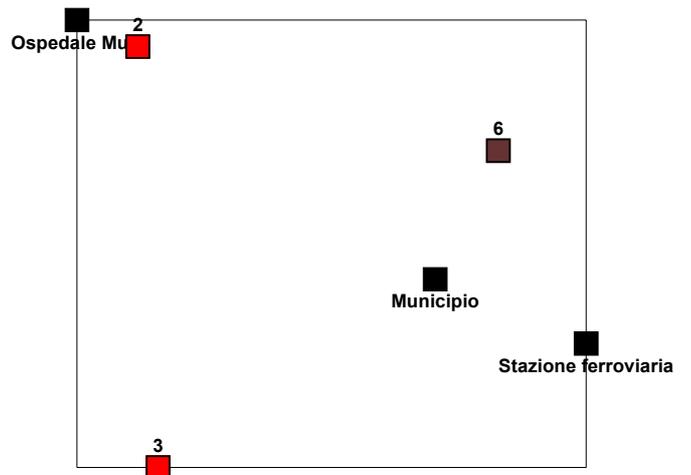
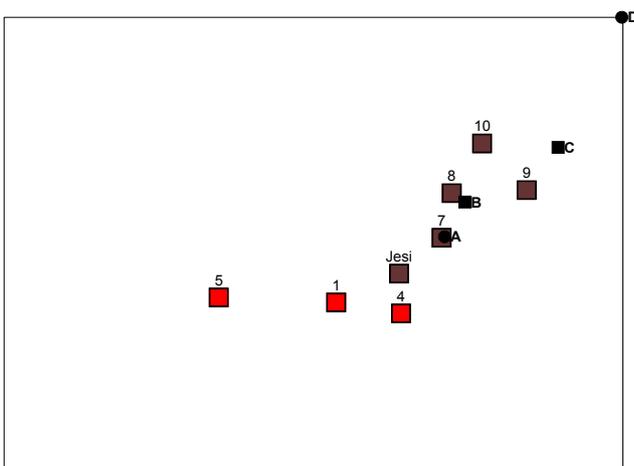
**Cromo:**



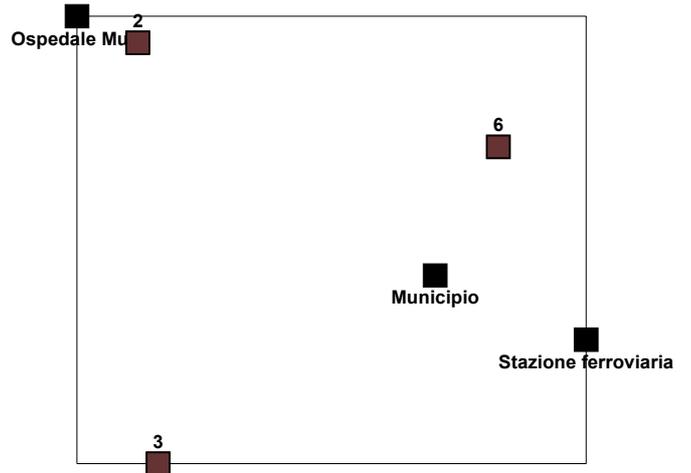
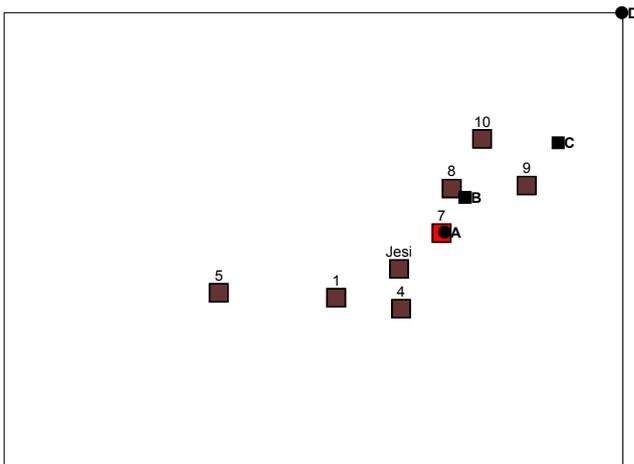
**Cesio:**



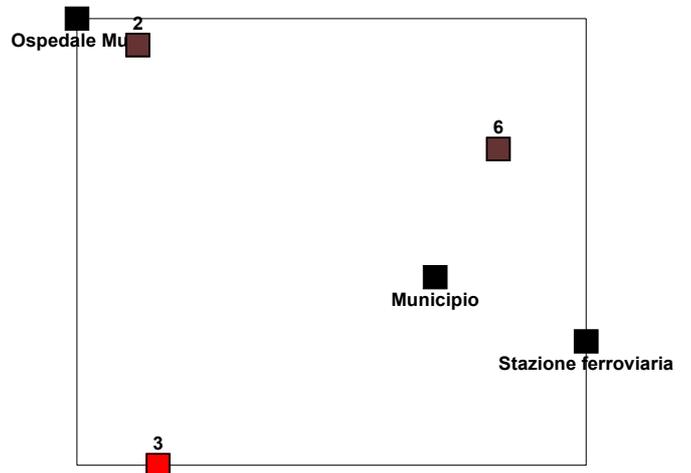
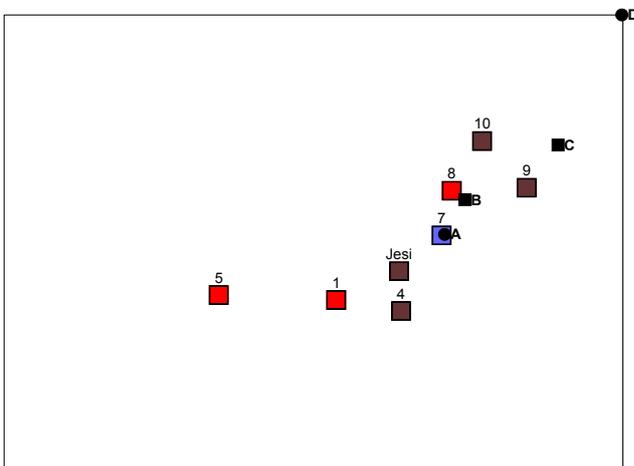
**Rame:**



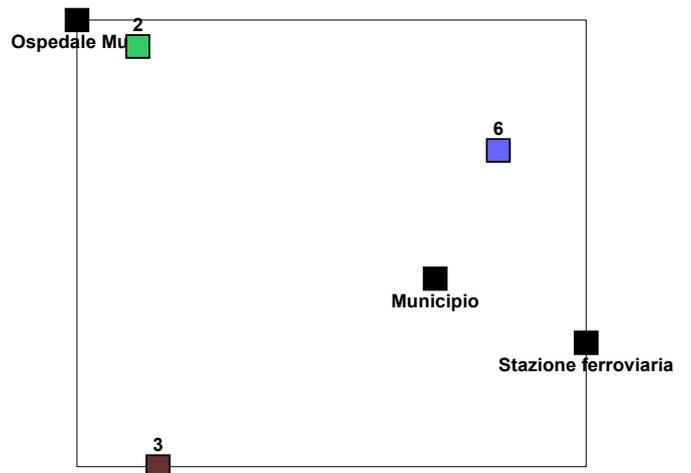
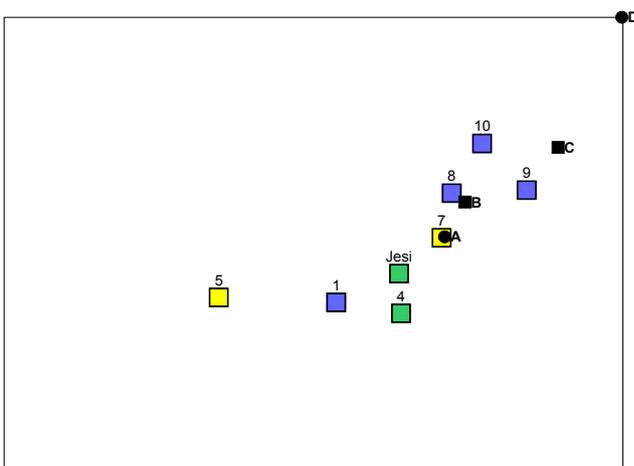
**Ferro:**



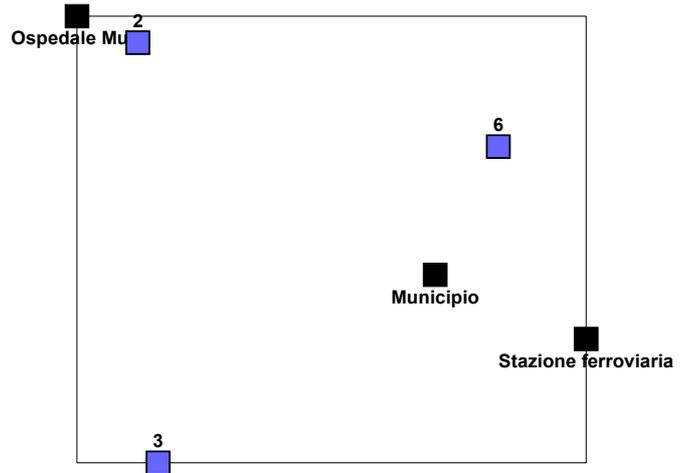
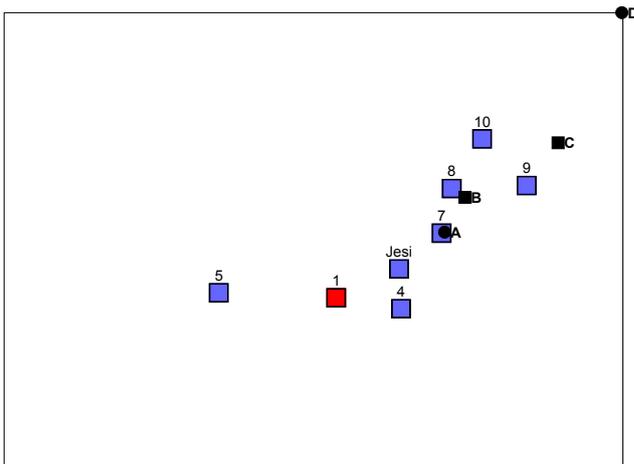
**Gallio:**



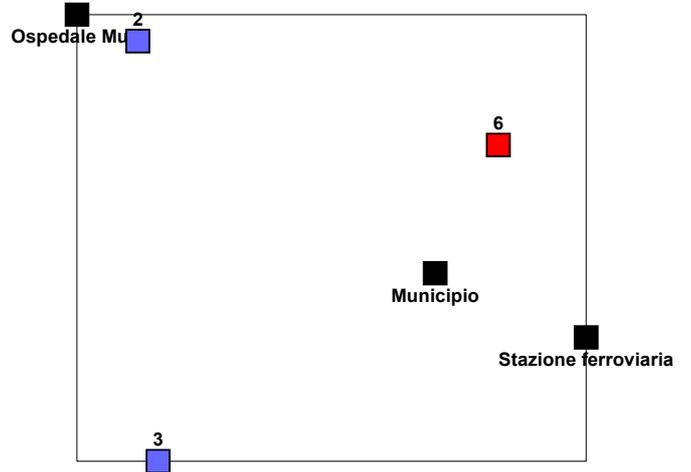
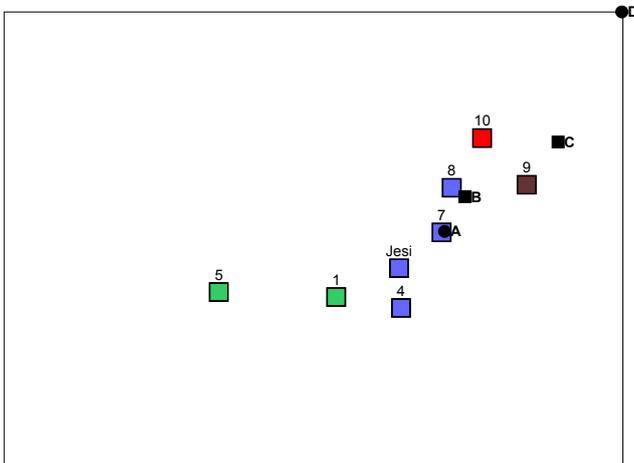
**Indio:**



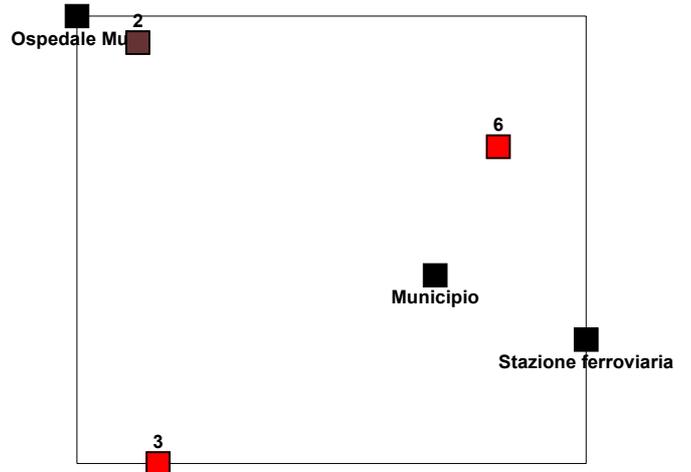
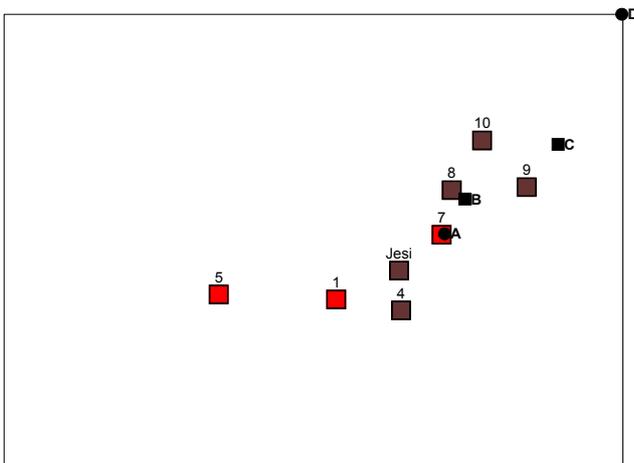
**Potassio:**



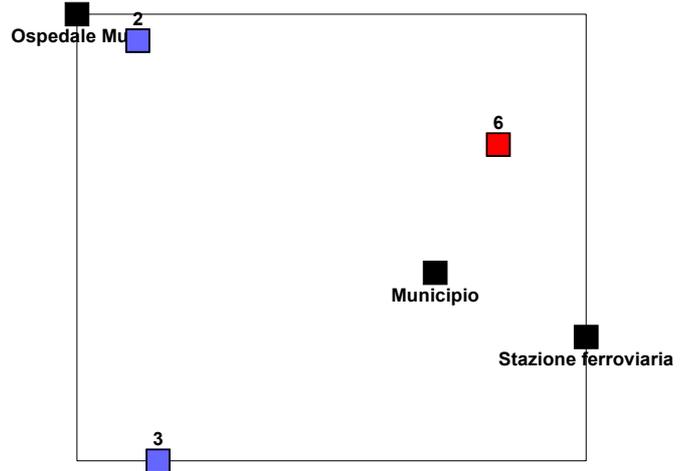
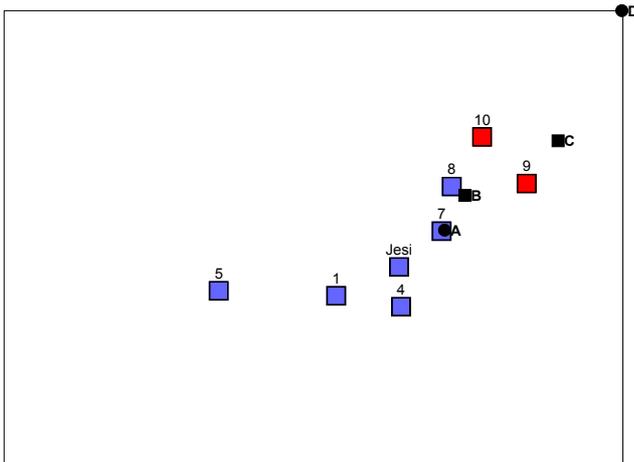
**Litio:**



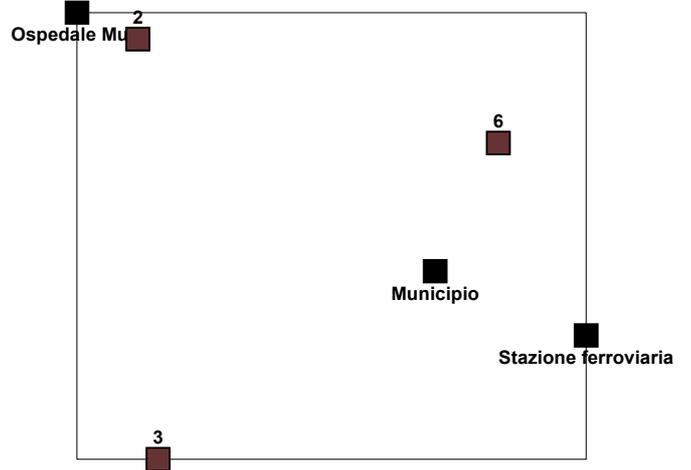
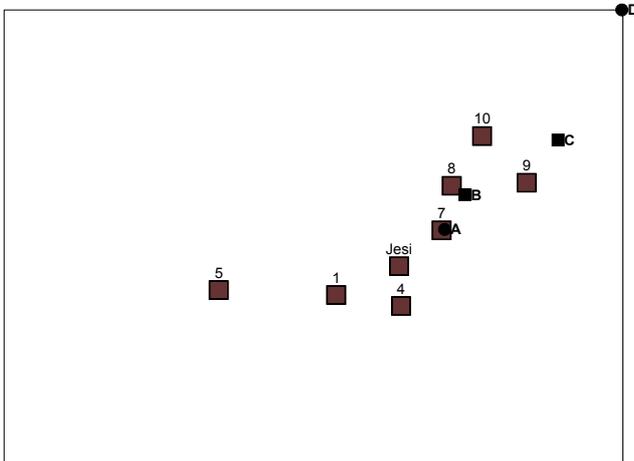
**Magnesio:**



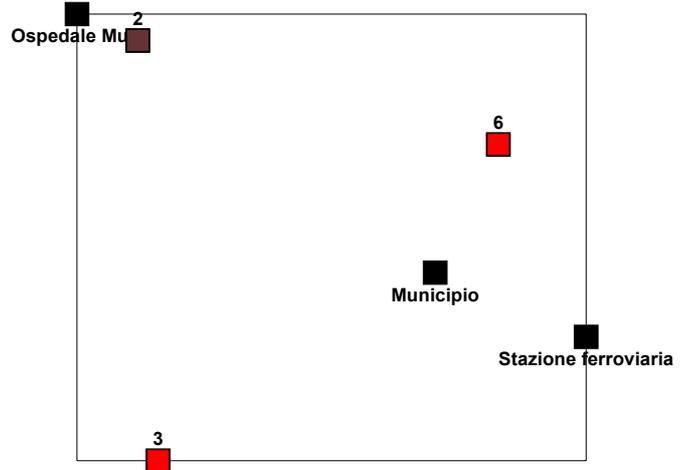
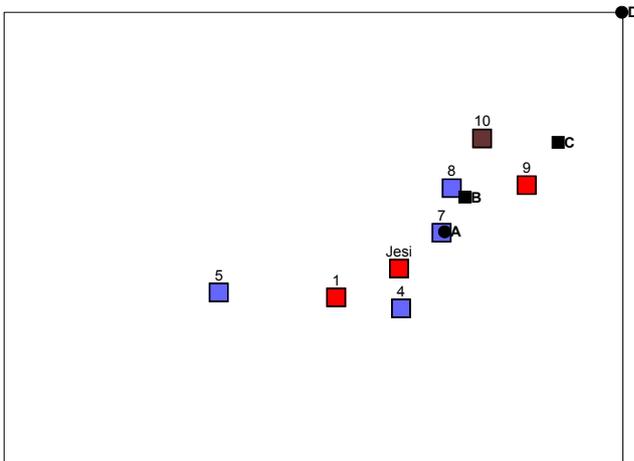
**Manganese:**



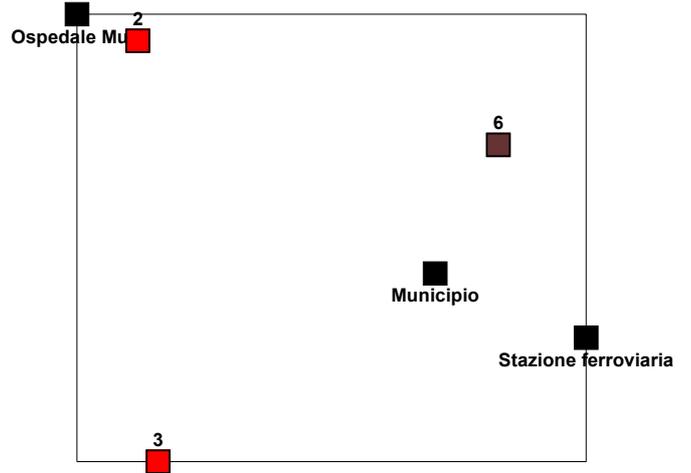
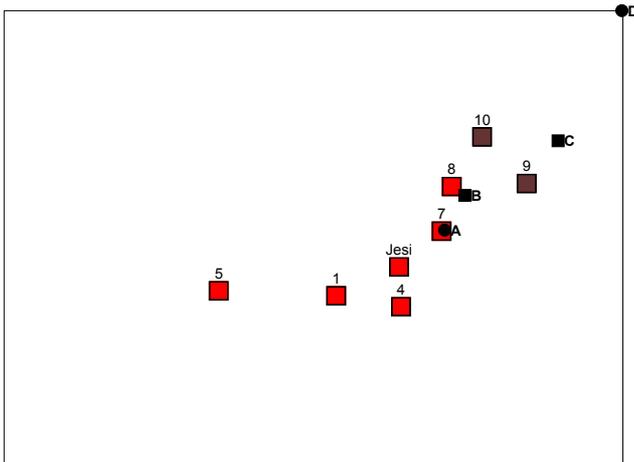
**Sodio:**



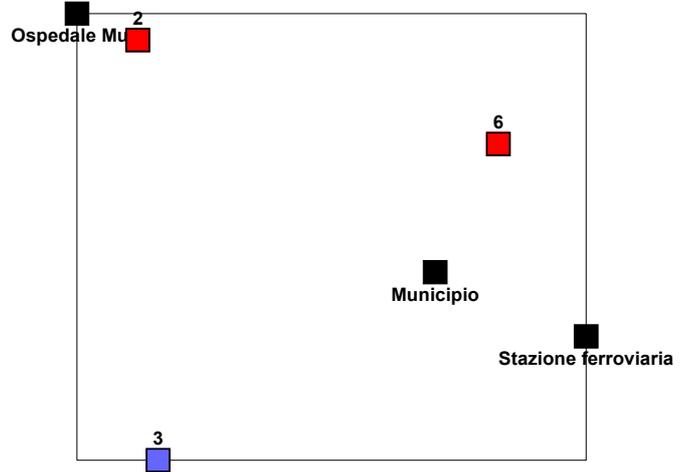
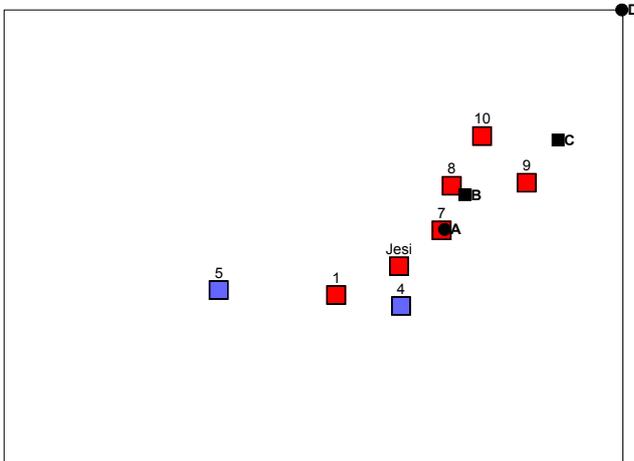
**Nichel:**



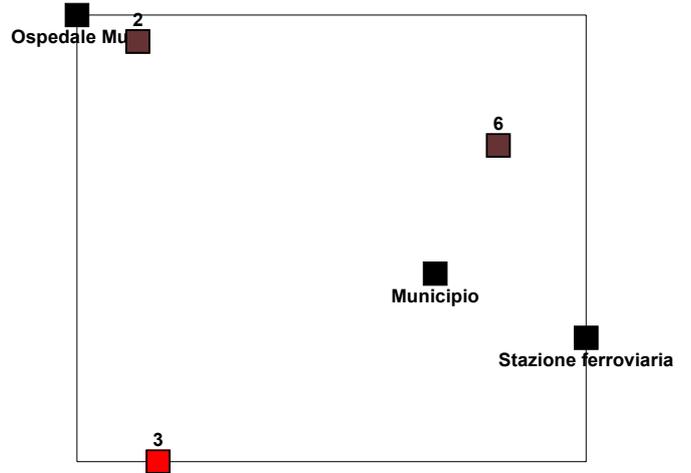
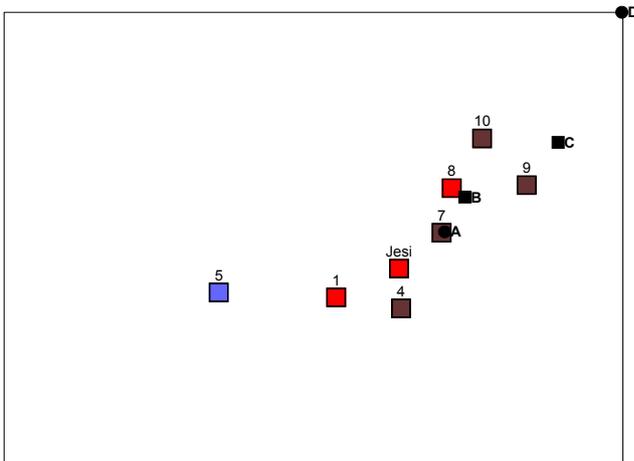
**Piombo:**



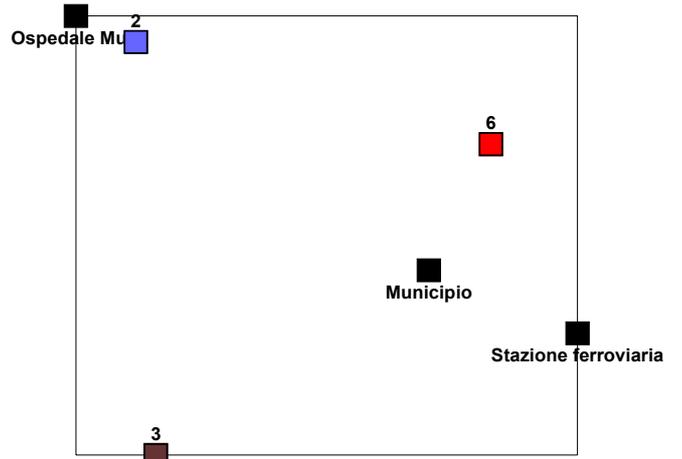
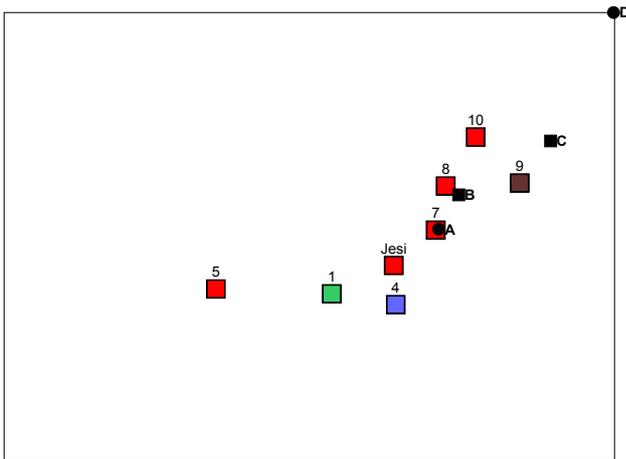
**Rubidio:**



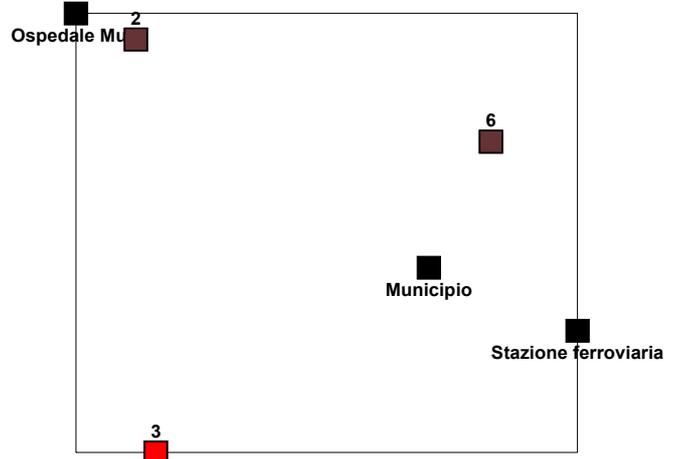
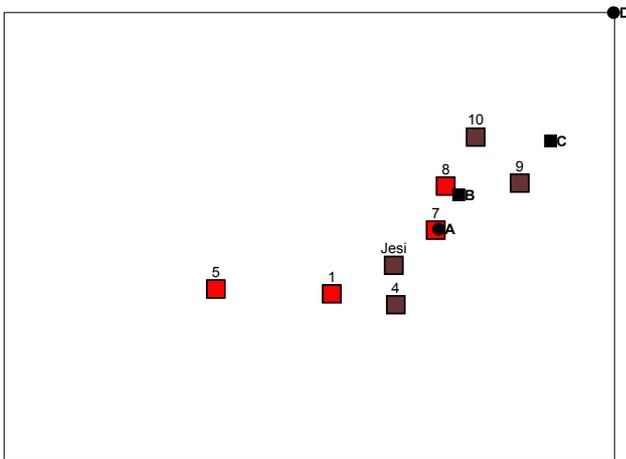
**Stronzio:**



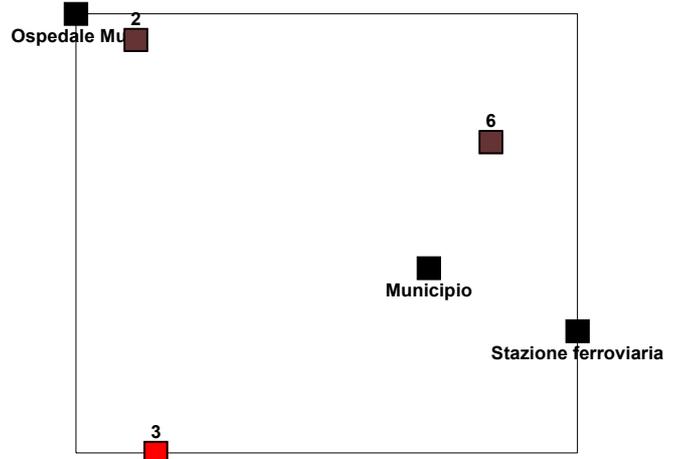
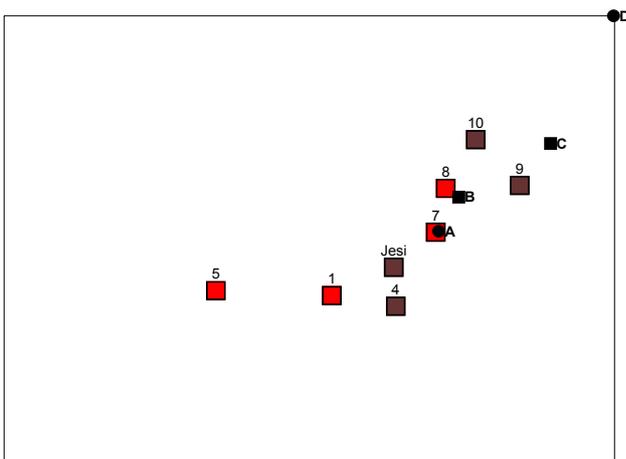
**Tallio:**



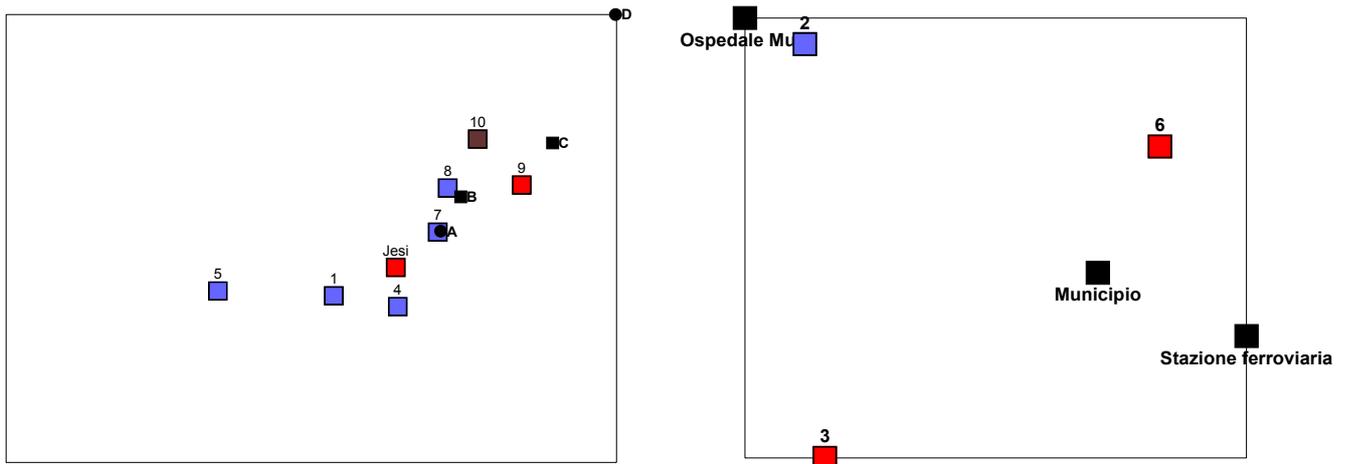
**Uranio:**



**Vanadio:**



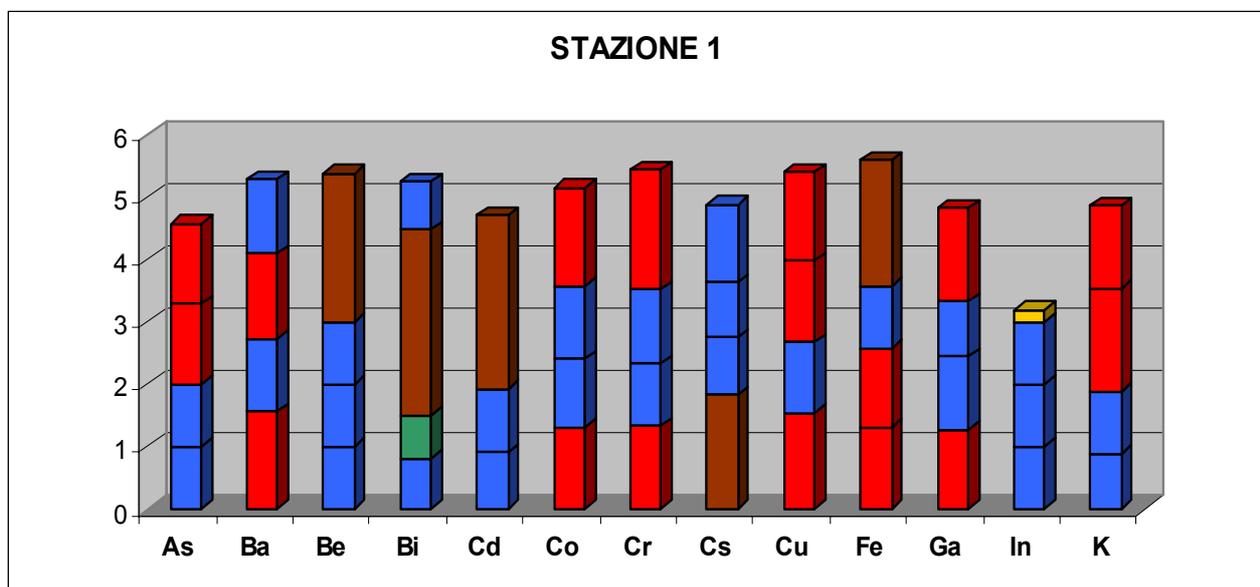
Zinco:



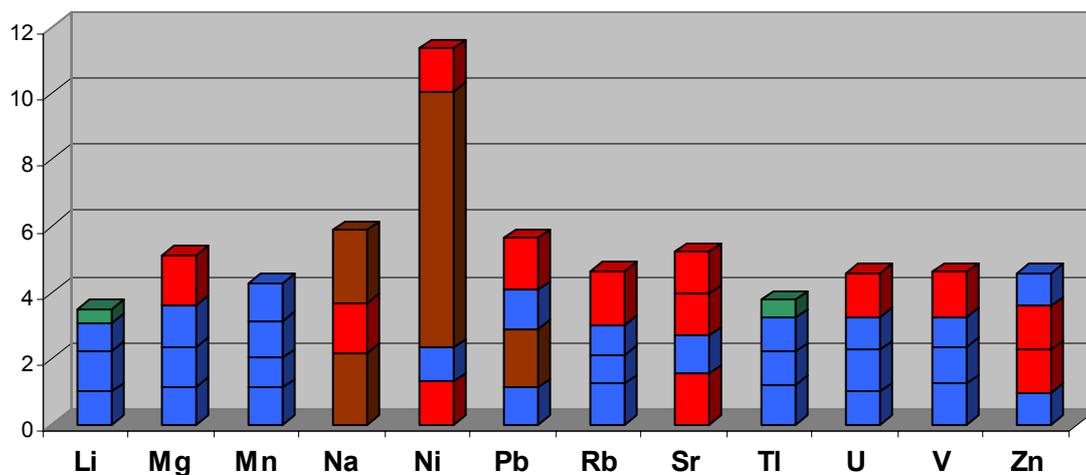
#### 4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

Di seguito, per ogni stazione viene riportato un grafico con i valori del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio), relativi a tutti gli elementi considerati rispettivamente nei quattro anni di indagine (2002, 2003, 2004 e 2005). Il colore delle barre indica la classe di perdita/accumulo corrispondente (Tab. 4.7)

#### Jesi, Azienda Vinicola Jesi Ovest

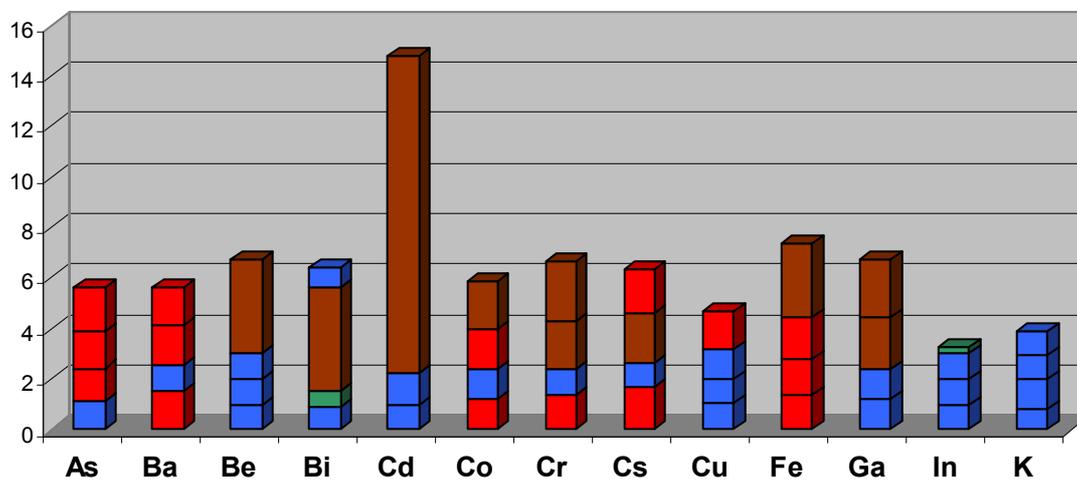


**STAZIONE 1**

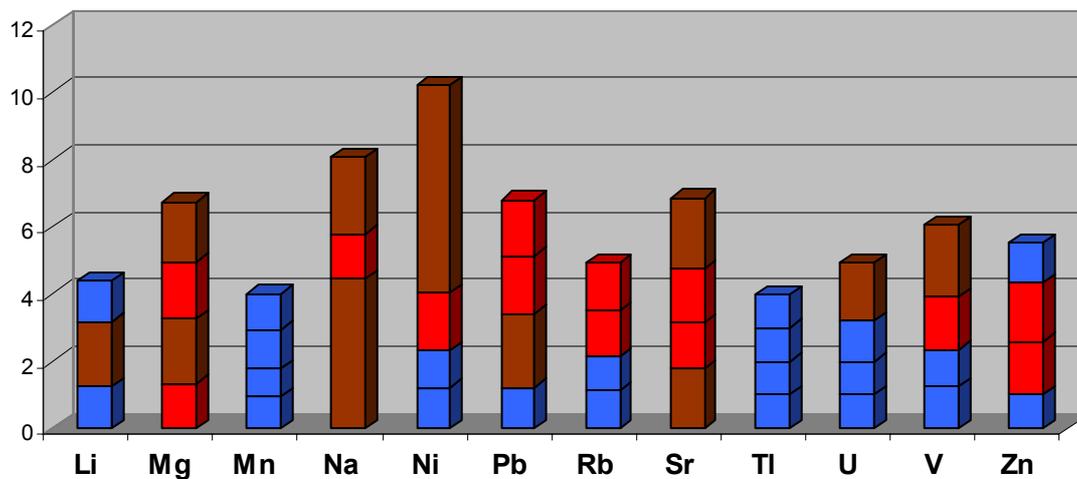


**Jesi loc. Murri**

**STAZIONE 2**

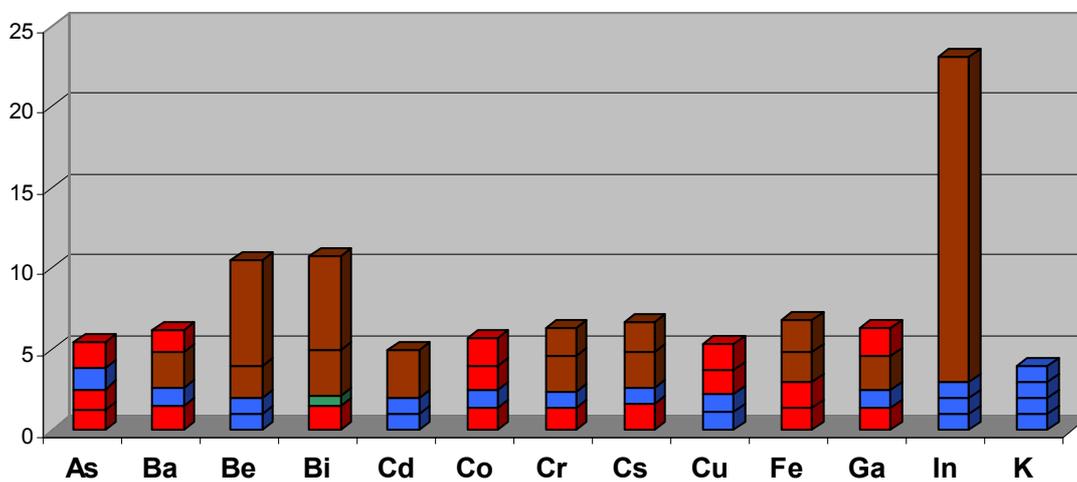


### STAZIONE 2

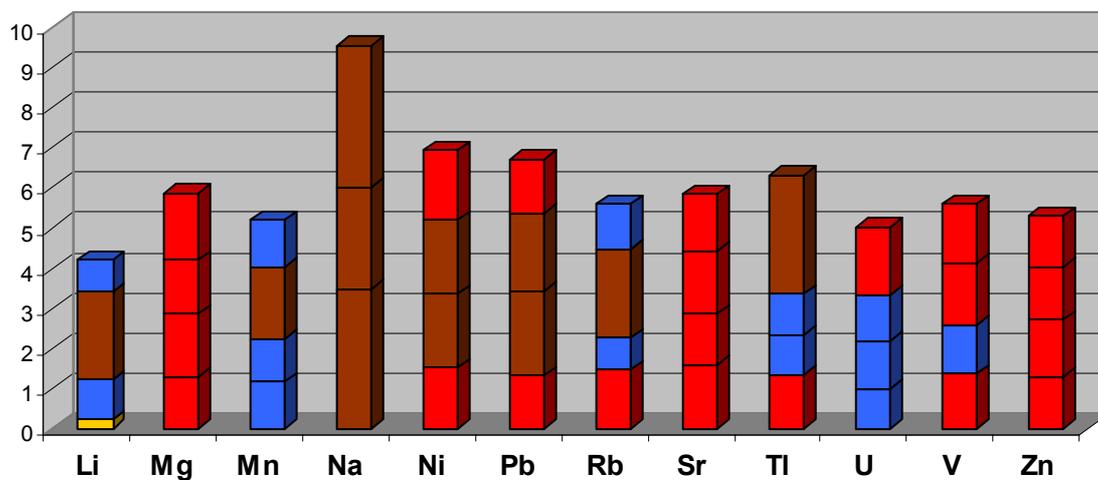


### Jesi via Ragazzi del '99

### STAZIONE 3

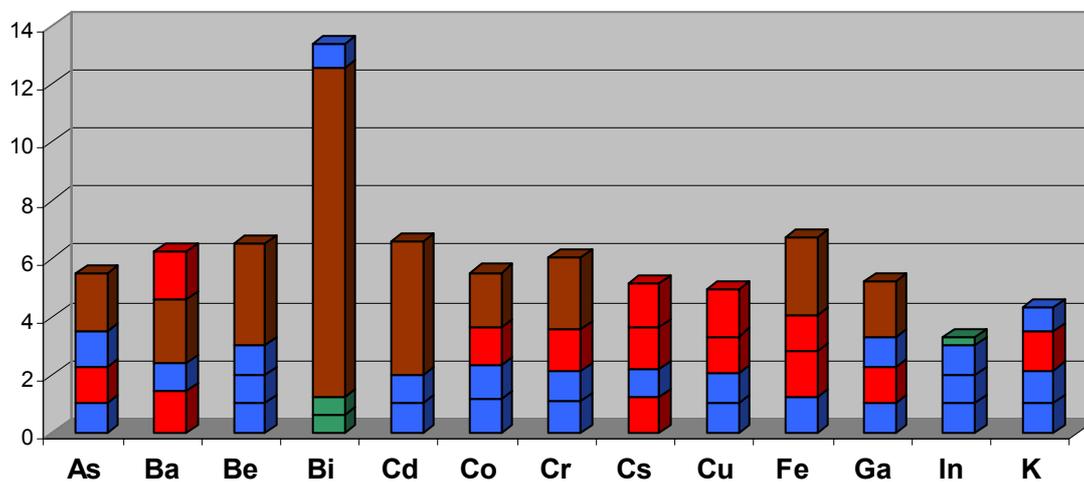


### STAZIONE 3

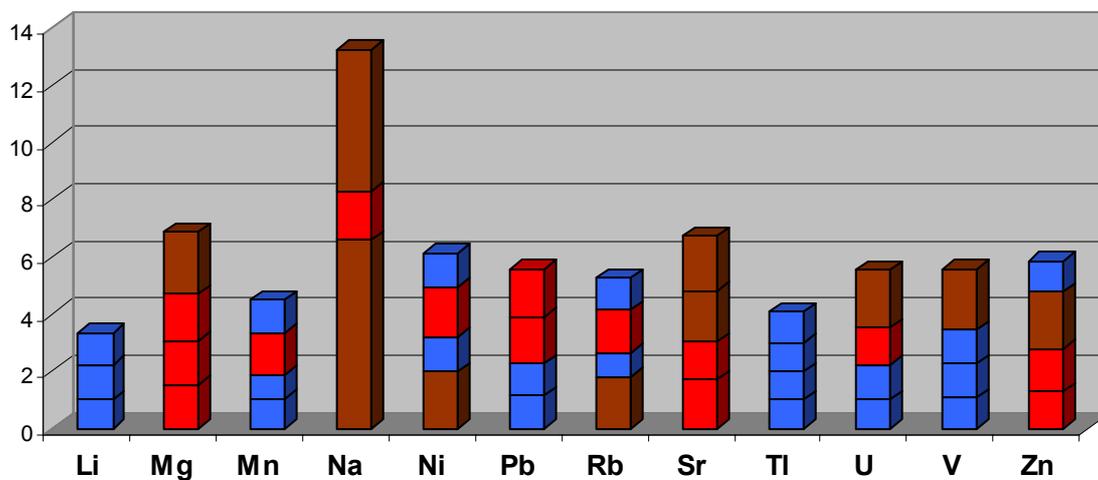


Jesi loc. Pian del Medico, c/o Cooperativa Agricola Val di Cesola

### STAZIONE 4

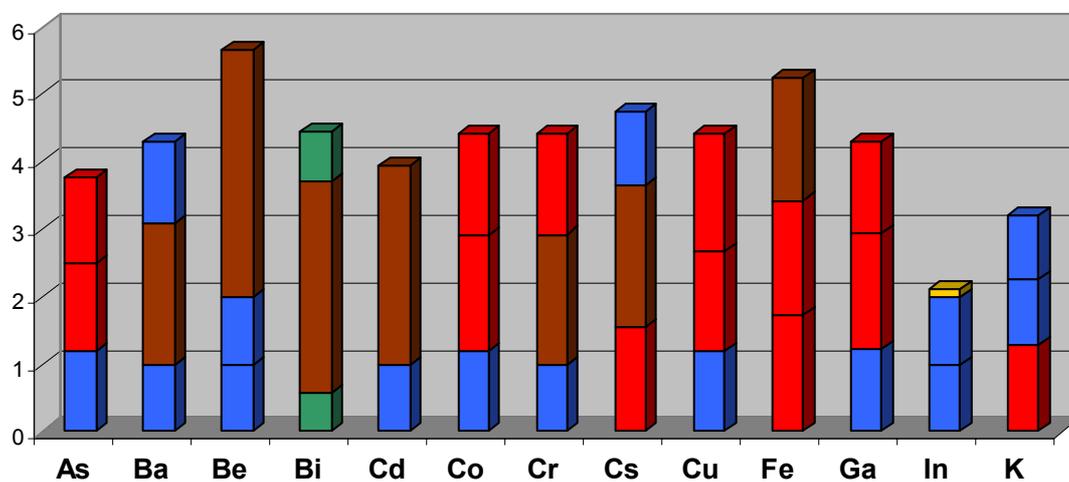


### STAZIONE 4

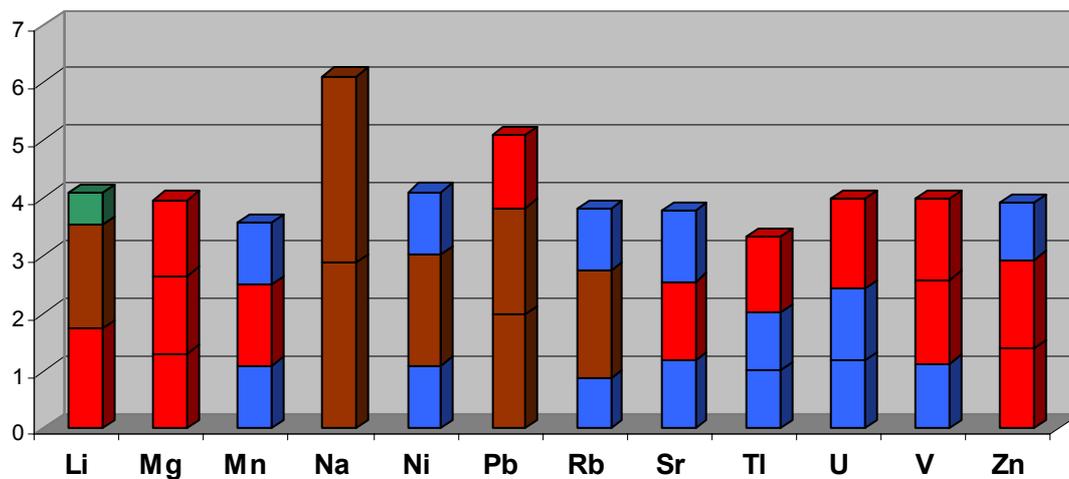


### Jesi Negromanti

### STAZIONE 5

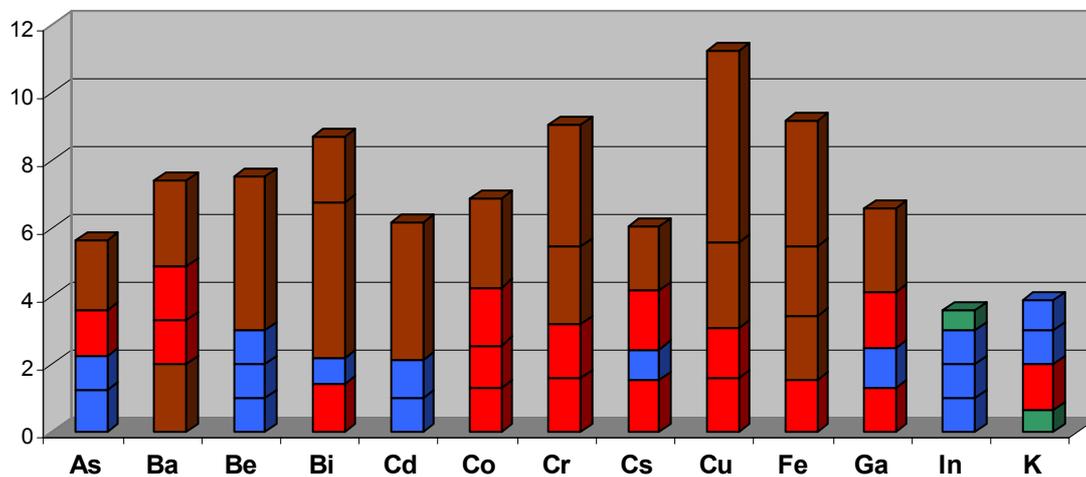


### STAZIONE 5

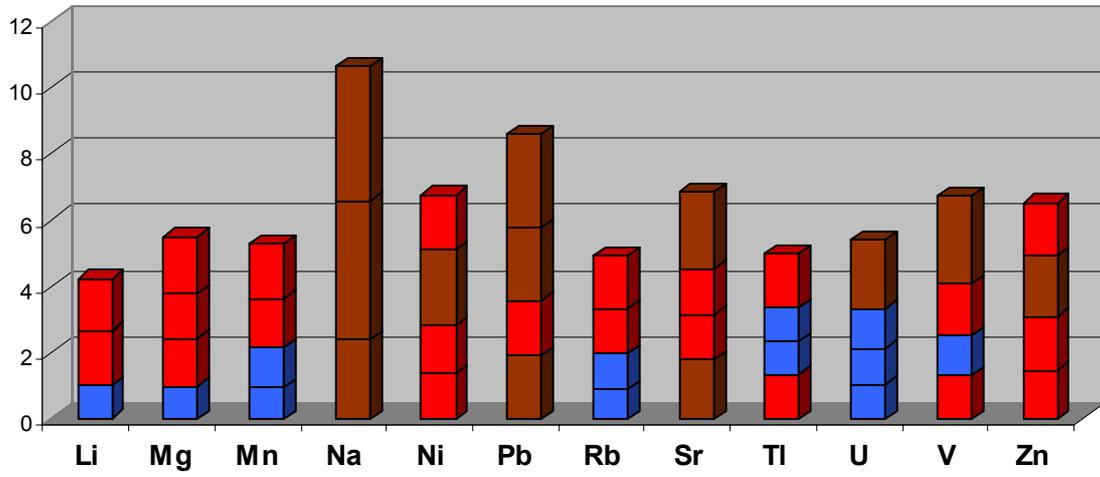


### Jesi viale della Vittoria

### STAZIONE 6

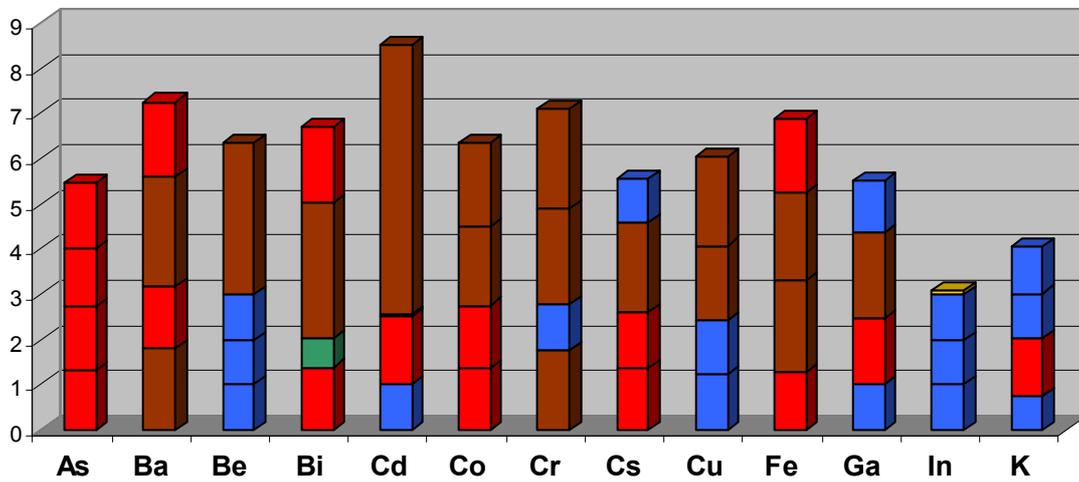


### STAZIONE 6

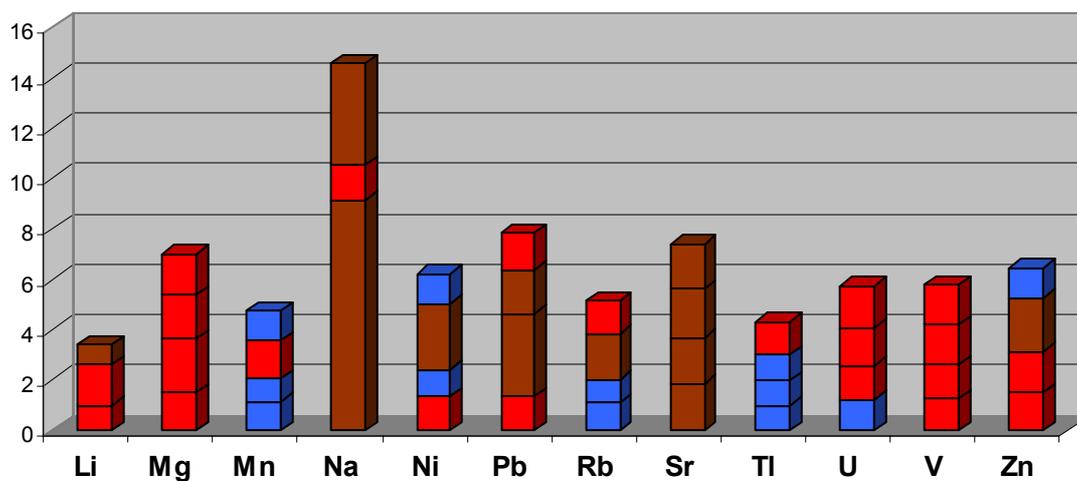


### Jesi Zona Industriale – Zipa

### STAZIONE 7

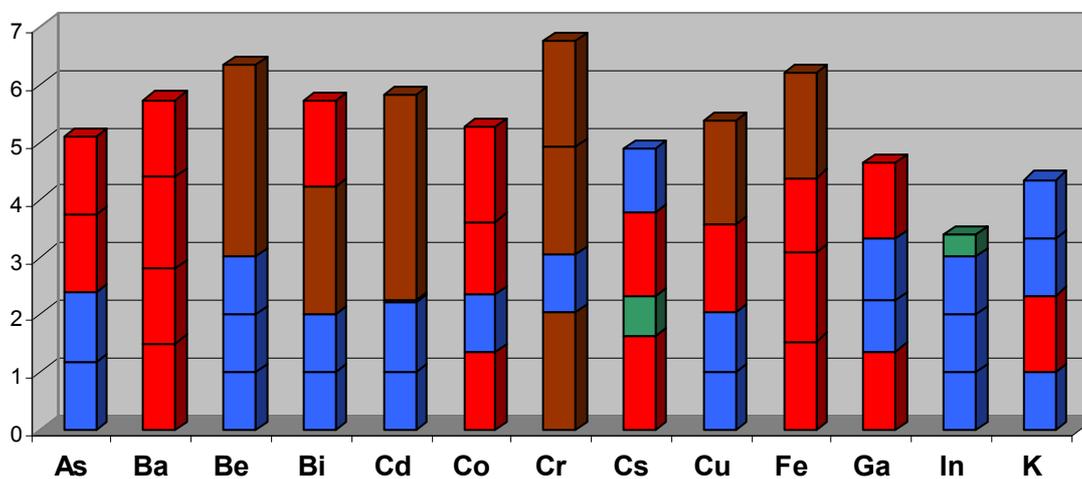


### STAZIONE 7

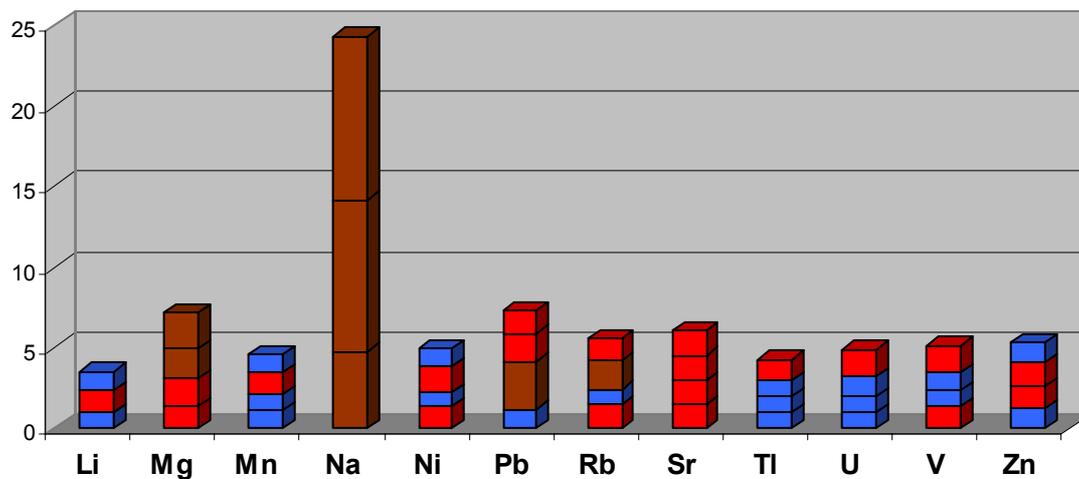


### Monsano nei pressi dell'ex-RCD

### STAZIONE 8

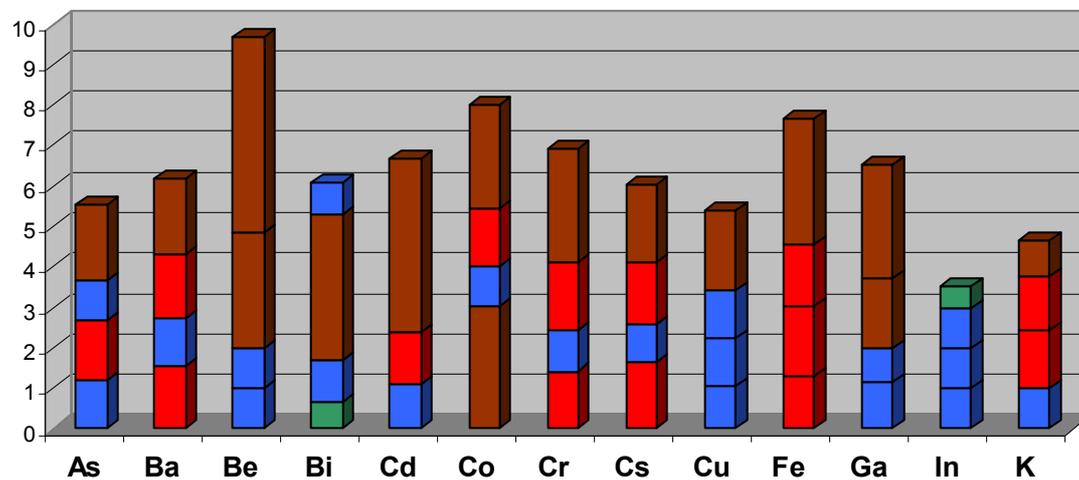


### STAZIONE 8

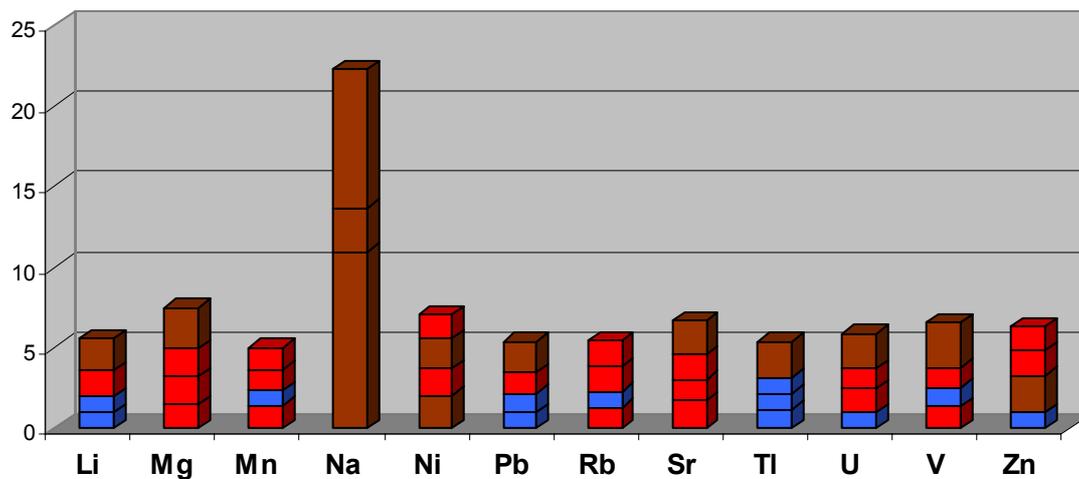


### Agugliano Boschetto – incrocio La Chiusa

### STAZIONE 9

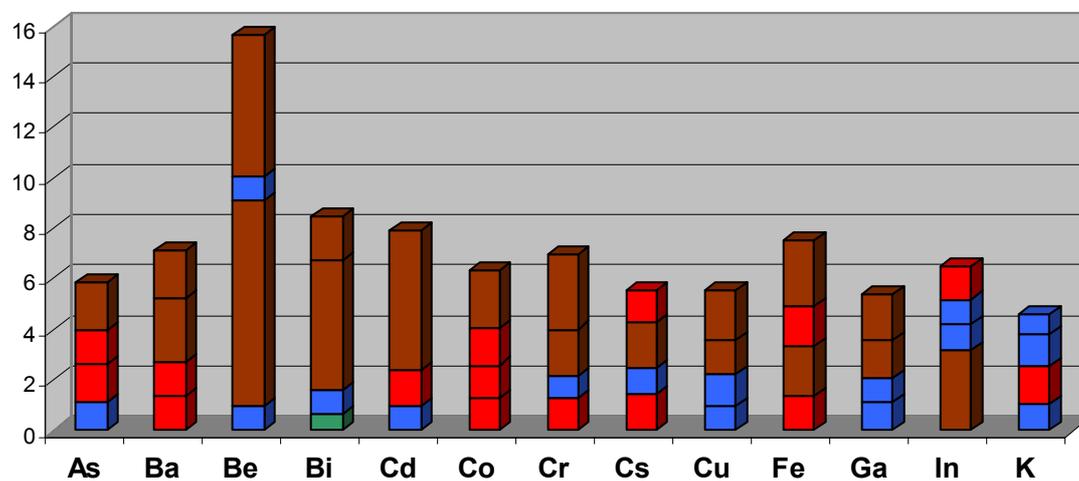


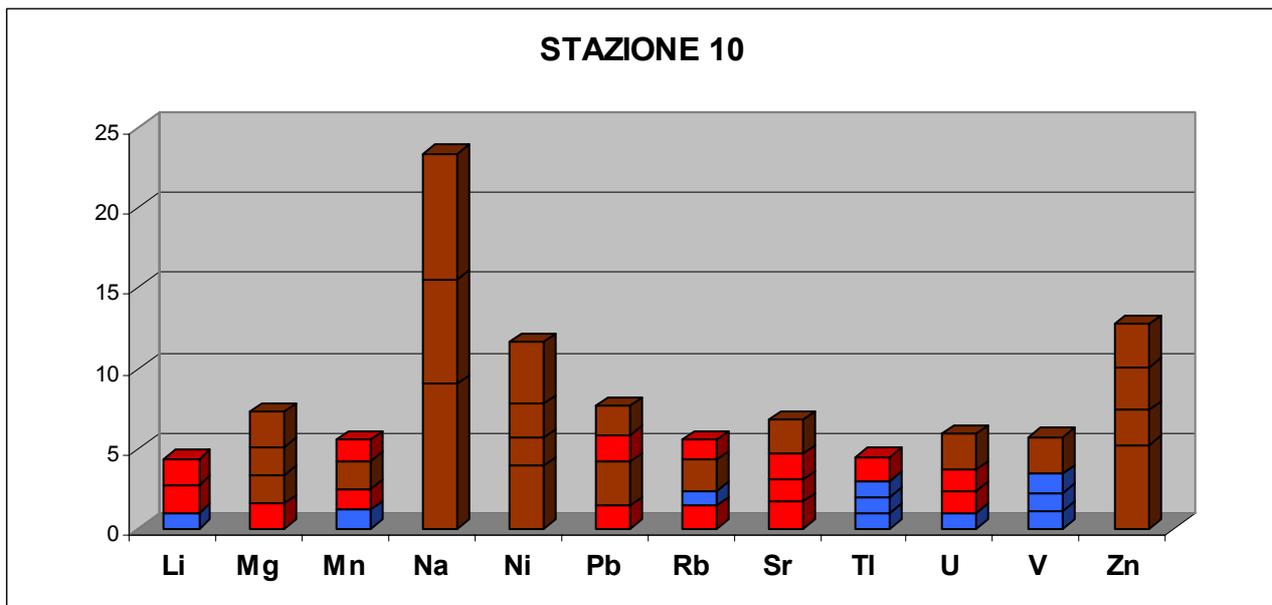
### STAZIONE 9



### Monsano loc. Selvatorta

### STAZIONE 10





#### 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):

- 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;
- 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.

**Arsenico** – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. In tutta l'area di studio è stato registrato un accumulo di questo elemento nei talli trapiantati, che è risultato particolarmente elevato nelle stazioni 4, 6, 9 e 10. In generale, l'accumulo di questo elemento è risultato maggiore rispetto agli anni precedenti (Tab. 4.8), confermando un progressivo peggioramento nella situazione ambientale dell'area di studio durante i 4 anni di indagine.

**Bario** – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Valori molto alti dell'EC Ratio sono stati registrati nelle stazioni 6, 9 e 10 mentre nelle stazioni 2, 3, 4, 7 e 8 è risultato un accumulo più contenuto. Il confronto

rispetto alle indagini precedenti mostra una situazione ambientale molto simile a quella registrata nel 2002, con un leggero miglioramento rispetto allo scorso anno (Tab. 4.8).

	2002	2003	2004	2005
<b>Ag</b>	1,06	0,51	0,79	–
<b>Al</b>	0,98	1,11	1,61	–
<b>As</b>	1,17	1,31	1,27	1,66
<b>Ba</b>	1,60	1,18	1,96	1,62
<b>Be</b>	1,00	1,79	1,31	4,14
<b>Bi</b>	0,99	0,77	4,43	1,67
<b>Ca</b>	1,65	1,38	1,73	–
<b>Cd</b>	1,00	1,20	–	4,93
<b>Co</b>	1,49	1,17	1,54	1,95
<b>Cr</b>	1,49	1,05	1,93	2,34
<b>Cs</b>	1,56	1,03	1,80	1,45
<b>Cu</b>	1,18	1,18	1,50	2,12
<b>Fe</b>	1,37	1,72	1,65	2,43
<b>Ga</b>	1,20	1,14	1,63	1,83
<b>In</b>	1,24	1,00	1,00	2,39
<b>K</b>	0,90	1,28	1,09	0,97
<b>Li</b>	0,25	1,11	1,68	1,12
<b>Mg</b>	1,36	1,68	1,61	1,87
<b>Mn</b>	1,12	1,02	1,47	1,22
<b>Na</b>	5,88	–	3,64	5,09
<b>Ni</b>	1,79	1,34	1,96	2,08
<b>Pb</b>	1,30	2,13	1,75	1,69
<b>Rb</b>	1,33	0,92	1,71	1,35
<b>Se</b>	4,29	3,55	1,00	–
<b>Sr</b>	1,68	1,39	1,59	1,79
<b>Tl</b>	1,12	1,00	1,00	1,49
<b>U</b>	1,03	1,20	1,26	1,82
<b>V</b>	1,26	1,17	1,39	1,94
<b>Zn</b>	1,66	1,66	1,80	1,37

**Tabella 4.8** – Valori medi dell'EC ratio relativi a tutti gli elementi in traccia analizzati nei tre anni di indagine.

**Berillio** – Anche per questo elemento, le differenze fra le concentrazioni misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel controllo sono risultate statisticamente significative per tutte le stazioni. Ovunque il valore dell'EC ratio è risultato superiore a 1,75, denotando un forte accumulo nei talli trapiantati. La situazione ambientale generale dell'area di

studio risulta quindi peggiorata rispetto all'indagine del 2004, con un valore medio dell'EC Ratio per il 2005 di 4,14 rispetto al valore medio precedente di 1,31 (Tab. 4.8).

**Cadmio** – In tutte le stazioni dell'area di studio è stato registrato un accumulo particolarmente elevato di questo elemento, denotando una generale contaminazione da cadmio. In generale, la situazione risulta sensibilmente peggiorata rispetto agli anni precedenti (Tab. 4.8).

**Cromo** – In tutte le stazioni è stato registrato un forte accumulo rispetto al bianco, ad eccezione della stazione 5, dove l'accumulo è risultato più modesto. Il confronto con le indagini precedenti mostra una situazione pressoché invariata rispetto al 2004. Il valore medio dell'EC Ratio per l'area di studio per il 2005 è di 2,34 (Tab. 4.8), molto simile a quello registrato lo scorso anno (1,93).

**Rame** – Le differenze fra le concentrazioni misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel controllo sono risultate statisticamente significative per tutte le stazioni. Un accumulo particolarmente elevato è stato registrato nelle stazioni 6, 7, 8, 9 e 10, mentre nel resto dell'area di studio l'accumulo è risultato più contenuto. In generale, l'accumulo di questo elemento è risultato maggiore rispetto agli anni precedenti (Tab. 4.8), confermando un progressivo peggioramento nella situazione ambientale dell'area di studio durante i 4 anni di indagine.

**Ferro** – In tutte le stazioni dell'area di studio è stato registrato un accumulo particolarmente elevato di questo elemento, ad eccezione della stazione 7, denotando una generale contaminazione dei talli trapiantati. Il confronto con l'indagine del 2003 rivela una situazione ambientale relativa a questo elemento peggiorata rispetto allo scorso anno, con un valore medio dell'EC Ratio per il 2005 di 2,43 rispetto al valore medio precedente di 1,65 (Tab. 4.8).

**Manganese** – Questo elemento è stato accumulato soltanto nei trapianti di *Evernia prunastri* esposti nelle stazioni 6, 9 e 10 mentre nelle altre stazioni il discostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia all'interno dei talli lichenici. Il confronto con le indagini precedenti rivela una diminuzione di contaminazione da Mn nella maggior parte delle stazioni con un valore medio dell'EC Ratio per il 2005 di 1,22 (Tab. 4.8).

**Nichel** – Il valore dell'EC ratio è risultato particolarmente elevato nelle stazioni 2 e 10 mentre nelle stazioni 1, 3, 6 e 9 è stato registrato un accumulo più contenuto. Nelle altre stazioni il discostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia all'interno dei talli lichenici. Il valore medio dell'EC ratio per il 2005 (2,08; Tab. 4.8) è molto simile a quello dello scorso anno (1,96), ma è da imputarsi prevalentemente agli alti valori di Ni registrati nella stazione 2. Nel resto dell'area di studio è stato registrato un miglioramento rispetto all'indagine precedente.

**Piombo** – Per tutte le stazioni monitorate le differenze fra le concentrazioni di piombo misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel campione di controllo sono statisticamente significative. L'accumulo è risultato particolarmente elevato nelle stazioni 6, 10 e 9, mentre nelle altre stazioni l'accumulo è risultato più moderato. Il confronto con l'indagine del 2004 mostra una situazione per lo più invariata, con un lieve peggioramento nelle stazioni 1, 9 e 10 e un leggero miglioramento nelle stazioni 3, 5 e 7.

**Vanadio** – Questo elemento risulta accumulato nei talli trapiantati in tutte le stazioni e in modo particolarmente elevato nelle stazioni 2, 4, 6, 9 e 10. Rispetto all'indagine dello scorso anno, in tutte le stazioni è stato registrato un aumento di contaminazione da parte di questo elemento, ad eccezione delle stazioni 3, 5 e 7 dove la situazione è rimasta per lo più invariata.

**Zinco** – Soltanto per le stazioni 1 e 5 non sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Tuttavia un accumulo significativo di Zn è stato registrato soltanto nelle stazioni 3, 6, 9 e 10. Il confronto con le indagini precedenti mostra una contaminazione dei talli trapiantati molto meno accentuata, con un valore medio dell'EC Ratio per il 2005 di 1,37 (Tab 4.8).

## 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 della proprietà dell'ecosistema studiata. 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 quinto 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 che, in generale, la situazione della qualità ambientale nell'area di studio nel 2004 risulta pressoché invariata rispetto a quella registrata nelle campagne di biomonitoraggio precedenti (2001, 2002, 2003 e 2004). 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. I salti di fascia registrati in alcune stazioni sono per lo più dovuti a minimi aumenti del valore di IDL, probabilmente dovuti a spostamenti nell'esposizione del reticolo di campionamento sul tronco degli alberi campionati. Il graduale abbassamento dell'indice di biodiversità registrato nel corso dei 5 anni di biomonitoraggio nella stazione 11 e il graduale innalzamento dell'indice di biodiversità registrato nella stazione 10 sembrano invece testimoniare rispettivamente un peggioramento e un miglioramento della qualità ambientale, che potranno essere confermati nelle campagne previste per gli anni futuri.

Anche per il centro urbano di Jesi, la situazione generale è rimasta pressoché invariata nel corso dei 4 anni di indagine. I valori di IDLs più bassi sono stati registrati nelle stazioni collocate lungo strade molto trafficate nel centro cittadino. Un aumento notevole dell'indice si riscontra nella stazione situata in alto rispetto alla zona centrale della città.

Per quanto riguarda l'indagine di bioaccumulo, in generale, nella presente indagine, è stato registrato, nei talli di *Evernia prunastri* esposti, l'accumulo della maggior parte degli elementi considerati e sono stati calcolati valori medi dell'EC ratio particolarmente elevati per Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb e V, che denotano una contaminazione ambientale di elementi, molti dei quali tossici, particolarmente diffusa.

Il confronto con l'anno precedente ha rivelato, nei talli trapiantati, un generale aumento delle concentrazioni di As, Be, Cd, Cu e Fe e Mn. Al contrario, è stato registrato un calo nelle concentrazioni medie di Ba, Mn, Ni e Zn. Per quanto riguarda le concentrazioni di Cr, Pb e V in generale sono risultate simili a quelle registrate nell'indagine dello scorso anno.

## 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. *Nature*, 227: 145-148.
- 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., 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., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002a. A new scale for the interpretation of lichen biodiversity values in the Thyrrenian side of Italy. *Bibliotheca Lichenologica* 82: 235-243.
- Loppi S., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002b. Identifying Deviations from Naturality 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.