



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. Giorgio Brunialti**

Siena, Luglio 2004

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.....	23
3.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA	23
3.2.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO	23
3.2.2 RACCOLTA, PREPARAZIONE ED ESPOSIZIONE DEI CAMPIONI PER L'INDAGINE DI BIOACCUMULO	25
3.2.3 ANALISI DEI CAMPIONI TRAPIANTATI.....	26
4. RISULTATI E DISCUSSIONE	27
4.1 ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ LICHENICA.....	27
4.1.1. CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI	41
4.2 BIOACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA	60
4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI	72
4.2.2 COMMENTO AI RISULTATI DI BIOACCUMULO	82
5. CONCLUSIONI	87
6. BIBLIOGRAFIA	89

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 seconda 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 tre anni precedenti (2001-2003);
- 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 due anni precedenti.

2. AREA DI STUDIO

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

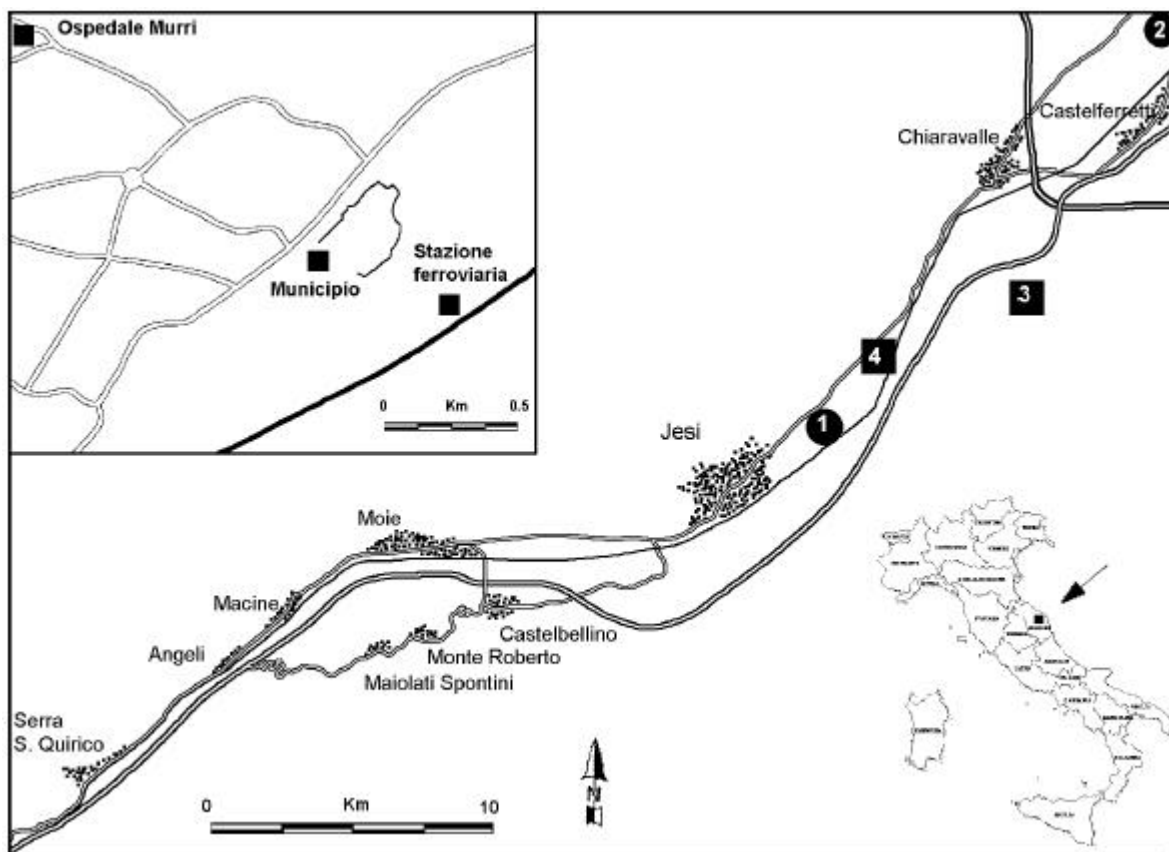


Figura 2.1 – Area di studio. Nel riquadro in alto a sinistra è riportato un ingrandimento dell'area urbana di Jesi. 1 = centro industriale di Jesi, 2 = raffineria API, 3 = centrale ENEL, 4 = centrale turbogas.

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 vengono riportate le foto di ogni stazione di campionamento, con l'indicazione degli alberi rilevati.

STAZIONE 1

Monsano loc. S. Maria c/o la chiesa (100 m slm)



STAZIONE 2

Monsano loc. Selvatorita via Breccia III (50 m slm)



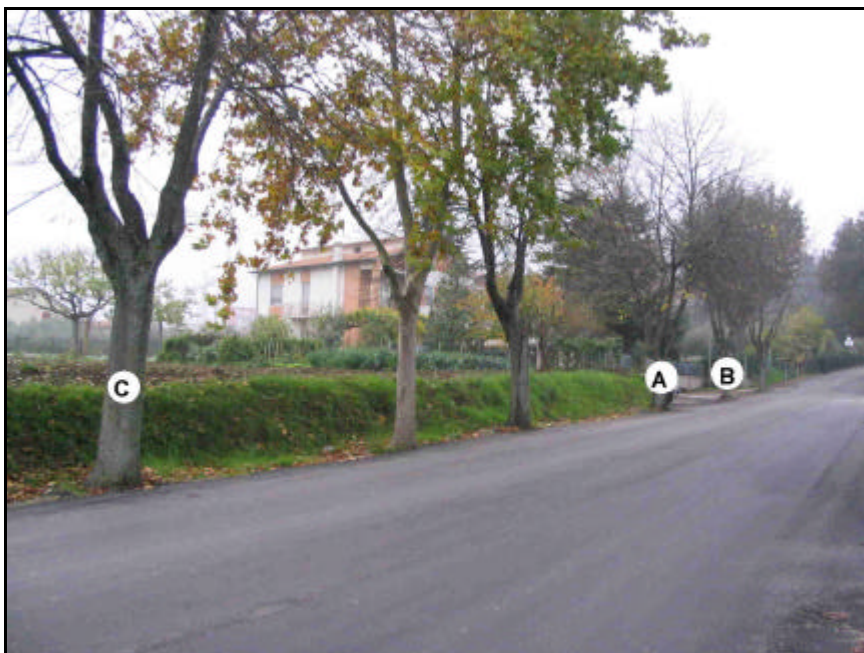
STAZIONE 3

Jesi via S. Pietro Martire (Scuola Materna *Casa dei Bambini*) (95 m slm)



STAZIONE 4

Jesi via dei Colli (incrocio con via Forlanini) (130 m slm)



STAZIONE 5

Jesi loc. Colle Bellombra (190 m slm)



STAZIONE 6

Jesi viale Trieste (95 m slm)



STAZIONE 7

Jesi via Ragazzi del '99 (100 m slm)



STAZIONE 8

Jesi via Cascamificio (70 m slm)



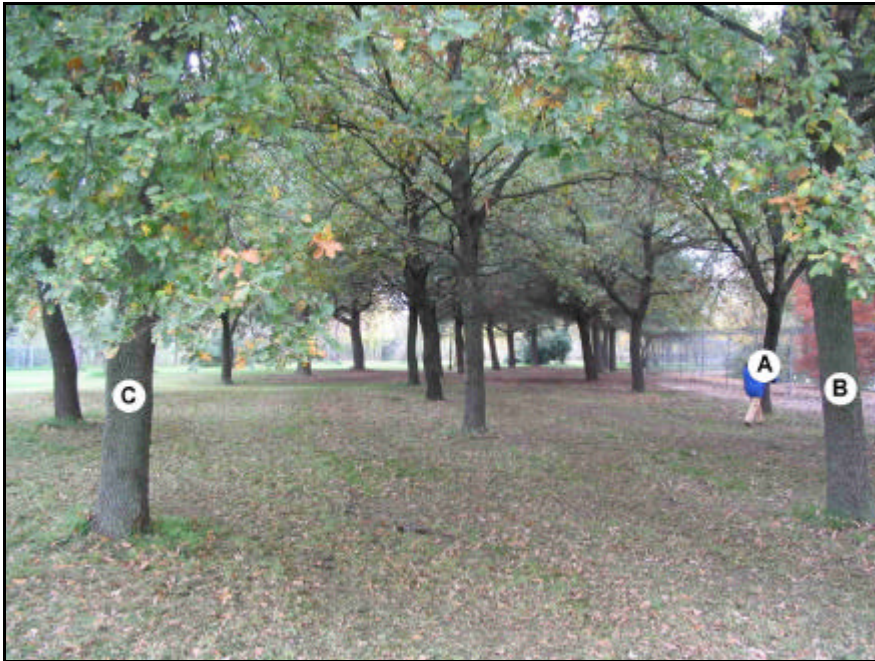
STAZIONE 9

Jesi via G. Latini (60 m slm)



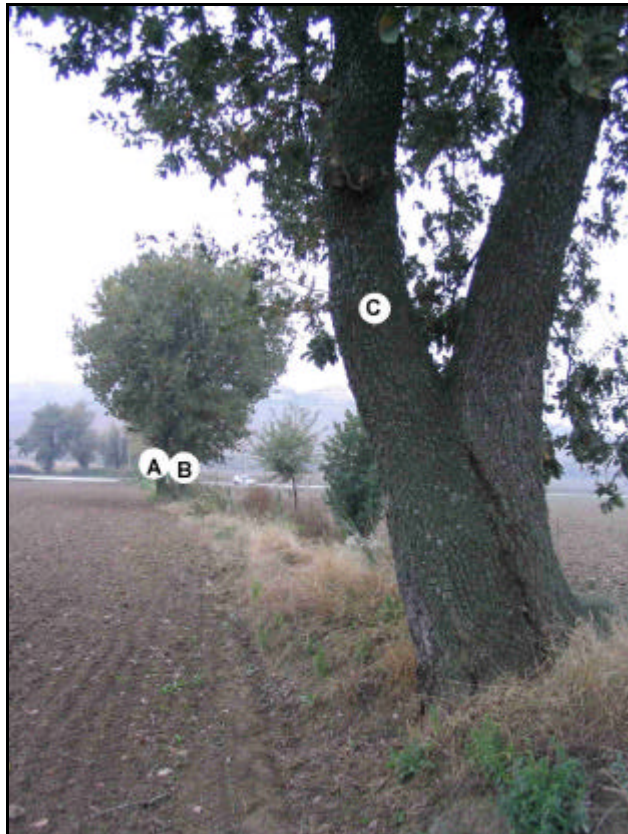
STAZIONE 10

Chiaravalle Parco I Maggio (25 m slm)



STAZIONE 11

Agugliano loc. La Chiusa (35 m slm)



STAZIONE 12

Jesi loc. Mazzangrugno (175 m slm)



STAZIONE 13

Moie c/o la chiesa del Puzzo (235 m slm)



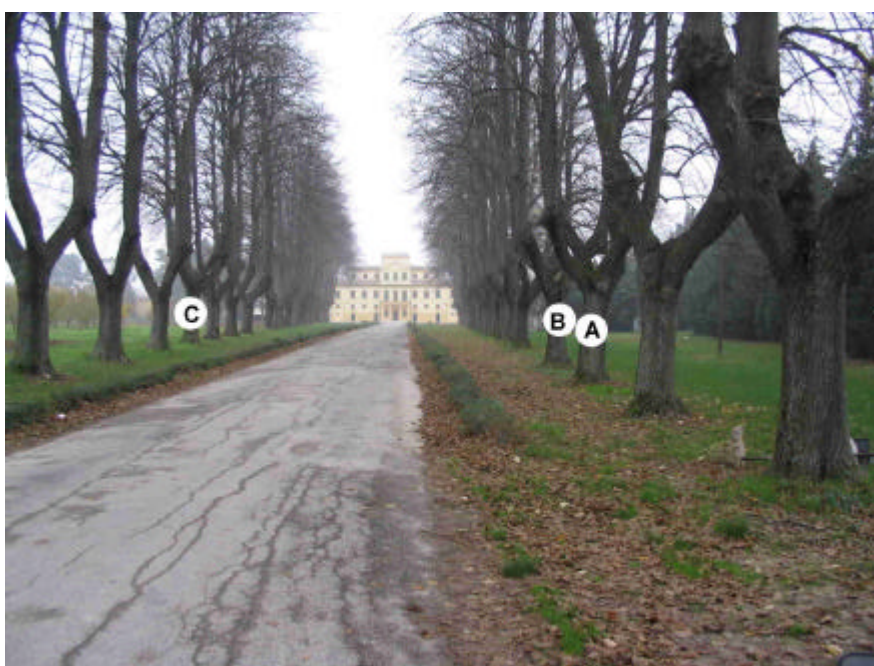
STAZIONE 14

Moie via Torrette (125 m slm)



STAZIONE 15

Monte Roberto loc.Pianello c/o il parco della *Scuola Salvati* (190 m slm)



STAZIONE 16

Jesi loc. Pian del Medico, c/o *Cooperativa Agricola Val di Cesola* (75 m slm)



STAZIONE 17

Jesi loc. Mazzangrugno (70 m slm)



STAZIONE 18

Jesi viale della Vittoria (80 m slm)



STAZIONE 19

Jesi loc. Aia Murata (30 m slm)



STAZIONE 20

Montemarciano loc. Gabella via Romeo (20 m slm)



STAZIONE 21

Falconara Marittima loc. Fiumesino SS 76 km 77,8 (10 m slm)



STAZIONE 22 (foto non disponibile)

Falconara Marittima loc. Castelferretti via 14 Luglio (20 m slm)

STAZIONE 23

Falconara Marittima loc. Castelferretti c/o il cimitero della Misericordia (100 m slm)



STAZIONE 24

Agugliano c/o C. Paglialunga (100m slm)



STAZIONE 25

Serra S. Quirico borgo Stazione via Forchiusa (255 m slm)





STAZIONE 26

Serra S. Quirico strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi (235 m slm)





STAZIONE 27

Serra S. Quirico loc. Trivio (460 m slm)



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

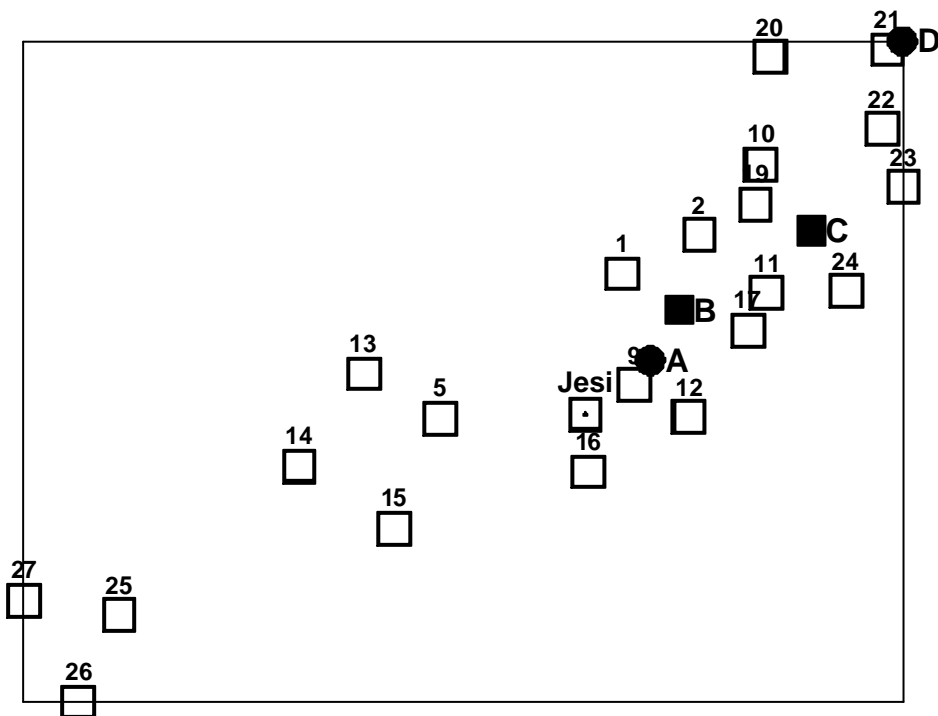


Figura 3.1 – Dislocazione delle stazioni di campionamento nell'area di studio. Le 6 stazioni nella città di Jesi sono rappresentate da un solo quadrato. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.

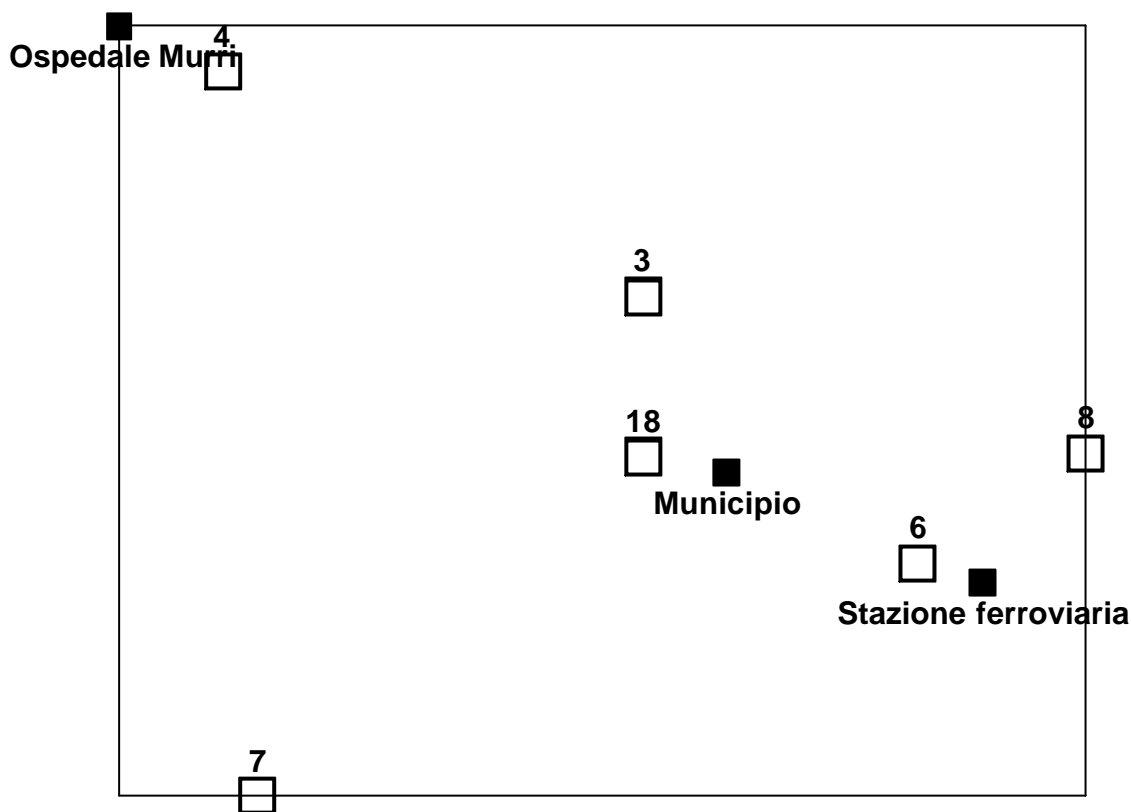


Figura 3.2 – Dislocazione delle stazioni di campionamento all'interno dell'area urbana di Jesi.

3.1.2 SCELTA DEGLI ALBERI DA CAMPIONARE

Il campionamento è stato effettuato nella settimana compresa fra il 17 e il 21 Novembre 2003.

Nella maggior parte delle stazioni sono stati rilevati gli stessi alberi delle campagne precedenti, ad eccezione della stazione 2, in cui l'apertura di un cantiere edile in corrispondenza della vecchia stazione di campionamento ha comportato la sostituzione dei tre forofiti con altrettanti nelle immediate vicinanze.

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.

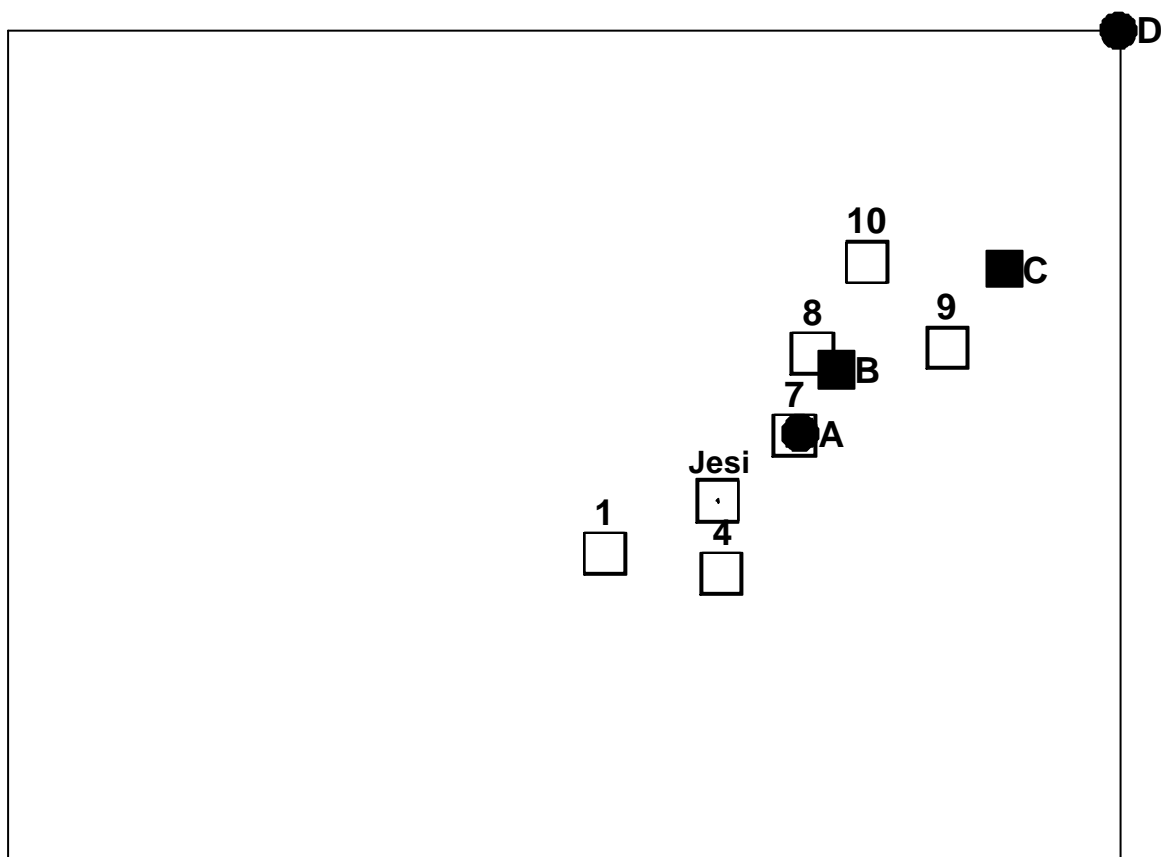


Figura 3.3 – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.

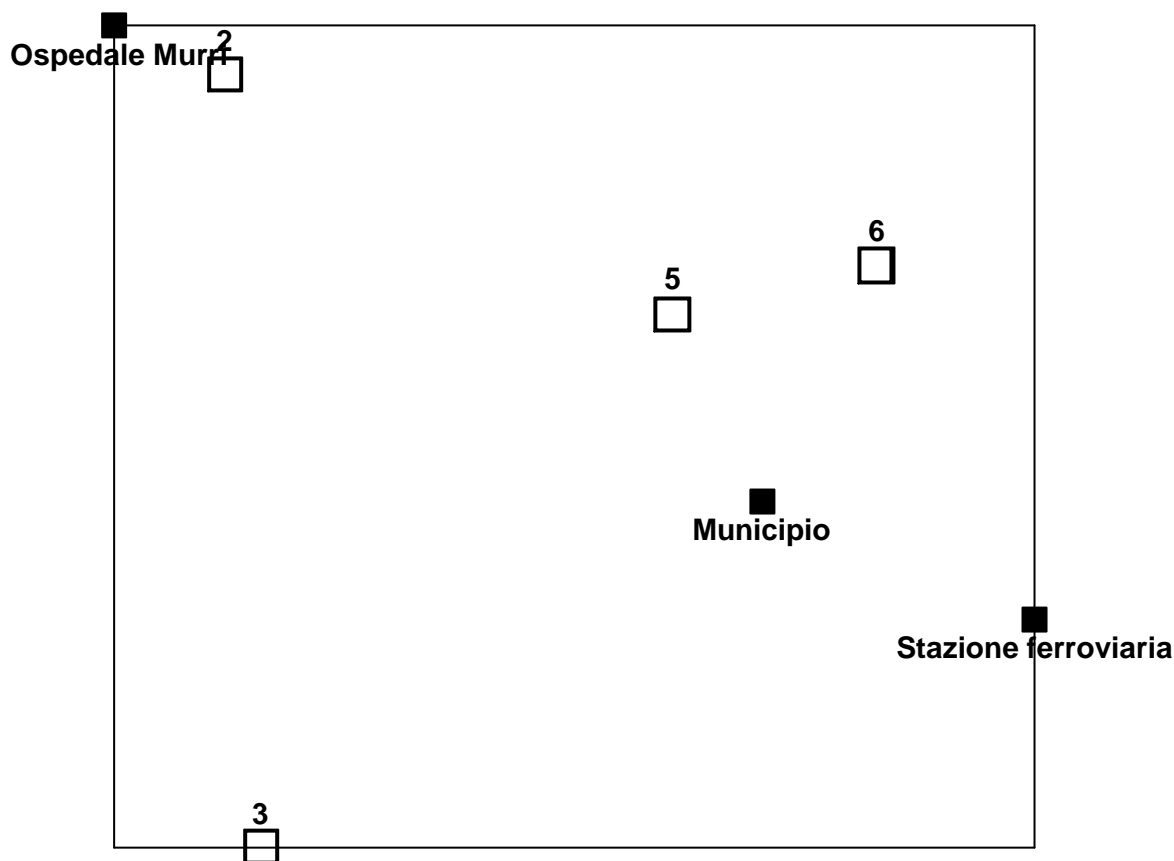


Figura 3.4 – Dislocazione delle stazioni di bioaccumulo all'interno dell'area urbana di Jesi.

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.

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

All'inizio del mese di Novembre 2003, 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 28 Novembre 2003 al 28 Febbraio 2004), 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

stazione	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
data campionamento	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg
circ. albero	113	264	116	149	210	183	184	192	200
esp. reticolo	116°	4°	210°	320°	300°	60°	308°	120°	122°
n. specie	7	4	7	6	4	5	4	2	2
IDL	49	34	50	44	36	39	31	20	11
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor									
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens	5		5						
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	10	10	10	10	10	10			
Lecanora allophana				3					
Lecanora carpinea									
Lecanora chlarotera									
Lecanora horiza									
Lecidella elaeochroma									
Lepraria sp.									
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa									
Naetrocymbe punctiformis	10	10	9						
Opegrapha varia									
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis	10		10	1					1
Physcia adscendens	1		6	10	6	5	10		
Physcia aipolia									
Physcia biziana			4			4	2		
Physconia distorta									
Physconia grisea	10	10	6	10	10	10	10	10	10
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta								10	
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina	3	4		10	10	10	9		

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

stazione	4A	4B	4C	5A	5B	6A	6B	6C	7A
data campionamento	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003
specie arborea	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp
circ. albero	106	137	137	130	200	135	145	144	190
esp. reticolo	32°	68°	350°	4°	34°	268°	36°	296°	318°
n. specie	7	6	9	7	6	1	3	1	5
IDL	64	41	63	54	35	9	16	10	42
Amandinea punctata				10					
Arthonia radiata			1						
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor									
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens					1				
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	10	6	10	10	10				10
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea									
Lecanora chlarotera									
Lecanora horiza	4		5	9	3				3
Lecidella elaeochroma									
Lepraria sp.									
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa									
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia			2	3	5				
Phaeophyscia chloantha		2							
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis	10		7				4		
Physcia adscendens	10	7	10						9
Physcia aipolia									
Physcia biziana	10	6	8	2					
Physconia distorta									
Physconia grisea	10	10	10	10	10	9	10	10	10
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta									
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina	10	10	10	10	6		2		10

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

stazione	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A
data campionamento	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	19/11/2003
specie arborea	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	195	166	225	160	139	270	230	160	90
esp. reticolo	316°	336°	42°	342°	66°	14°	292°	332°	330°
n. specie	4	5	3	2	1	2	7	4	14
IDL	32	39	21	11	10	20	48	31	84
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor									7
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens									
Evernia prunastri									2
Hyperphyscia adglutinata	10	10				10	10	10	10
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea									2
Lecanora chlarotera									10
Lecanora horiza		8					6	1	
Lecidella elaeochroma									10
Lepraria sp.									1
Melanelia glabra									1
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa			10	10	10				
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia							10	10	
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis			10						7
Physcia adscendens	3	3		1		10	9	10	10
Physcia aipolia	9	10	1						2
Physcia biziana							3		6
Physconia distorta									
Physconia grisea	10						5		8
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta									
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina		8					5		8

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

stazione	10B	10C	11A	11B	11C	12A	12B	12C	12D
data campionamento	19/11/2003	19/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	11	97	136	110	147	160	97	180	200
esp. reticolo	300°	160°	140°	30°	354°	66°	44°	228°	54°
n. specie	8	8	5	10	11	7	6	8	7
IDL	44	57	37	69	64	45	25	51	68
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella				10	1				
Candelaria concolor		1	10		8				10
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens									
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea				2	3				
Lecanora chlarotera	1			3			1		
Lecanora horiza	1				2				
Lecidella elaeochroma	8			10	1	1	1		
Lepraria sp.									
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa									
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia						1		3	
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis		10	10	3	10	10		6	10
Physcia adscendens	7	10	5	10	10	10	10	10	10
Physcia aipolia	4	4						2	
Physcia biziana	3	5	2	10	10	9		4	8
Physconia distorta									
Physconia grisea	10	9					2	6	10
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta					1				
Rinodina sophodes				1					
Xanthoria parietina		8		10	8	4	1	10	10

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

stazione	13A	13B	13C	14A	14B	14C	15A	15B	15C
data campionamento	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	133	160	150	155	210	253	196	195	204
esp. reticolo	312°	344°	44°	328°	338°	62°	240°	220°	222°
n. specie	6	9	8	7	5	6	4	6	4
IDL	45	49	54	45	39	43	40	42	40
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor									
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens									
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea									
Lecanora chlarotera									
Lecanora horiza		1			1				
Lecidella elaeochroma									
Lepraria sp.									
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata							10	8	10
Mycomicrothelia confusa				1					
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia									
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis		5		3		8		3	
Physcia adscendens	10	10	10	10	10	10			
Physcia aipolia		1	6						
Physcia biziana	6	2	5	4		5			
Physconia distorta	2	4	2					1	
Physconia grisea	7	6	10	7	10	1	10	10	10
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta			1						
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina	10	10	10	10	8	9	10	10	10

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

stazione	16A	16C	17A	17B	17C	18A	18B	18C	19A
data campionamento	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	18/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	17/11/2003	19/11/2003
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Tg	Tg	Tg	Qp
circ. albero	126	227	145	245	130	138	108	177	118
esp. reticolo	256°	358°	198°	58°	124°	234°	340°	194°	332°
n. specie	8	5	5	5	4	1	1	3	8
IDL	64	45	42	46	32	10	10	21	59
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor	10								
Candelariella subdeflexa								10	
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens									
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	10	10	10	10	10				10
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea									
Lecanora chlarotera									
Lecanora horiza			2						
Lecidella elaeochroma	1								1
Lepraria sp.									
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa						10	10	8	
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia									
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis	10	8		10				3	6
Physcia adscendens	10	10	10	10	10				10
Physcia aipolia									6
Physcia biziana	10		10	6	2				8
Physconia distorta									
Physconia grisea	9	10							8
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta									
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina	4	7	10	10	10				10

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

stazione	19B	19C	20A	20B	20C	21A	21B	21C	22A
data campionamento	19/11/2003	19/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Tg
circ. albero	98	185	148	115	141	162	258	188	93
esp. reticolo	312°	110°	316°	68°	22°	90°	300°	312°	352°
n. specie	11	13	7	7	7	2	4	5	4
IDL	85	86	60	49	49	14	31	27	15
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor	10	10							
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens									
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	10	10	10	10	10	10	10	10	1
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea	5	3							
Lecanora chlarotera	6	5						1	
Lecanora horiza									
Lecidella elaeochroma	10	10							
Lepraria sp.		2							1
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa									
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia			10						3
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									
Phaeophyscia orbicularis	1	7	8	2	7				
Physcia adscendens	10	10	10	3	7	4	10	4	10
Physcia aipolia	5	2		5	3				
Physcia biziana	9	6	10	10	4		10	10	
Physconia distorta									
Physconia grisea	9	10	2	10	10				
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta		1							
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina	10	10	10	9	8		1	2	

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

stazione	22B	22C	23A	23B	23C	24A	24B	24C	25A
data campionamento	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	19/11/2003	20/11/2003
specie arborea	Tg	Tg	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	156	97	400	160	107	200	210	163	129
esp. reticolo	256°	154°	284°	184°	342°	210°	270°	200°	50°
n. specie	1	2	3	3	4	3	5	3	8
IDL	3	11	23	22	31	13	31	25	51
Amandinea punctata									
Arthonia radiata									
Caloplaca cerina									
Caloplaca cerinella									
Candelaria concolor									
Candelariella subdeflexa									
Candelariella xanthostigma									
Collema furfuraceum									
Collema ligerinum									
Collema nigrescens									
Evernia prunastri									
Hyperphyscia adglutinata	3	10	10	10	10	10	10	10	10
Lecanora allophana									
Lecanora carpinea									
Lecanora chlarotera									
Lecanora horiza						1	10		1
Lecidella elaeochroma							2		
Lepraria sp.									
Melanelia glabra									
Melaspilea urceolata									
Mycomicrothelia confusa									
Naetrocymbe punctiformis									
Opegrapha varia							7	10	
Phaeophyscia chloantha									
Phaeophyscia hirsuta									10
Phaeophyscia orbicularis									
Physcia adscendens		1	10	10	10	2		5	10
Physcia aipolia									5
Physcia biziana			3		4				
Physconia distorta									8
Physconia grisea									2
Physconia servitii									
Punctelia subrudecta									
Rinodina sophodes									
Xanthoria parietina				2	7		2		5

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

stazione	25B	25C	26A	26B	26C	27A	27B	27C
data campionamento	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003	20/11/2003
specie arborea	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp
circ. albero	121	180	230	110	192	190	190	186
esp. reticolo	152°	296°	184°	270	0	18°	224°	16°
n. specie	7	6	6	9	9	8	7	7
IDL	57	38	53	46	66	49	46	46
Amandinea punctata			10	10	10			
Arthonia radiata								
Caloplaca cerina			8					
Caloplaca cerinella								
Candelaria concolor								
Candelariella subdeflexa								
Candelariella xanthostigma						1		
Collema furfuraceum	6				5			
Collema ligerinum			5					
Collema nigrescens								
Evernia prunastri								
Hyperphyscia adglutinata	10	10	10	10	10	10	10	10
Lecanora allophana								
Lecanora carpinea								
Lecanora chlarotera				1				
Lecanora horiza								
Lecidella elaeochroma				1				
Lepraria sp.								
Melanelia glabra						2		
Melaspilea urceolata								
Mycomicrothelia confusa								
Naetrocymbe punctiformis								
Opegrapha varia								
Phaeophyscia chloantha								
Phaeophyscia hirsuta								
Phaeophyscia orbicularis	10	10			5		1	2
Physcia adscendens	10	5		10	7	10	5	10
Physcia aipolia	8	1		2	8	6		6
Physcia biziana		3				7	8	
Physconia distorta	7		10	8	9			
Physconia grisea				1	2	10	2	2
Physconia servitii						3	10	10
Punctelia subrudecta								
Rinodina sophodes								
Xanthoria parietina	6	9	10	3	10		10	6

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

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

	N° Stazioni	N° Alberi	Frequenza
<i>Xanthoria parietina</i>	24	4	7,8
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	23	0	9,7
<i>Physcia adscendens</i>	23	35	8,1
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	20	1	6,5
<i>Physcia biziana</i>	19	21	6,1
<i>Physconia grisea</i>	19	9	8
<i>Lecanora horiza</i>	11	8	3,6
<i>Physcia aipolia</i>	10	61	4,6
<i>Lecidella elaeochroma</i>	7	16	4,7
<i>Opegrapha varia</i>	7	3	5,8
<i>Lecanora chlarotera</i>	6	5	3,5
<i>Candelaria concolor</i>	5	8	8,3
<i>Physconia distorta</i>	4	39	5,7
<i>Punctelia subrudecta</i>	4	3	3,3
<i>Lecanora carpinea</i>	3	1	3
<i>Lepraria sp.</i>	3	12	1,3
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	3	3	8,4
<i>Amandinea punctata</i>	2	4	10
<i>Collema furfuraceum</i>	2	2	5,5
<i>Collema nigrescens</i>	2	3	3,7
<i>Melanelia glabra</i>	2	3	1,5
<i>Arthonia radiata</i>	1	1	1
<i>Caloplaca cerina</i>	1	1	8
<i>Caloplaca cerinella</i>	1	2	5,5
<i>Candelariella subdeflexa</i>	1	1	10
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1	1	1
<i>Collema ligerinum</i>	1	1	5
<i>Evernia prunastri</i>	1	1	2
<i>Lecanora allophana</i>	1	68	3
<i>Melaspilea urceolata</i>	1	2	9,3
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	1	7	9,7
<i>Phaeophyscia chloantha</i>	1	11	2
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	1	1	10
<i>Physconia servitii</i>	1	49	7,7
<i>Rinodina sophodes</i>	1	0	1

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.

Sono state rinvenute 35 specie di licheni epifiti. Il genere più rappresentato è *Lecanora*, con 4 specie (*L. allophana*, *L. carpinea*, *L. chlarotera* e *L. horiza*), seguito dai generi *Collema*, *Phaeophyscia*, *Physcia* e *Physconia* con 3 specie ciascuno (*Collema furfuraceum*, *C. ligerinum* e *C.*

nigrescens; *Phaeophyscia chloantha*, *P. hirsuta* e *P. orbicularis*; *Physcia adscendens*, *P. aipolia* e *P. biziana*; *Physconia distorta*, *P. grisea* e *P. servitii*).

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

S	IDLs	D.S.	C.V.
1	44,3	9,0	20,2
2	39,7	4,0	10,2
3	20,7	10,0	48,4
4	56	13,0	23,2
5	44,5	13,4	30,2
6	11,7	3,8	32,4
7	37,7	5,1	13,6
8	14	6,1	43,4
9	33	14,1	42,7
10	61,7	20,4	33,1
11	56,7	17,2	30,4
12	47,3	17,7	37,5
13	49,3	4,5	9,1
14	42,3	3,1	7,2
15	40,7	1,2	2,8
16	54,5	13,4	24,7
17	40	7,2	18,0
18	13,7	6,4	46,4
19	76,7	15,3	20,0
20	52,7	6,4	12,1
21	24	8,9	37,0
22	9,7	6,1	63,0
23	25,3	4,9	19,5
24	23	9,2	39,8
25	48,7	9,7	19,9
26	55	10,1	18,5
27	47	1,7	3,7

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 (3) è stato rilevato, ancora una volta, su un tiglio nei pressi di Castelferretti, nel comune di Falconara Marittima, circa 6 km a SSW della raffineria API (stazione

22). Tale stazione continua ad essere anche quella con il più basso valore medio dell'IDLs (9,7). 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 $39,5 \pm 18,8$ ed indica che in generale è presente un'alterazione ambientale media. Il valore piuttosto alto del coefficiente di variazione (47,8%) indica che le 27 stazioni non sono tutte sottoposte a livelli simili di inquinamento atmosferico.

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 del 2001, 2002 e 2003. 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* (29,6% delle stazioni)

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

Fascia 4: *semi-naturalità* (51,9 % delle stazioni)

- stazioni 1, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 25, 26, 27.

Fascia 5: naturalità (7,4% delle stazioni)

– stazioni 10, 19.

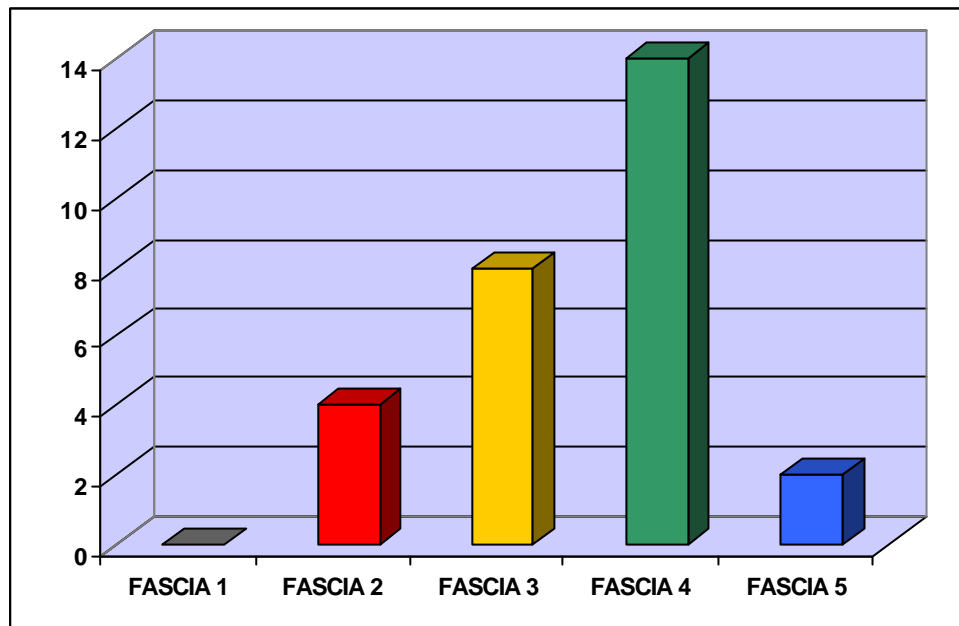


Figura 4.1 – Distribuzione delle stazioni di campionamento nelle cinque fasce considerate.

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.

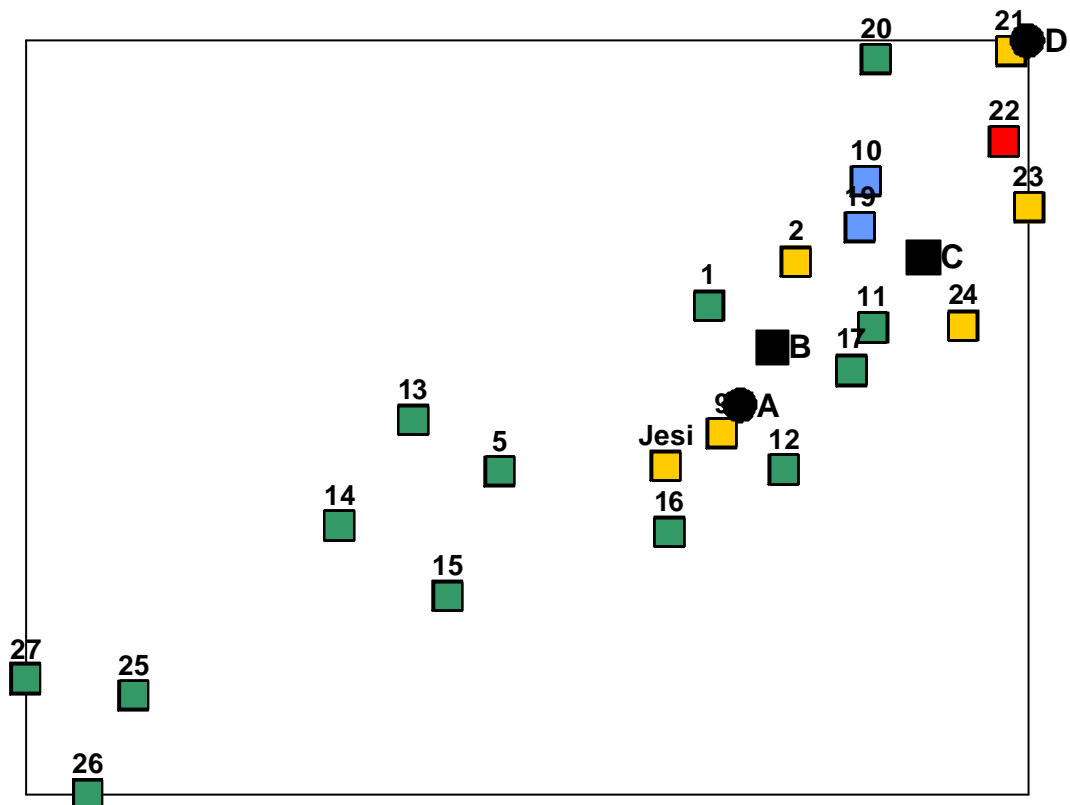


Figura 4.2 – Naturalità/alterazione delle stazioni presenti nell'area di studio. A = zona industriale di Jesi; B = centrale turbogas; C = centrale ENEL; D = raffineria API.

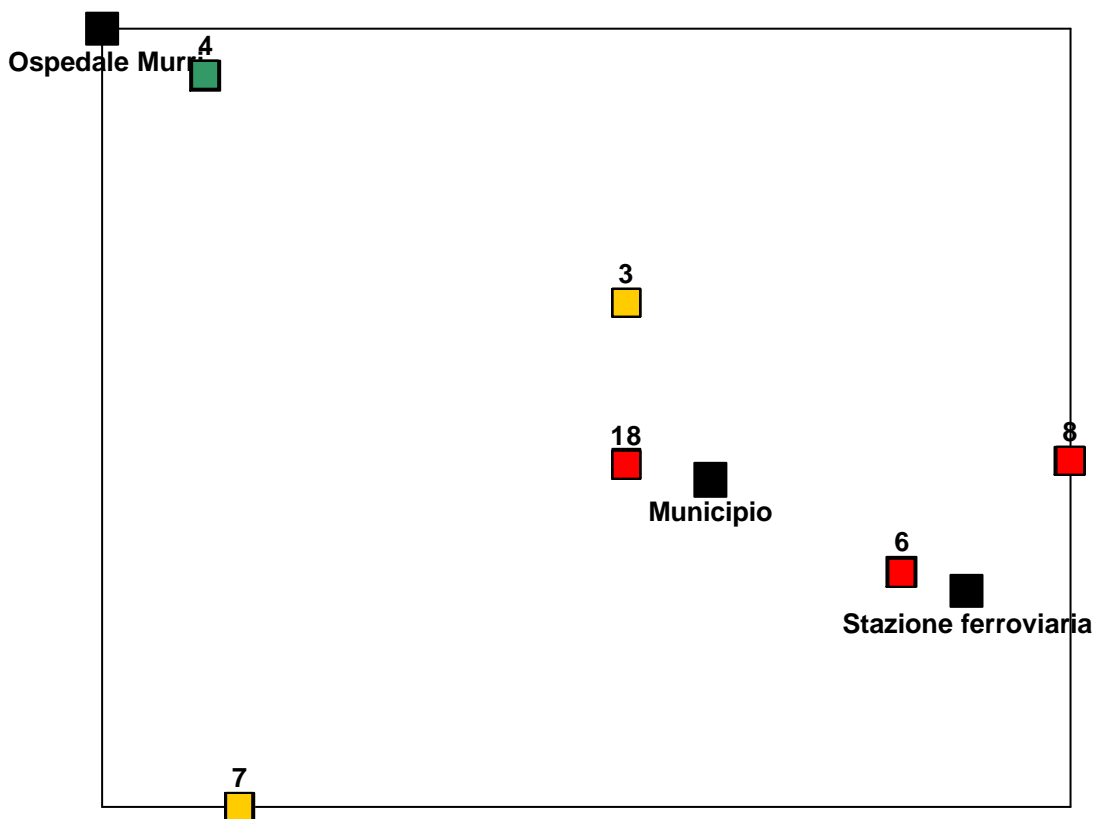
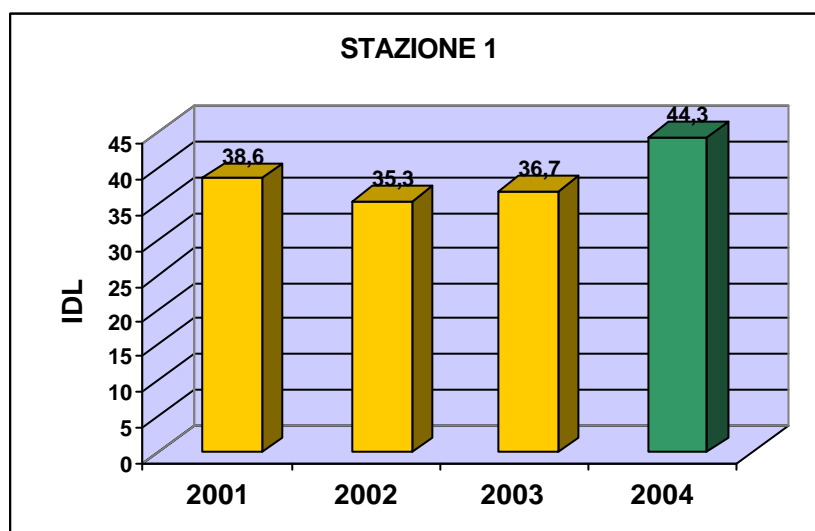


Figura 4.3 – Naturalità/alterazione delle stazioni del centro urbano di Jesi.

4.1.1. CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

Di seguito vengono messi a confronto i risultati dei rilevamenti di bioindicazione effettuati nell'area di studio nel corso dei 4 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.

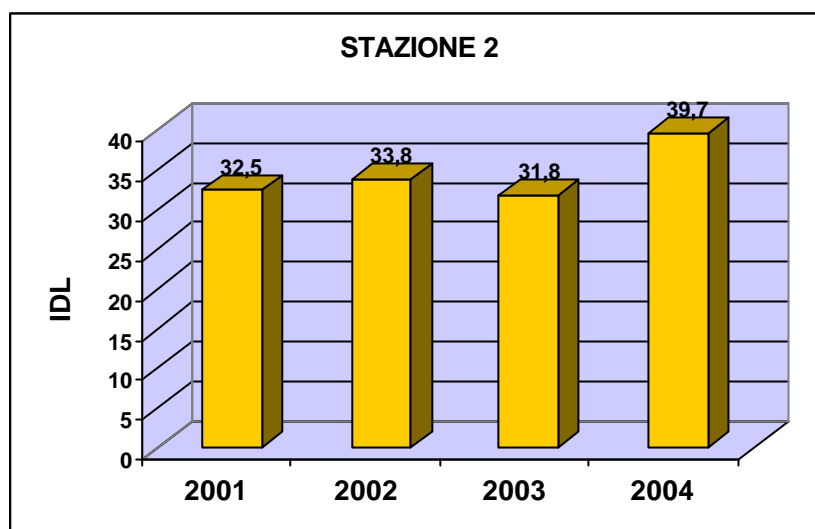
Monsano loc. S. Maria



Specie indagine 2004: *Collema nigrescens*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Naetrocymbe punctiformis*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Physconia venusta*, *Melaspilea urceolata*.

Monsano loc. Selvatorta

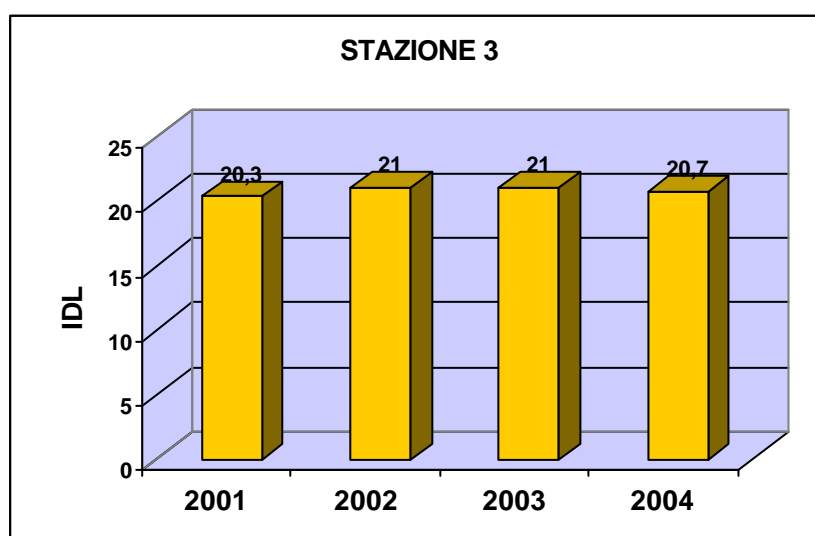


Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora allophana*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Physconia venusta*.

Note: nell'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.

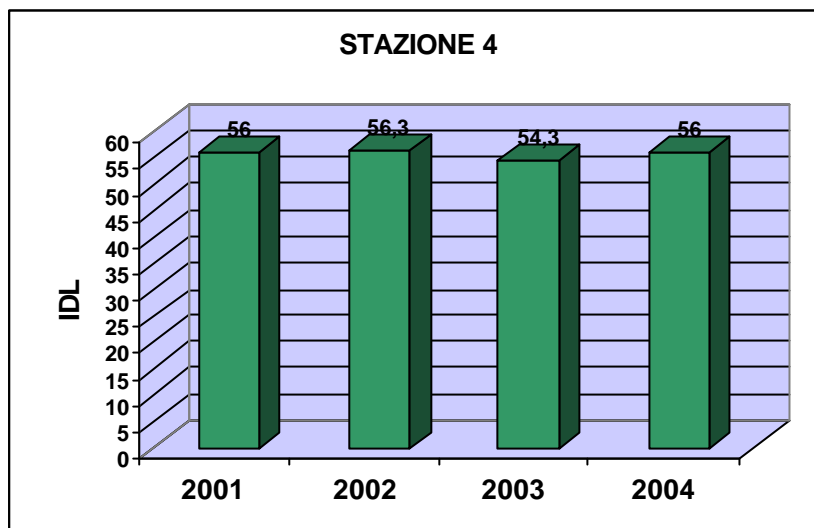
Jesi via S. Pietro Martire



Specie indagine 2004: *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*.

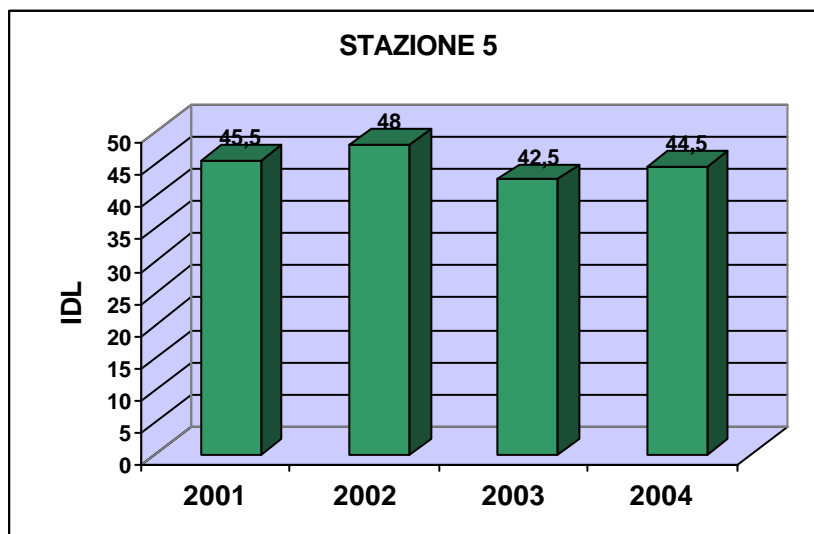
Jesi via dei Colli



Specie indagine 2004: *Arthonia radiata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia chloantha*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Phaeophyscia hirsuta*, *Physconia venusta*.

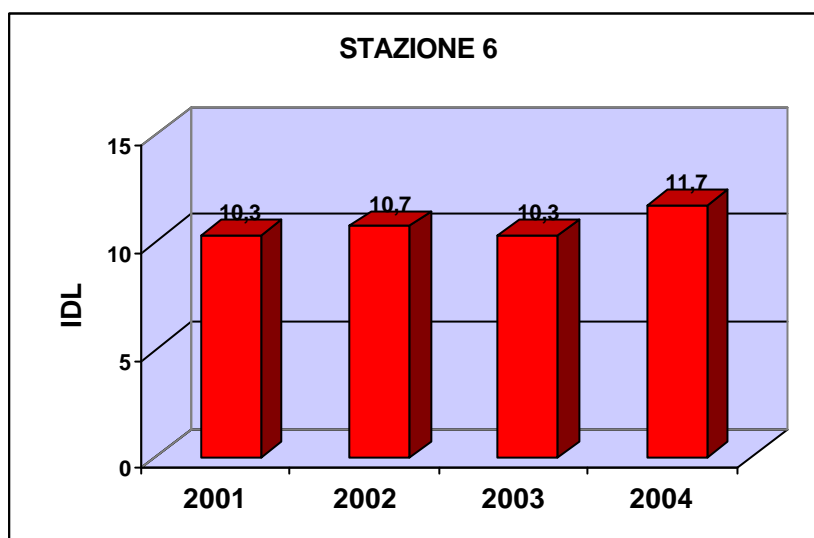
Jesi loc. Colle Bellombra



Specie indagine 2004: *Amandinea punctata*, *Collema* sp., *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

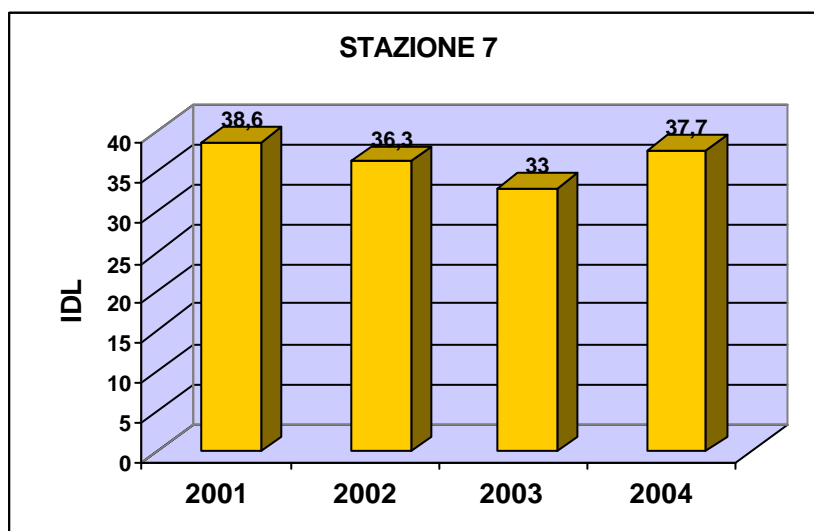
Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlarotera*.

Jesi viale Trieste



Specie indagine 2004: *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

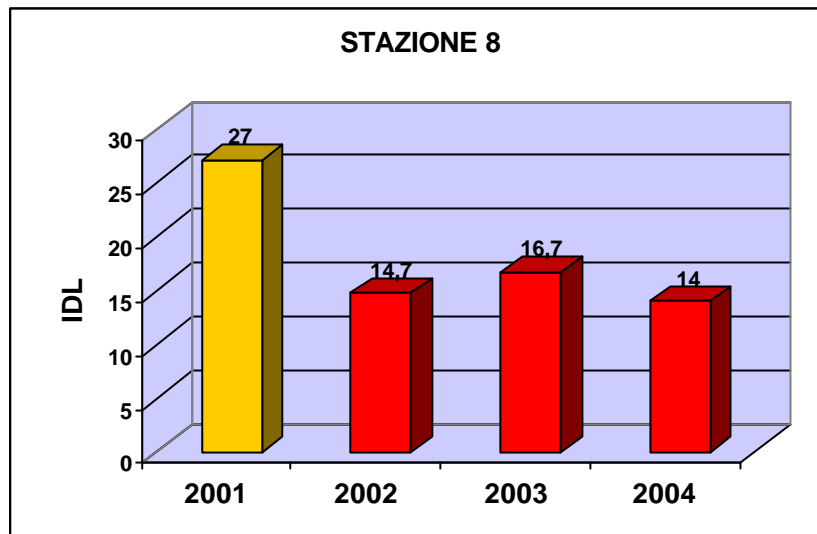
Jesi via Ragazzi del '99



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Physconia venusta*.

Jesi via Cascamificio

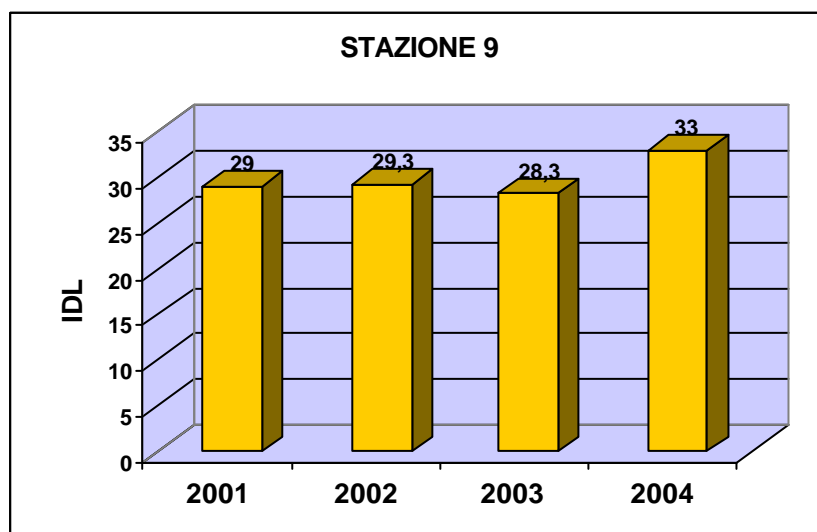


Specie indagine 2004: *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Amandinea punctata*, *Arthonia radiata*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Xanthoria parietina*.

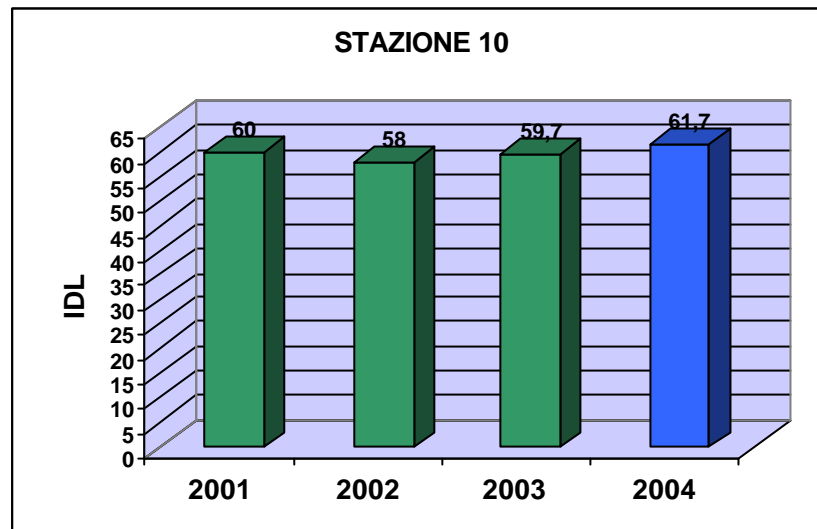
Note: poiché i tigli utilizzati nell'indagine del 2001 sono stati tagliati, a partire dal 2002 sono stati campionati 3 nuovi alberi, la cui scelta, tuttavia, è stata limitata ai pochi esemplari rimasti.

Jesi via G. Latini



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

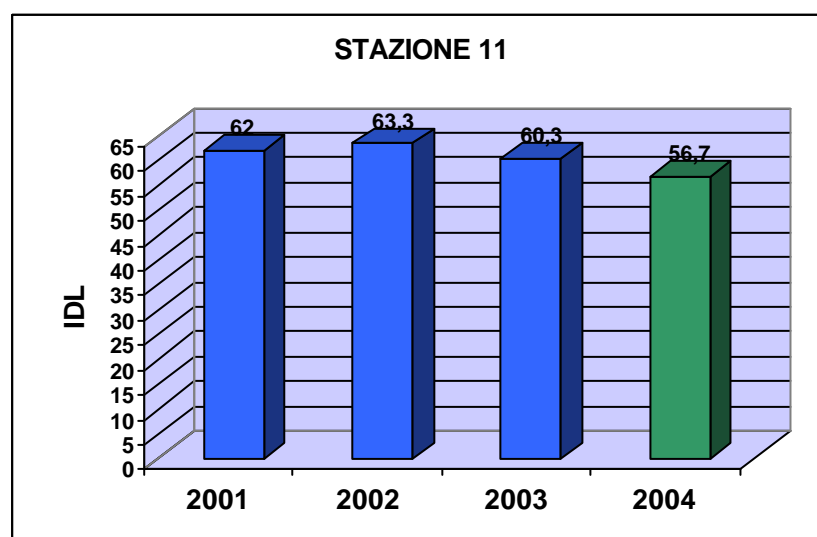
Chiaravalle Parco I Maggio



Specie indagine 2004: *Candelaria concolor*, *Evernia prunastri*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Melanelia glabra*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Ramalina* sp.

Agugliano loc. La Chiesa

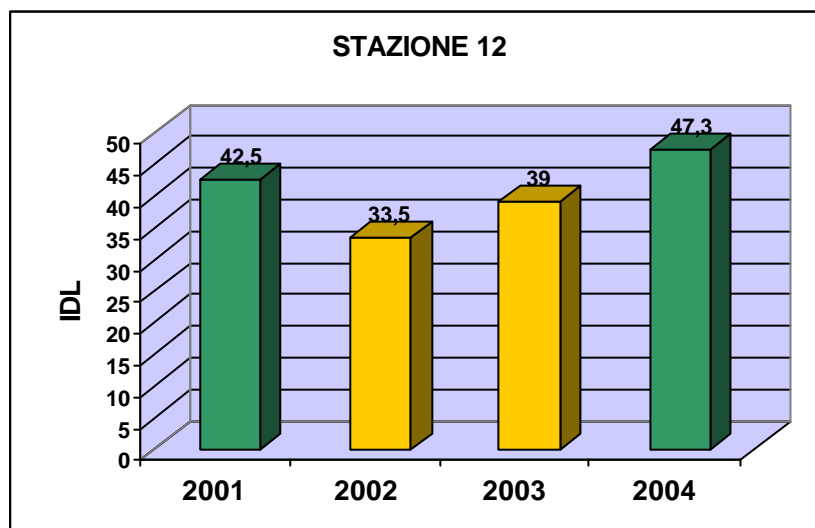


Specie indagine 2004: *Caloplaca cerinella*, *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarotera*, *L. horiza*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Punctelia subrudecta*, *Rinodina sophodes*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Lecanora sambuci*, *Physconia distorta*.

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

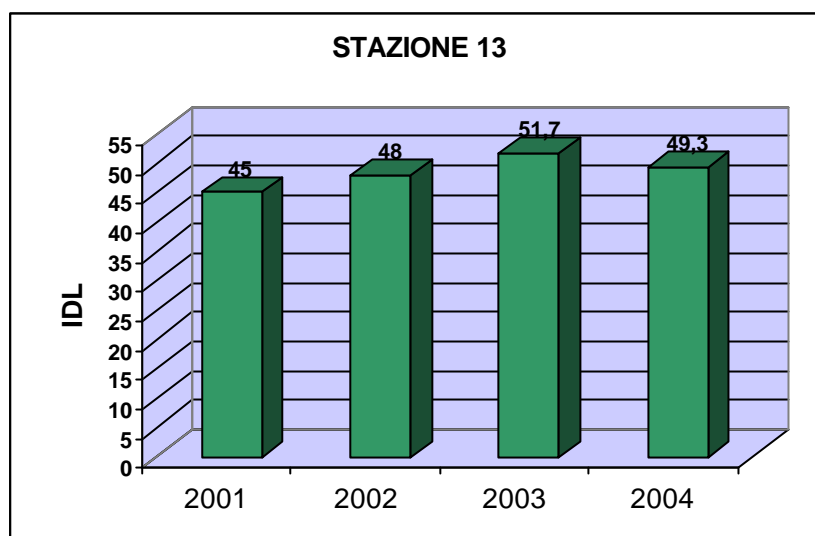


Specie indagine 2004: *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Physconia venusta*.

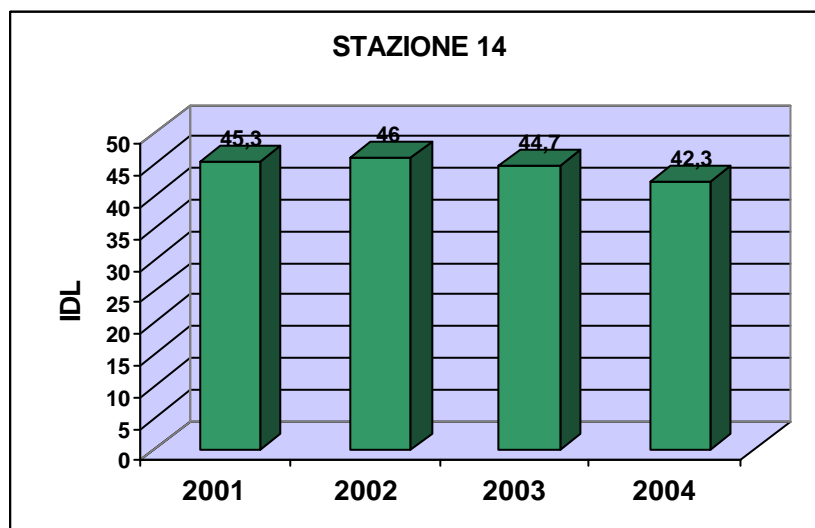
Note: nel 2003 a causa della presenza di edera negli alberi A e D, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

Moie c/o la chiesa del Puzzo



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *P. distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

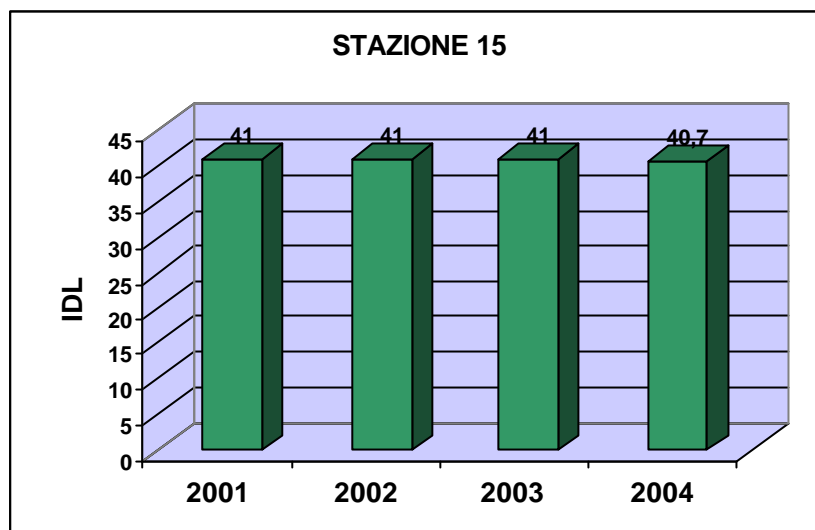
Moie via Torrette



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Mycomicrothelia confusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Buellia griseovirens*, *Lecanora chlorotera*, *Opegrapha varia*, *Phaeophyscia hirsuta*, *Physconia venusta*.

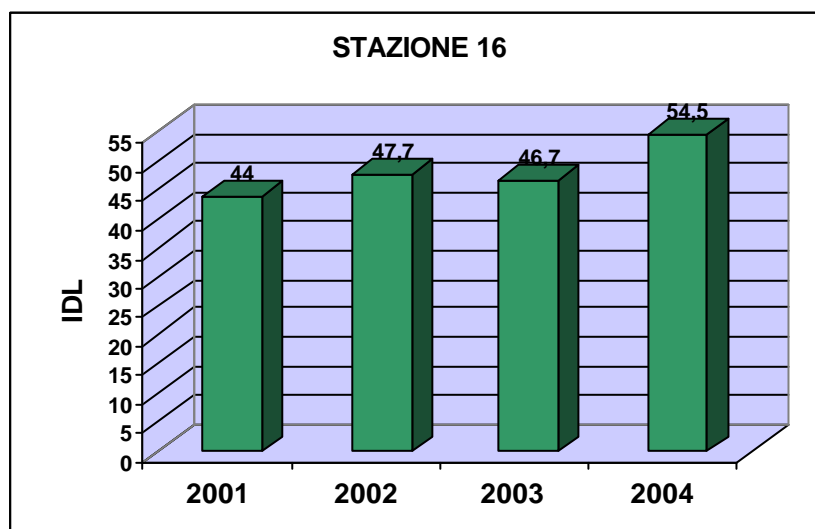
Monte Roberto loc. Pianello



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Melaspilea urceolata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Lecanora chlarotera*.

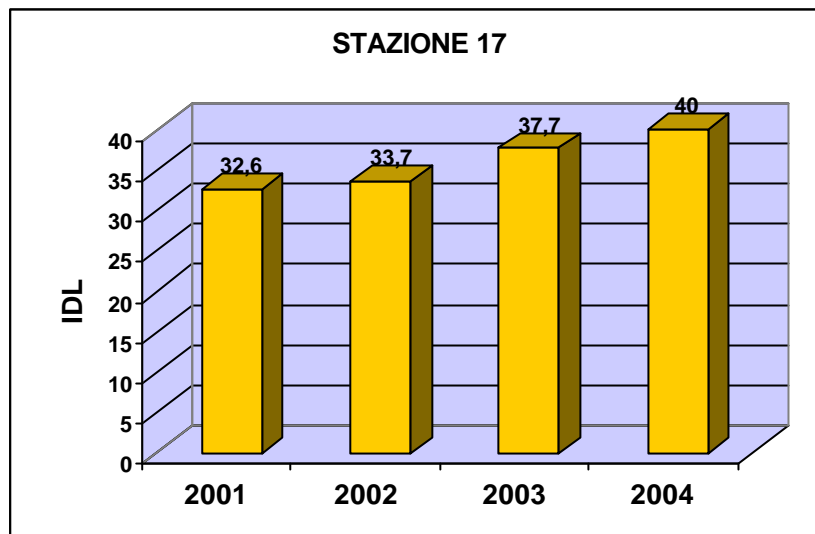
Jesi loc. Pian del Medico



Specie indagine 2004: *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Caloplaca cerinella*, *Lecanora horiza*.

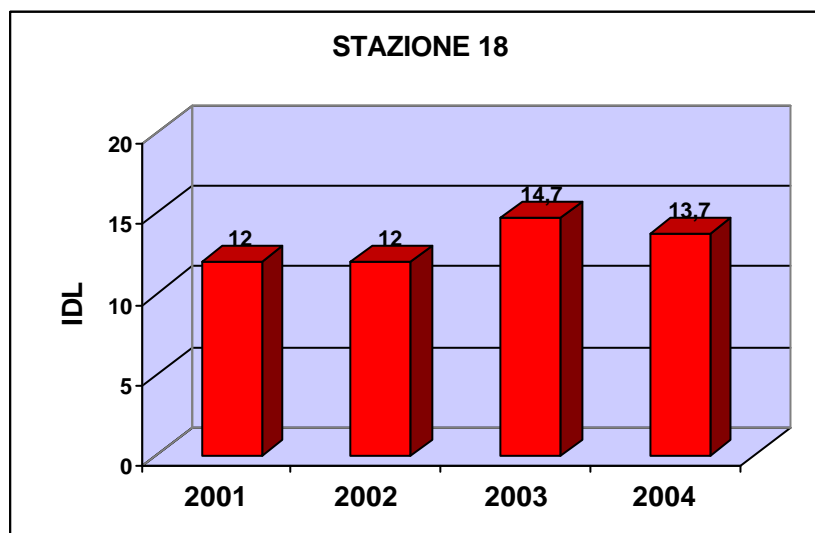
Jesi loc. Mazzangrugno



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P.biziana*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Physconia grisea*, *P. venusta*.

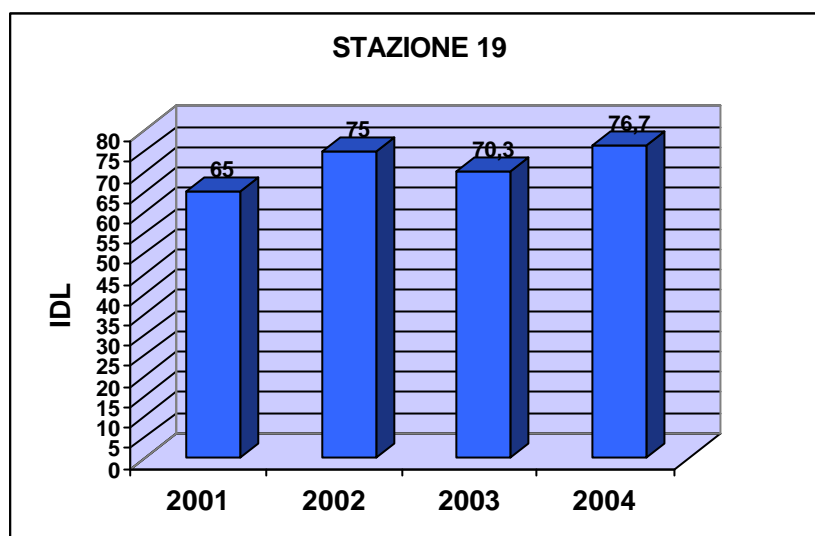
Jesi viale della Vittoria



Specie indagine 2004: *Candelariella subdeflexa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Mycomicrothelia confusa*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Xanthoria parietina*.

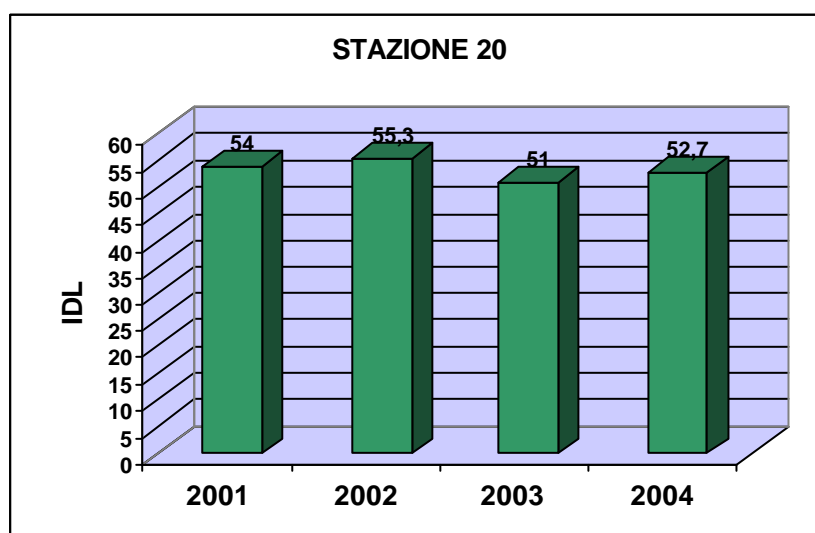
Jesi loc. Aia Murata



Specie indagine 2004: *Candelaria concolor*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora carpinea*, *L. chlarotera*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria* sp., *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora horiza*, *Ramalina* sp.

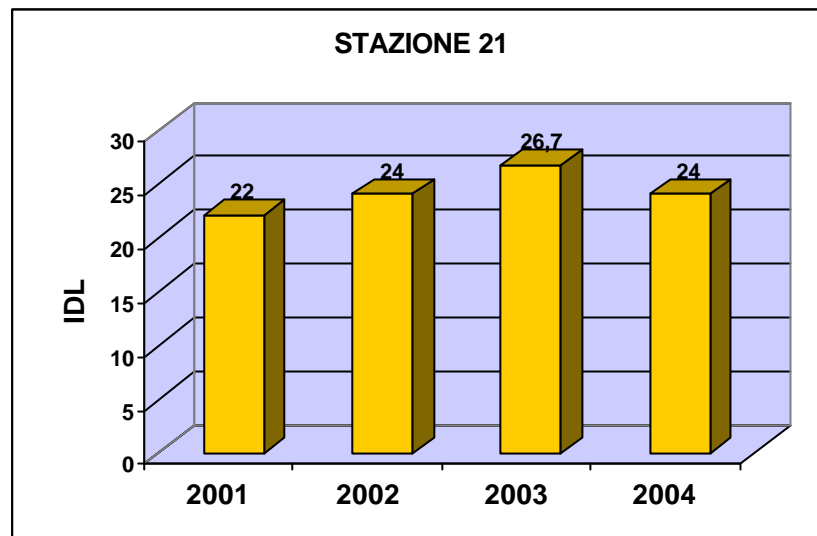
Montemarciano loc. Gabella



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Lecanora horiza*, *Phaeophyscia hirsuta*.

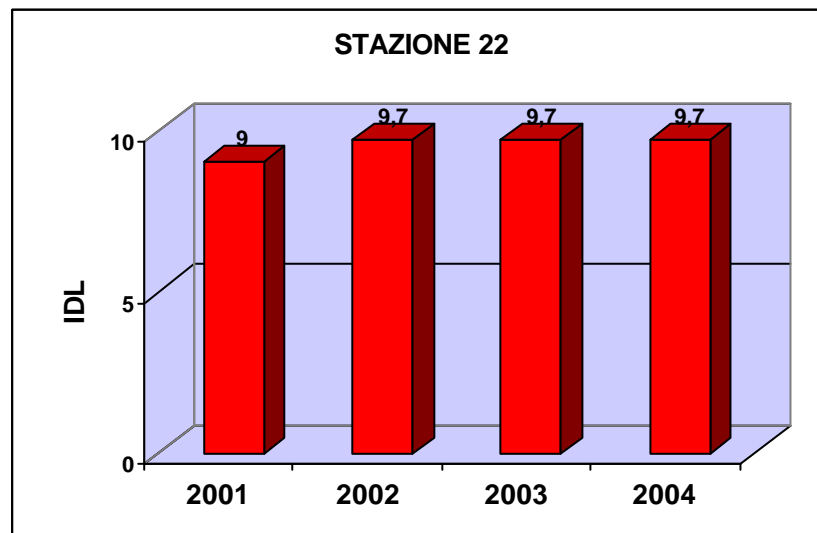
Falconara Marittima loc. Fiumesino



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora chlarotera*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

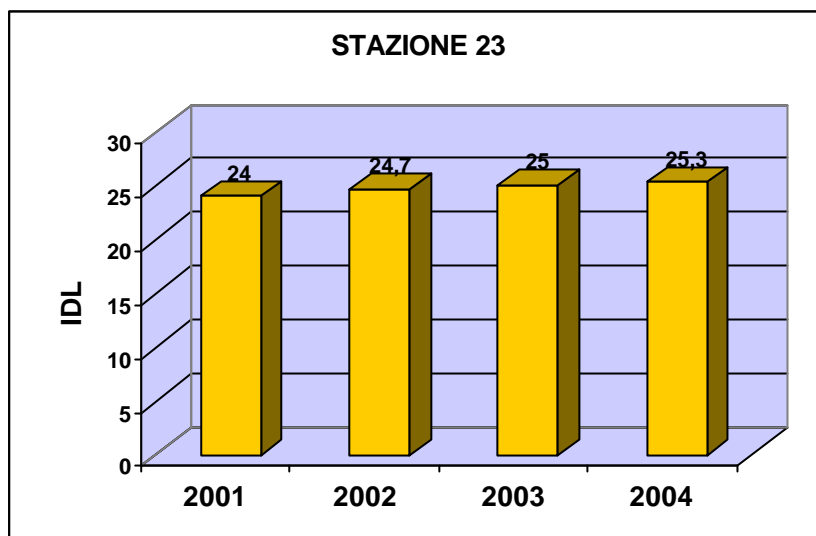
Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Pertusaria sp.*

Falconara Marittima loc. Castelferretti via 14 Luglio



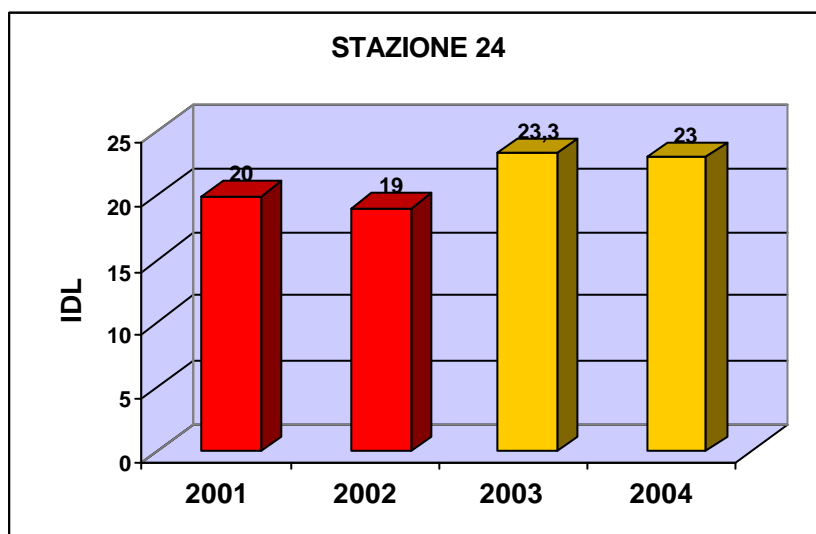
Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lepraria sp.*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*.

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



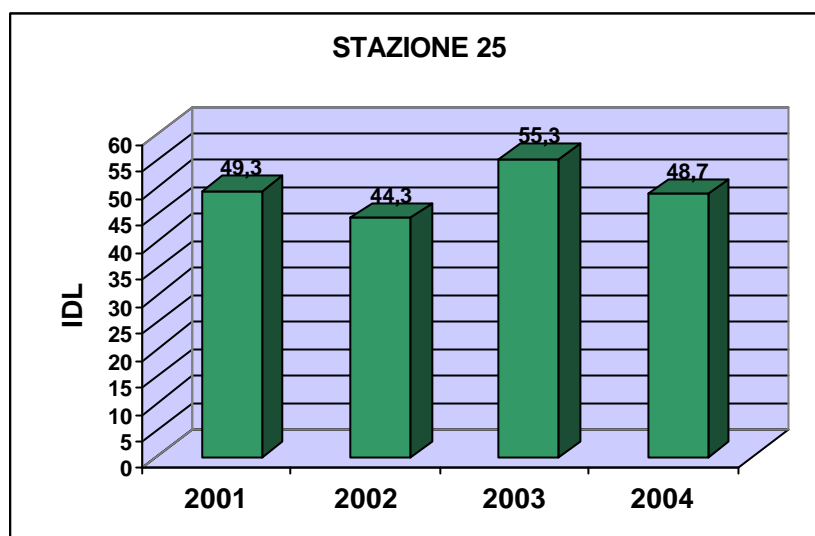
Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia adscendens*, *P. biziana*, *Xanthoria parietina*.

Agugliano c/o C. Paglialunga



Specie indagine 2004: *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Opegrapha varia*, *Physcia adscendens*, *Lecanora horiza*, *Xanthoria parietina*.

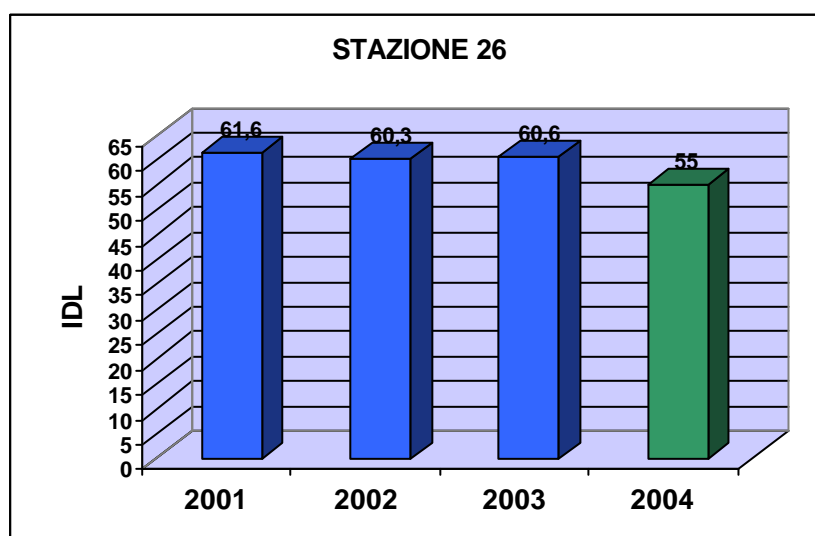
Serra S. Quirico borgo Stazione



Specie indagine 2004: *Collema furfuraceum*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecanora horiza*, *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 2004: *Candelaria concolor*, *Lecanora carpinea*, *Lecidella elaeochroma*.

Serra S. Quirico deposito Sassi Rossi

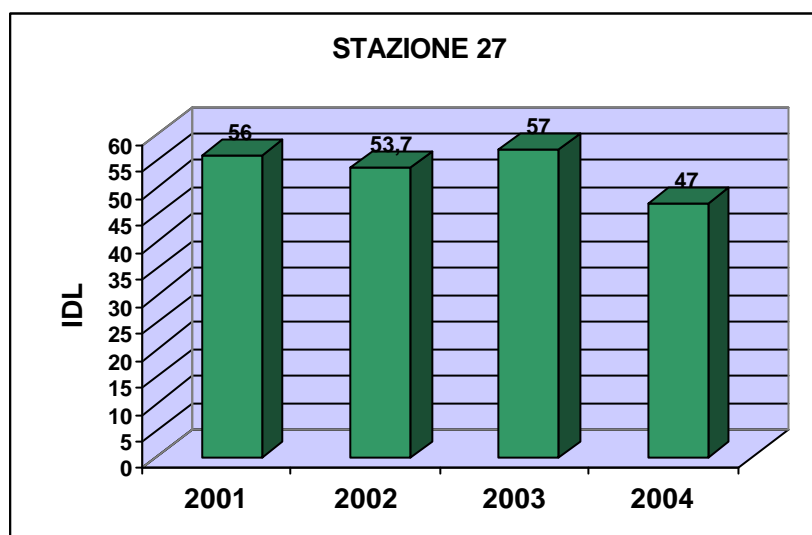


Specie indagine 2004: *Amandinea punctata*, *Caloplaca cerina*, *Collema furfuraceum*, *C. ligerinum*, *Hyperphyscia adglutinata*, *Lecidella elaeochroma*, *Lecanora chlarotera*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *Physconia distorta*, *P. grisea*, *Xanthoria parietina*.

Specie presenti negli anni precedenti e non ritrovate nell'indagine 2004: *Lecanora carpinea*, *Physcia biziana*.

Note: nel 2004 a causa della presenza di edera negli alberi B e C, il reticolo di campionamento è stato posizionato in un'esposizione diversa rispetto alle indagini precedenti.

Serra S. Quirico loc. Trivio



Specie indagine 2004: *Candelariella xanthostigma*, *Hyperphyscia adglutinata*, *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 2004: *Lecanora chlarotera*, *Phaeophyscia hirsuta*.

In generale la situazione della qualità ambientale nell'area di studio risulta pressoché invariata rispetto a quella registrata nelle campagne di biomonitoraggio precedenti (2001, 2002 e 2003). 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 e 4.10 mostrano i cambiamenti rispetto alle indagini precedenti. I salti di fascia registrati nelle stazioni 1, 10, 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 4 queste stazioni, infatti, i valori dell'IDL sono molto prossimi al limite di soglia fra una fascia e l'altra.

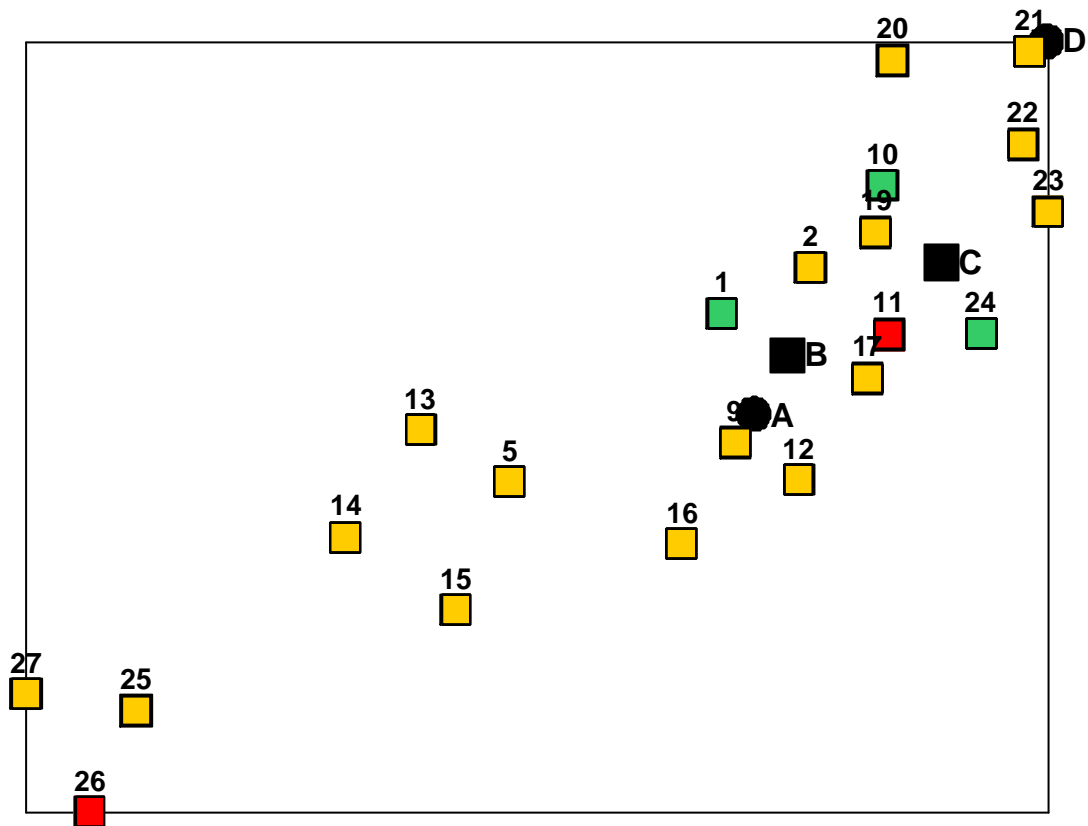


Figura 4.4 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

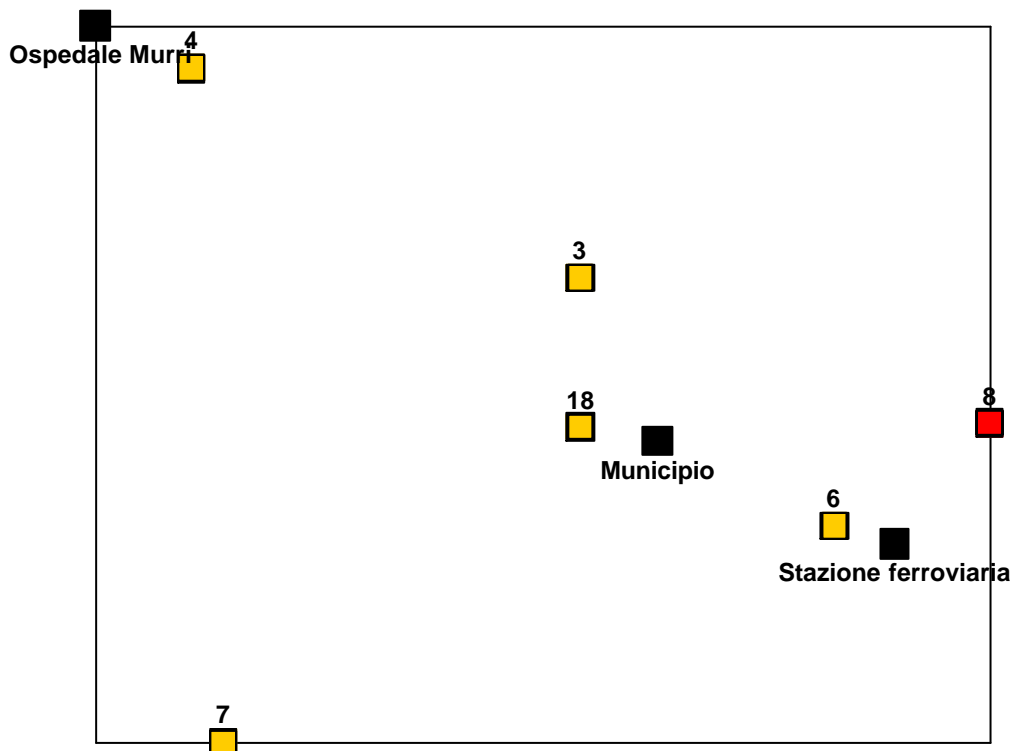


Figura 4.5 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2001 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata.

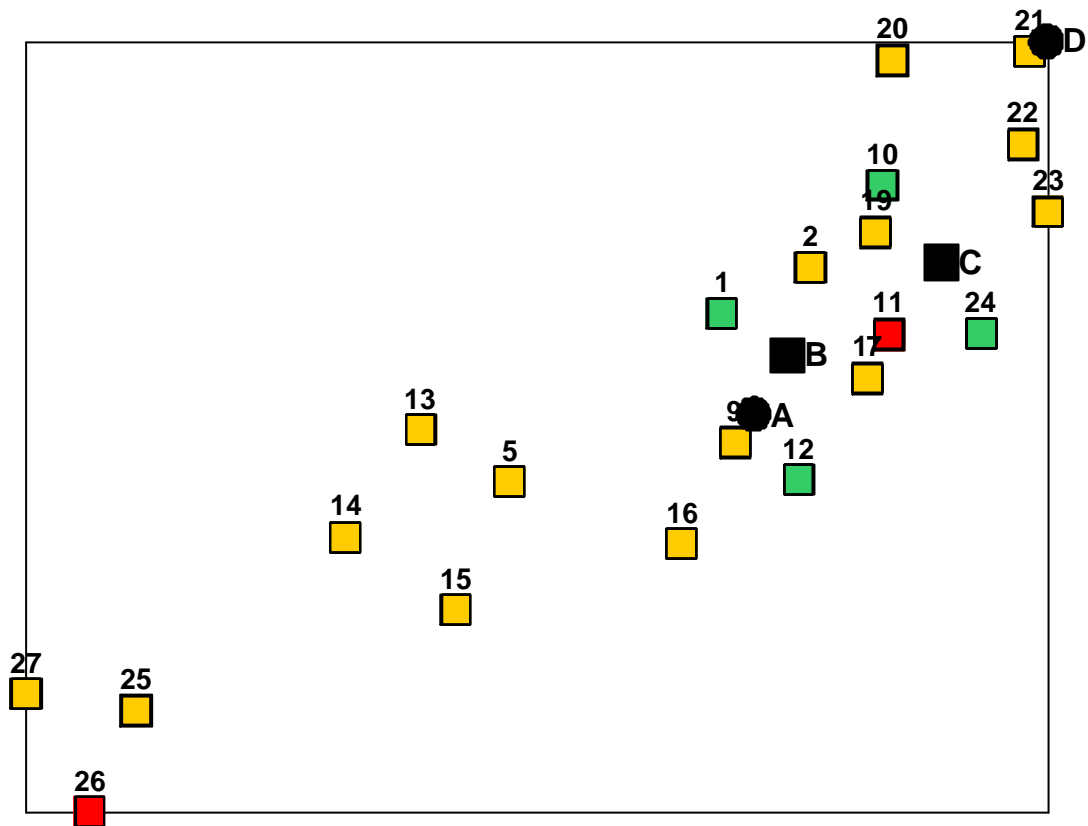


Figura 4.6 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area di studio. □ = situazione invariata; ▨ = situazione peggiorata; ▩ = situazione migliorata.

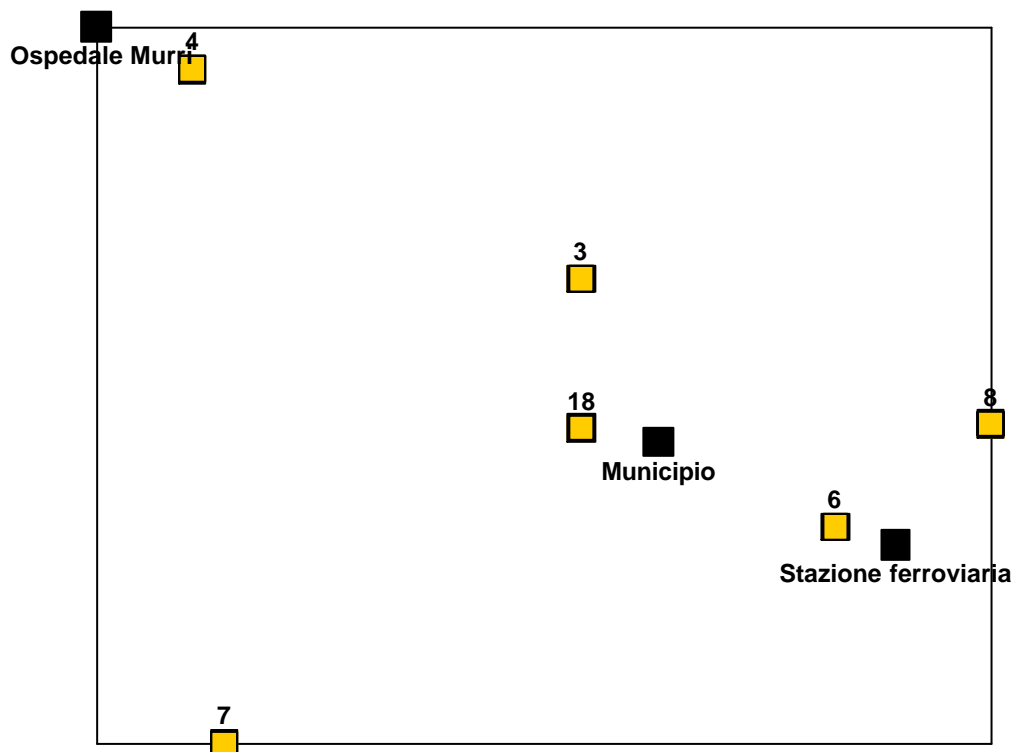


Figura 4.7 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

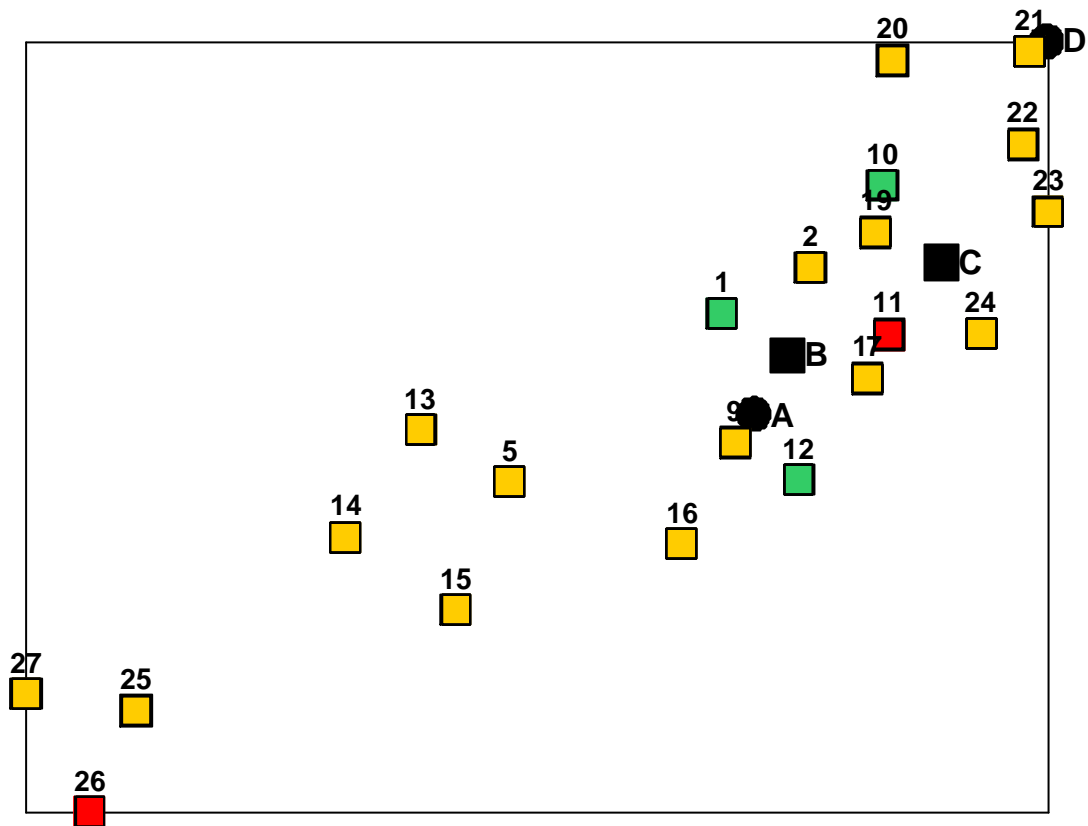


Figura 4.8 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area di studio. □ = situazione invariata; □ = situazione peggiorata; □ = situazione migliorata.

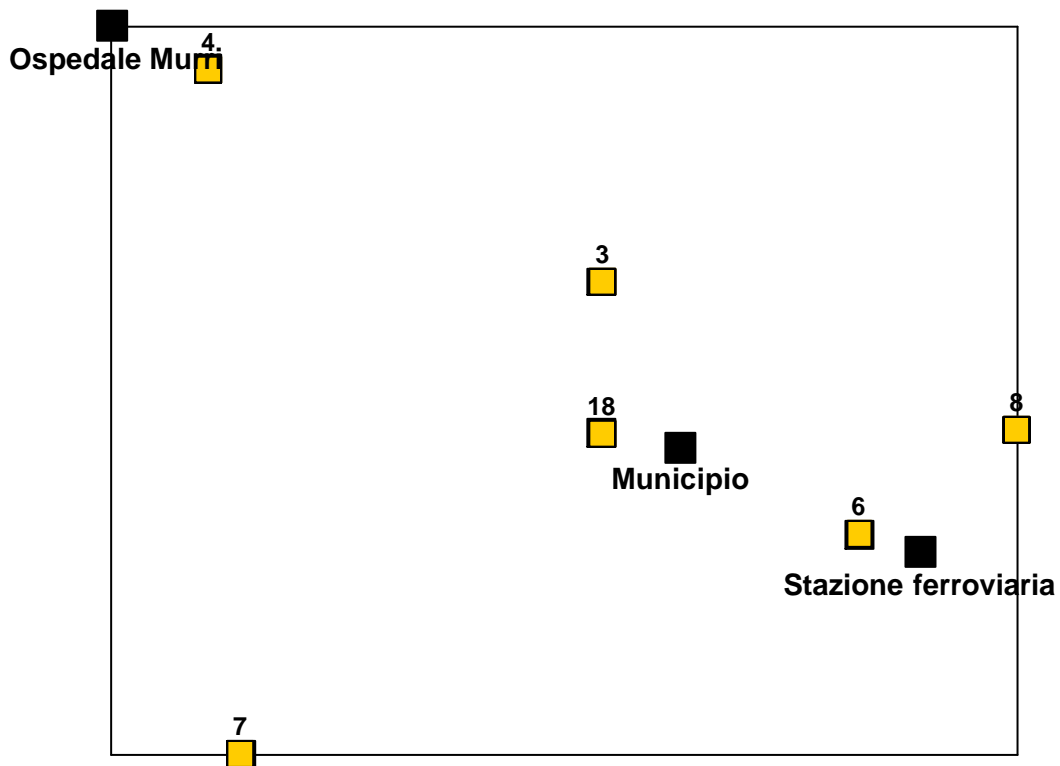


Figura 4.9 – Cambiamenti registrati nel valore dell'IDL della presente indagine rispetto al 2002 nell'area urbana di Jesi. □ = situazione invariata.

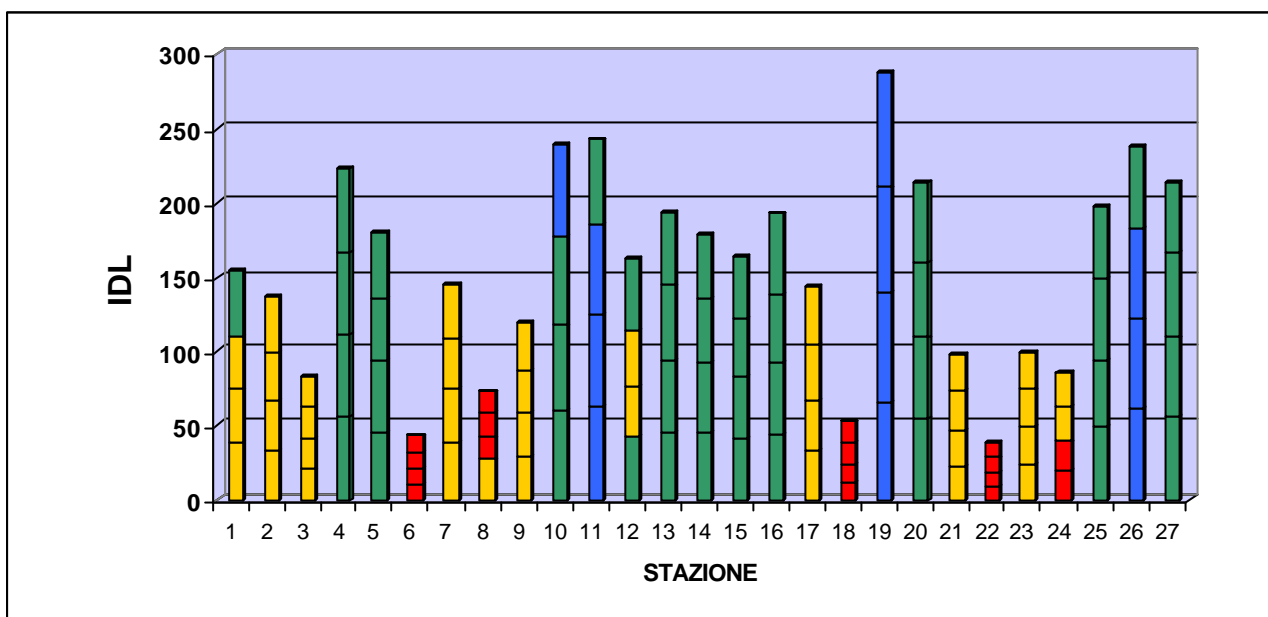


Figura 4.10 – Istogramma in pila dei valori dell’IDL in ogni stazione nei 4 anni di indagine (2001, 2002, 2003, 2004). Il colore delle barre indica la classe di naturalità/alterazione corrispondente.

Anche per quanto riguarda il passaggio dalla fascia di naturalità a quella di semi-naturalità delle stazioni 26 e 11 può essere fatto un ragionamento simile. Lo spostamento dell’esposizione del reticolo di campionamento dovuto alla comparsa di edera nella parte di tronco monitorata nelle campagne precedenti ha infatti comportato una leggera diminuzione del valore dell’IDL che, essendo prossimo al valore di soglia fra le due fasce, ha provocato il salto di fascia registrato.

Anche per il centro urbano di Jesi, la situazione generale è rimasta pressoché invariata rispetto ai due anni scorsi (Fig. 4.5, 4.7, 4.9 e 4.10). 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*. 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 Cd misurati nello standard sono risultati molto superiori rispetto ai valori di riferimento (International Atomic Energy Agency). Tale elemento non è stato quindi considerato nelle elaborazioni poiché i suoi valori non erano attendibili.

	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M	DS	CV%
Ag	0,07	0,04	0,08	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,01	21,9
Al	400	276	833	814	453	669	651	728	437	694	607	616	177	28,8
As	0,34	0,43	0,49	0,41	0,41	0,44	0,45	0,42	0,45	0,36	0,44	0,43	0,03	7,41
Ba	11,4	15,5	17,8	24,9	24,5	23,8	17,7	27,6	18,0	17,9	28,4	21,6	4,70	21,7
Be	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02	0,03	0,01	28,9
Bi	0,01	0,03	0,04	0,03	0,12	0,03	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,03	60,9
Ca	2190	3367	3111	4756	3566	4107	3890	4922	3528	3369	4257	3887	613	15,8
Co	0,23	0,27	0,37	0,36	0,30	0,40	0,39	0,40	0,29	0,33	0,33	0,34	0,05	13,9
Cr	1,05	1,24	2,06	2,27	1,55	2,03	2,39	2,27	1,98	1,76	1,99	1,95	0,35	18,0
Cs	0,06	0,05	0,12	0,14	0,09	0,13	0,11	0,12	0,09	0,09	0,11	0,10	0,02	23,1
Cu	7,94	10,3	9,27	11,1	10,0	11,8	19,9	13,1	12,0	9,51	10,9	11,8	3,09	26,2
Fe	481	477	804	895	605	814	974	939	626	735	751	762	158	20,7
Ga	0,13	0,12	0,27	0,28	0,14	0,22	0,22	0,25	0,14	0,23	0,19	0,21	0,06	27,3
In	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,5
K	915	1517	834	996	1239	971	916	882	1210	1193	1136	1089	209	19,2
Li	0,46	0,39	0,90	1,01	0,57	0,83	0,76	0,75	0,63	0,76	0,79	0,74	0,18	23,7
Mg	857	1073	1438	1159	1400	1161	1156	1456	1642	1473	1511	1347	193	14,3
Mn	21,2	24,0	24,8	38,3	30,8	29,8	31,6	32,1	29,5	27,0	37,3	30,5	4,69	15,4
Na	220	333	296	560	376	635	921	305	2073	607	1444	755	582	77,1
Ni	1,47	11,4	2,53	2,72	2,57	2,83	3,41	3,85	2,34	2,71	3,10	3,75	2,73	72,9
Pb	3,90	4,57	6,69	7,53	6,45	7,25	8,57	6,84	6,77	4,96	6,53	6,61	1,16	17,5
Rb	1,86	1,67	2,55	4,10	2,81	3,49	2,50	3,38	3,33	2,87	3,57	3,03	0,69	22,8
Se	0,09	0,39	0,12	0,06	0,23	0,09	0,00	0,00	0,11	0,13	0,10	0,12	0,11	93,3
Sr	18,8	23,9	30,4	29,1	33,1	26,0	26,0	36,9	28,4	28,3	30,3	29,2	3,75	12,8
Tl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,001	0,002	288
U	0,26	0,27	0,31	0,29	0,33	0,32	0,31	0,39	0,32	0,33	0,34	0,32	0,03	10,1
V	1,41	1,26	2,18	2,19	1,69	2,05	2,21	2,21	1,57	1,78	1,70	1,88	0,33	17,6
Zn	26,7	35,5	46,5	35,2	52,5	41,3	49,0	57,5	40,5	40,4	71,3	47,0	11,16	23,8

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 (%).

I coefficienti di variazione percentuale indicano che le concentrazioni della maggior parte degli elementi esaminati sono sostanzialmente costanti ad eccezione di Bi, Na, Ni, Se e Tl 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-Whitney) 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
Ag	S	NS	S	S	S	S	S	S	S	S
Al	S	S	S	NS	S	S	S	NS	S	S
As	S	S	S	S	S	S	S	S	NS	S
Ba	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Be	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS
Bi	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ca	S	S	S	NS	S	S	S	S	S	S
Cd	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Co	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cr	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cs	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cu	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Fe	NS	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ga	S	S	S	NS	S	S	S	S	S	S
In	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K	S	S	NS	S	NS	NS	NS	NS	S	S
Li	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mg	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mn	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Na	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ni	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Pb	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Rb	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Se	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sr	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tl	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S
U	NS	S	S	S	S	S	S	S	S	S
V	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Zn	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Tabella 4.6 - Risultati del confronto statistico (test U di Mann-Whitney) 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.

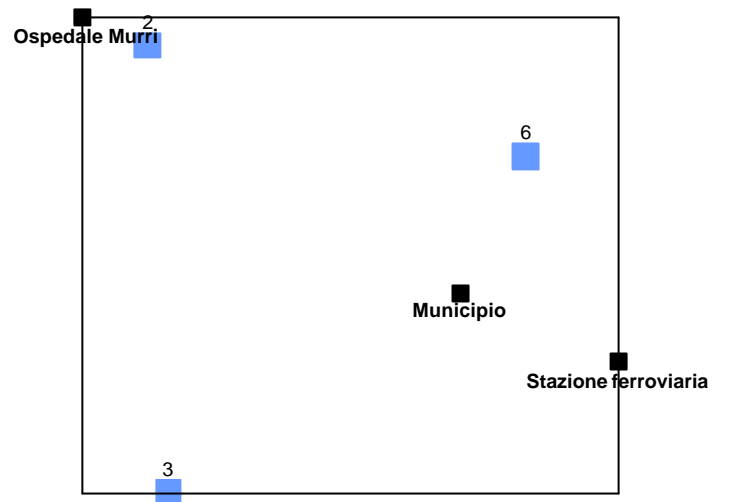
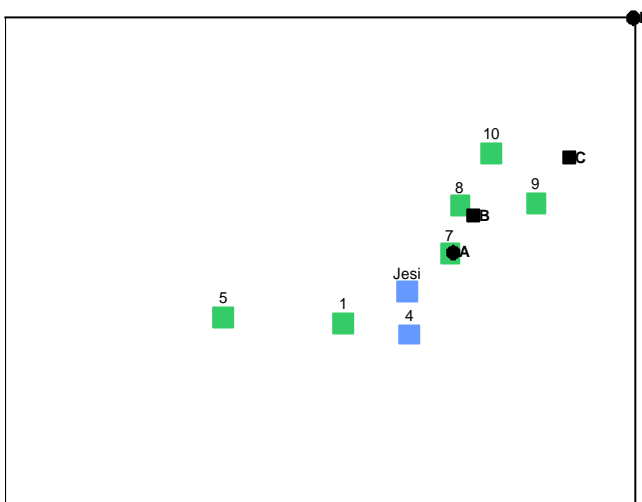
Per risolvere tale problema, in questo studio, è stato calcolato il rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio). I risultati sono stati interpretati attraverso la scala a 5 classi riportata in Tab. 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.*, 2002). 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	—

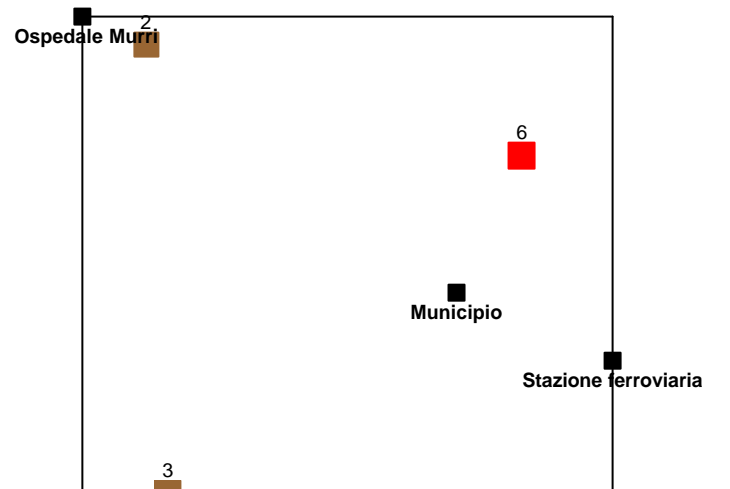
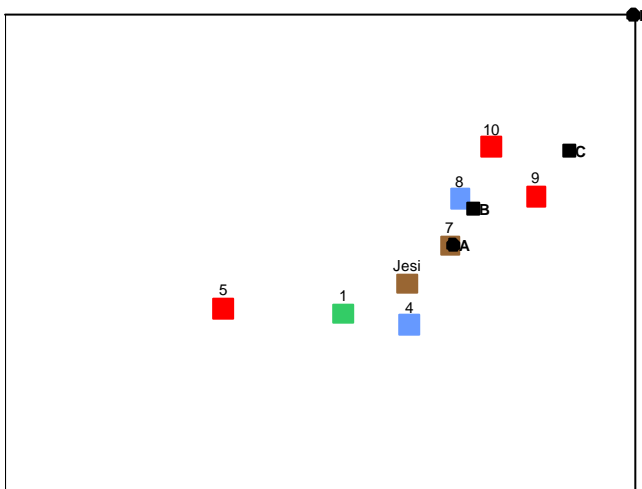
Tabella 4.7- Scala utilizzata per l'interpretazione del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo.

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.

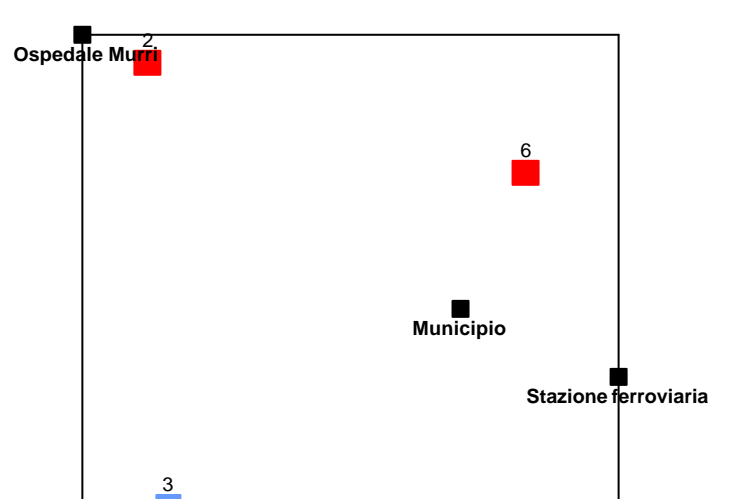
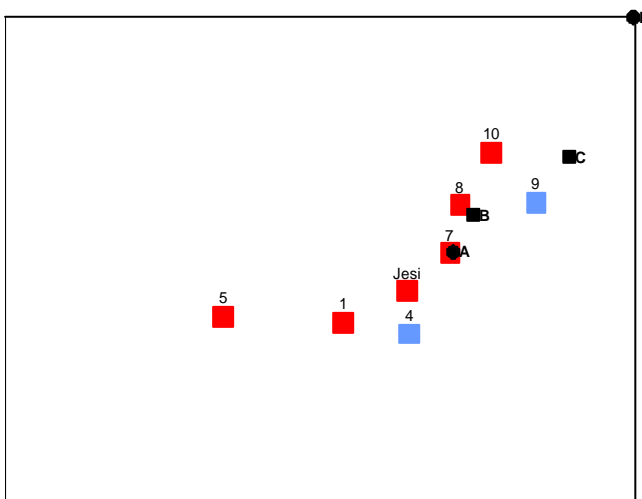
Argento:



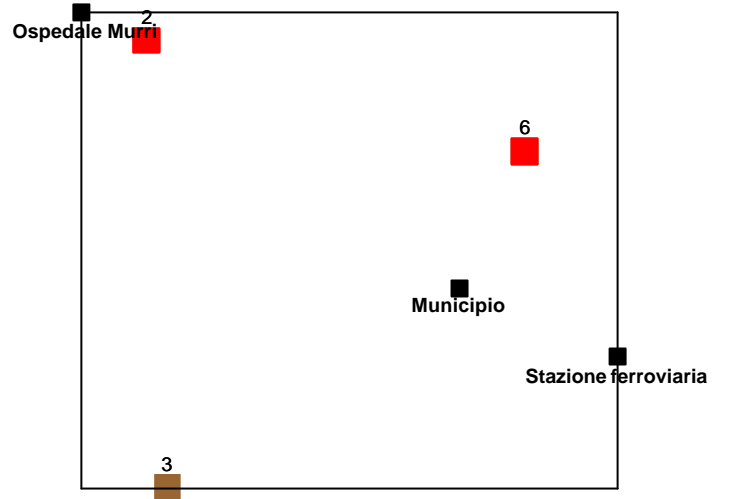
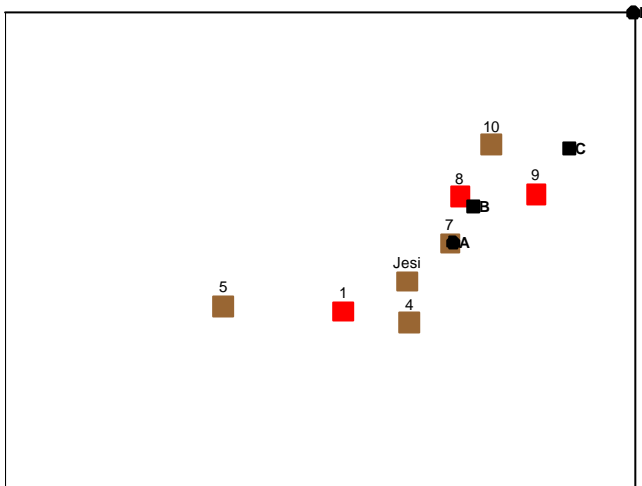
Alluminio:



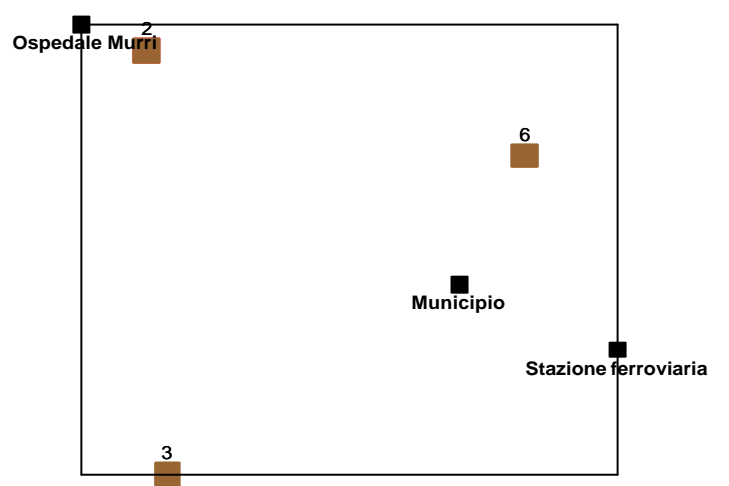
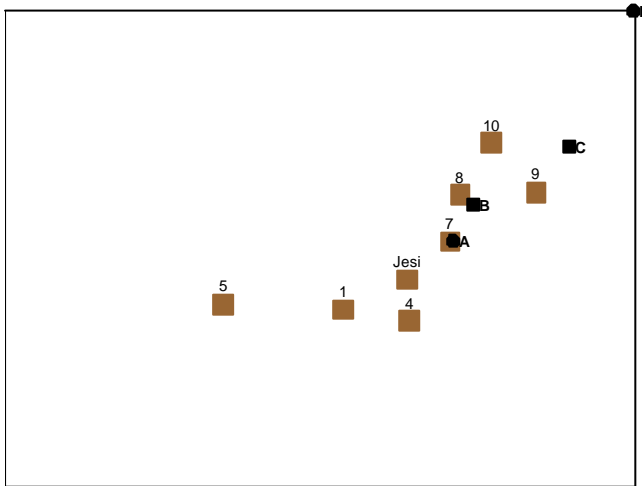
Arsenico:



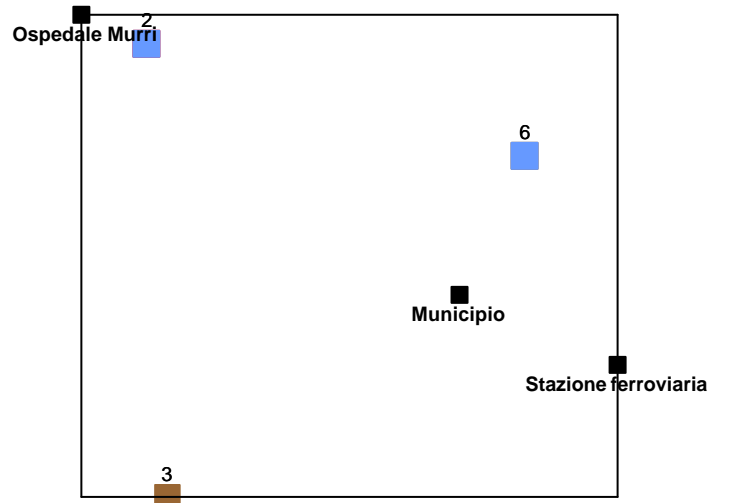
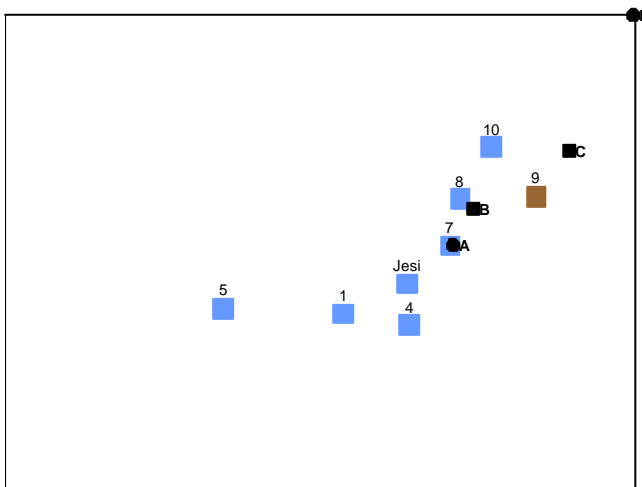
Bario:



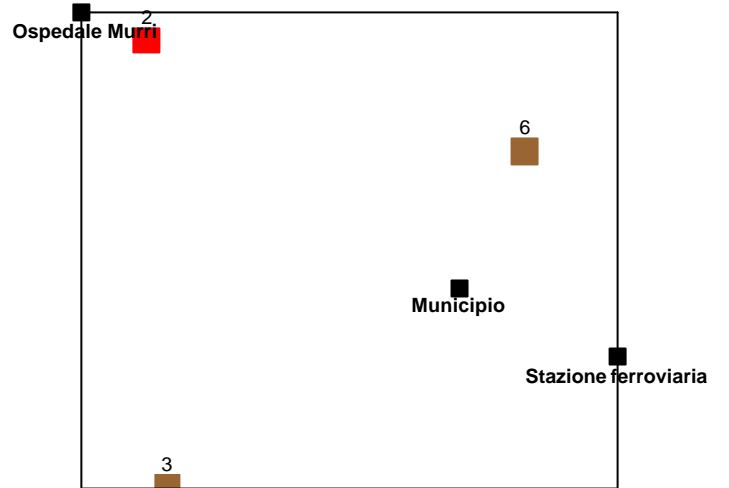
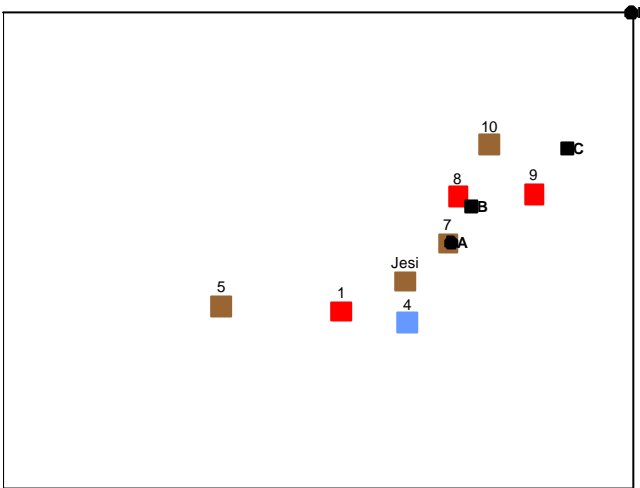
Bismuto:



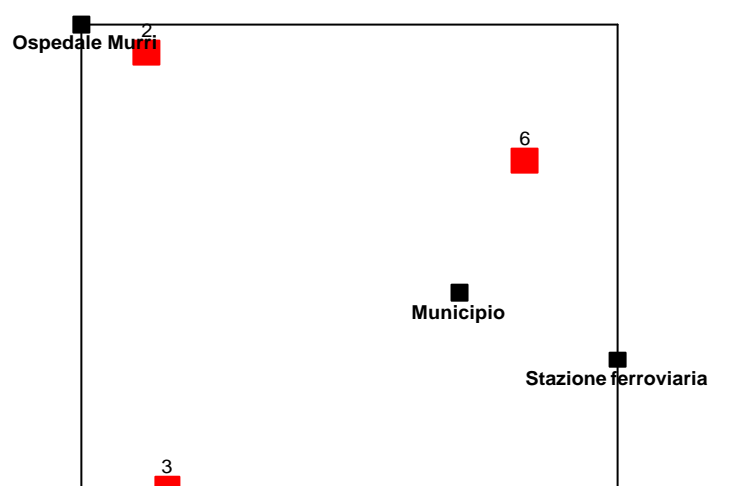
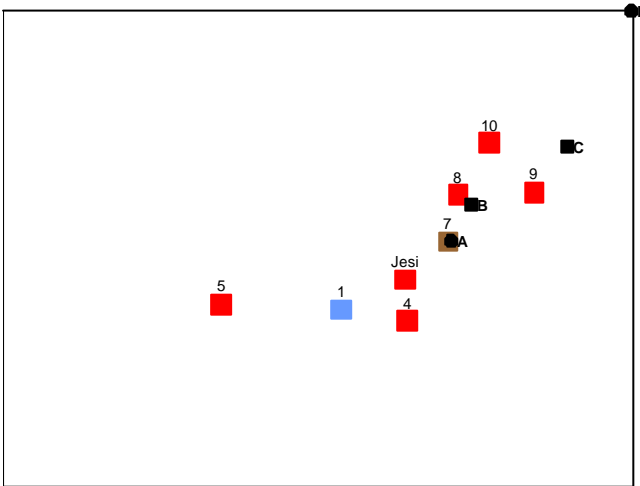
Berillio:



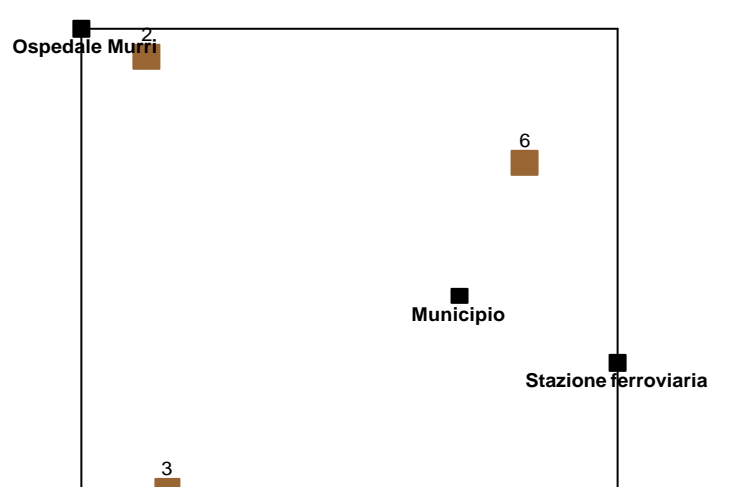
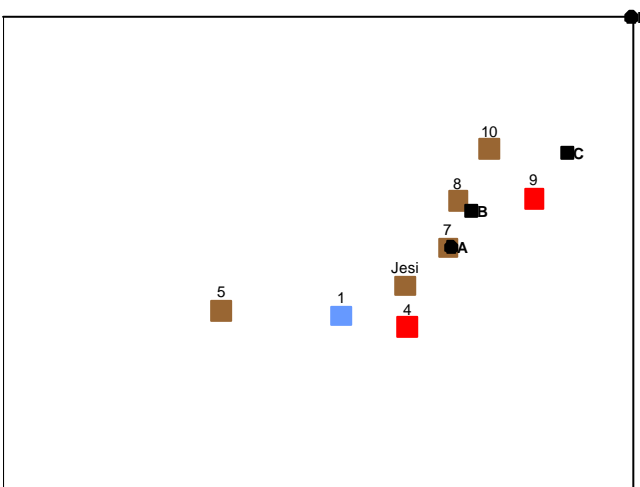
Calcio:



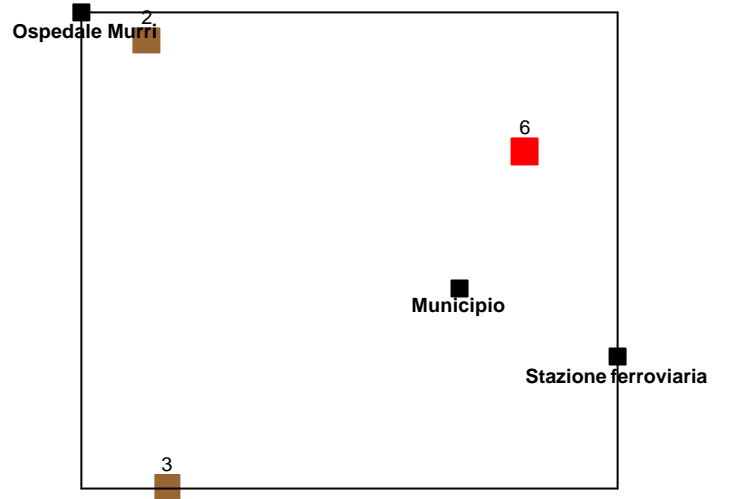
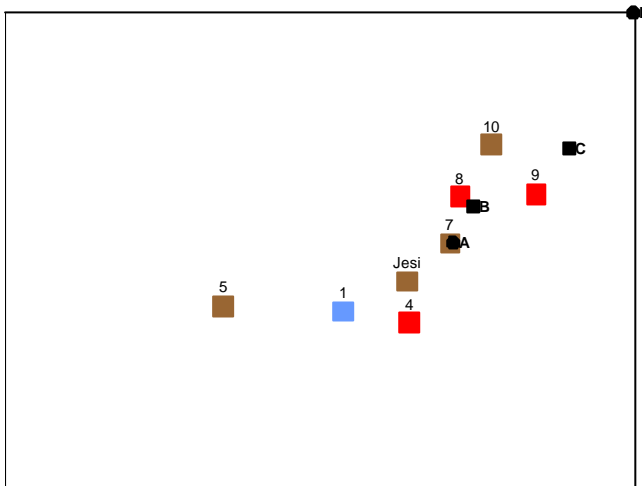
Cobalto:



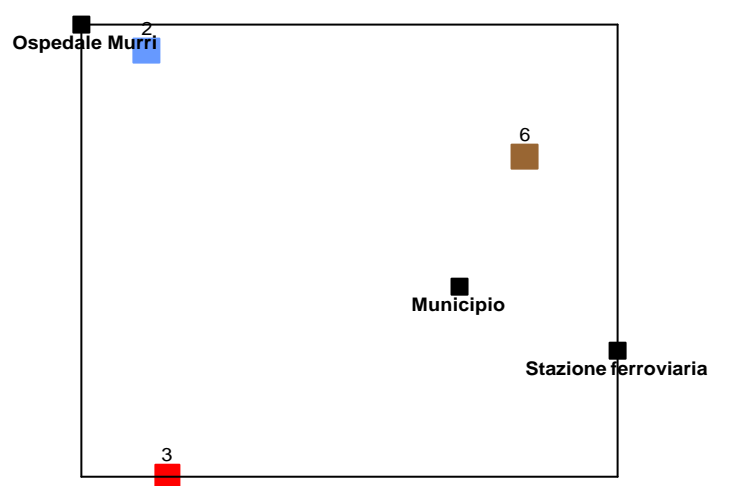
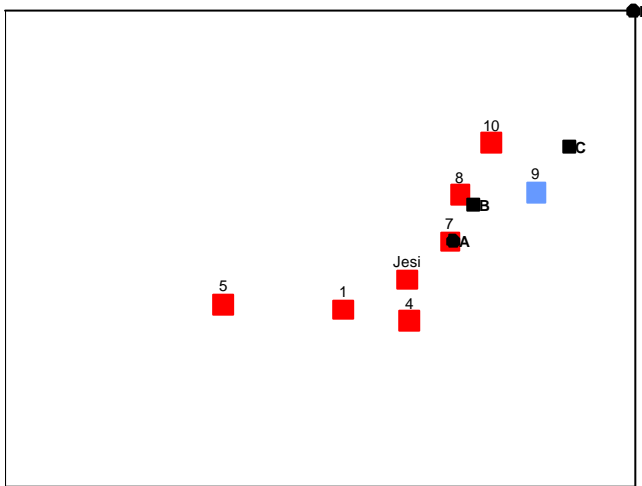
Cromo:



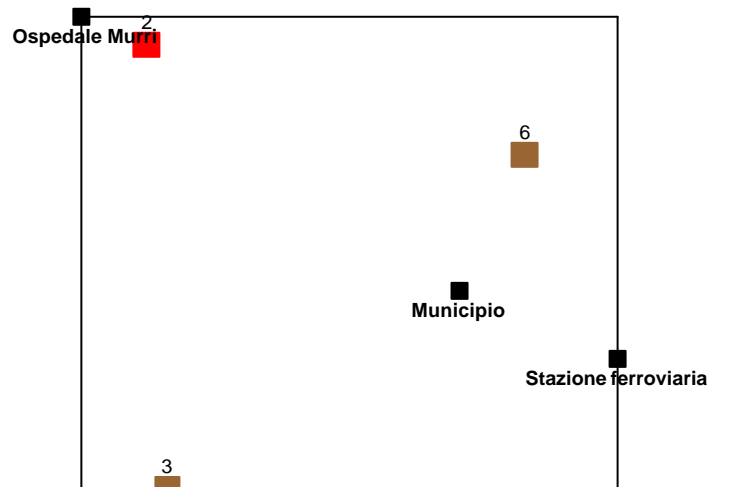
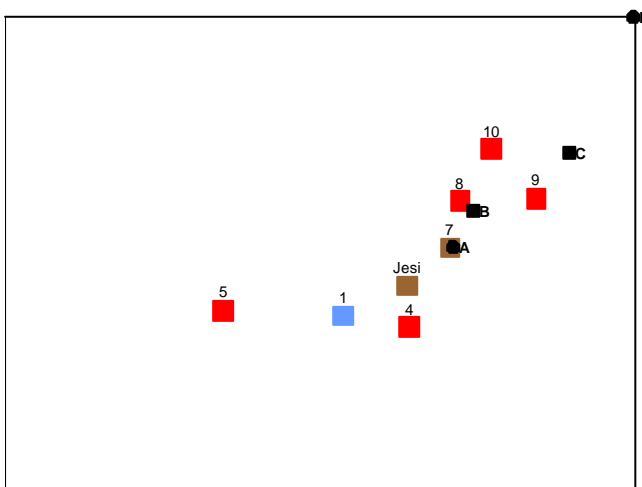
Cesio:



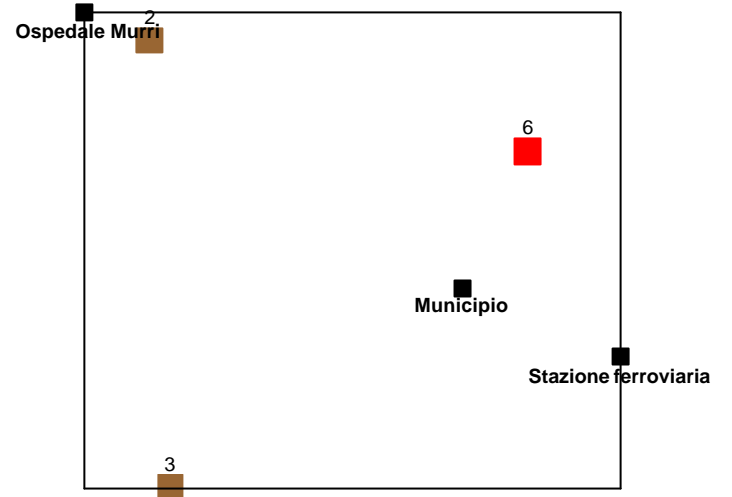
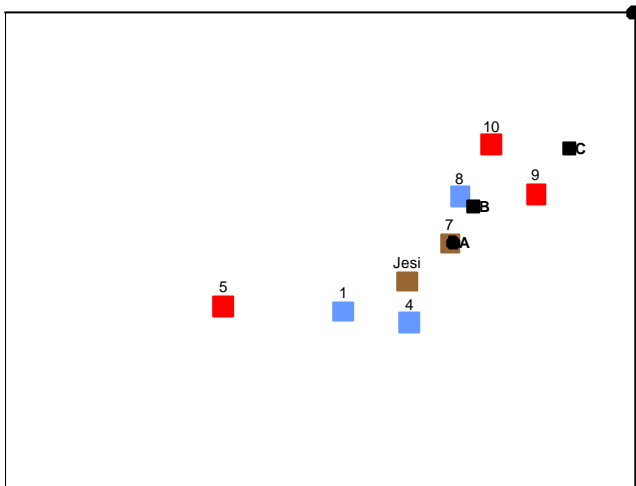
Rame:



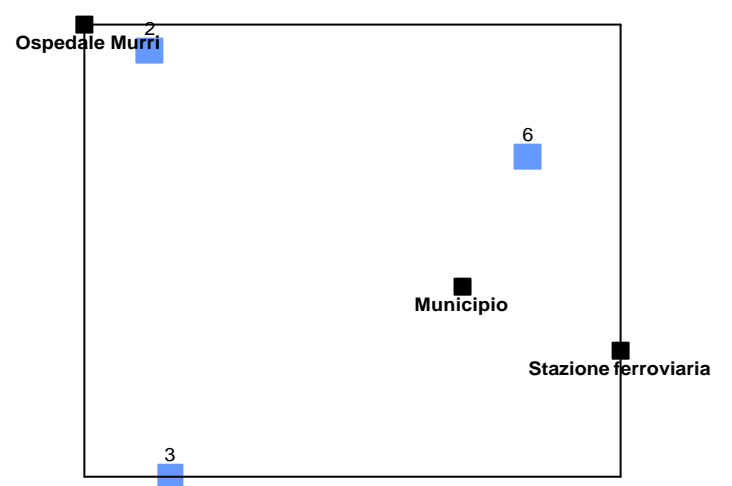
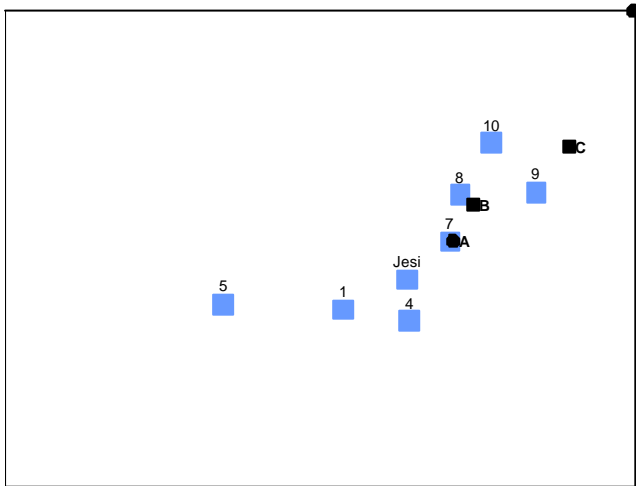
Ferro:



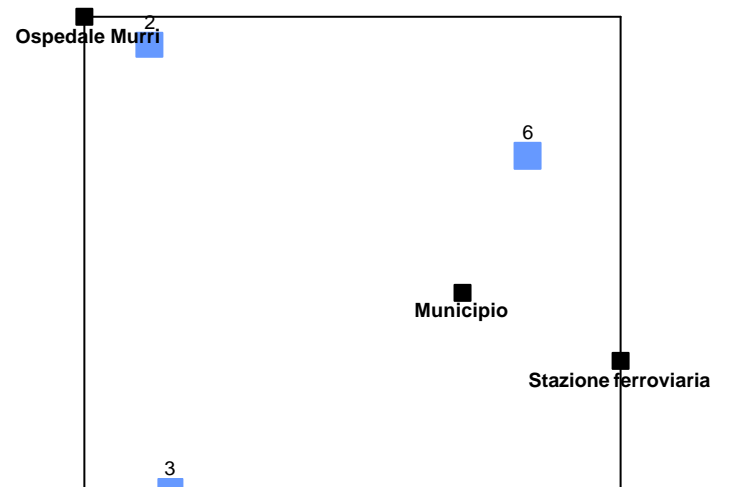
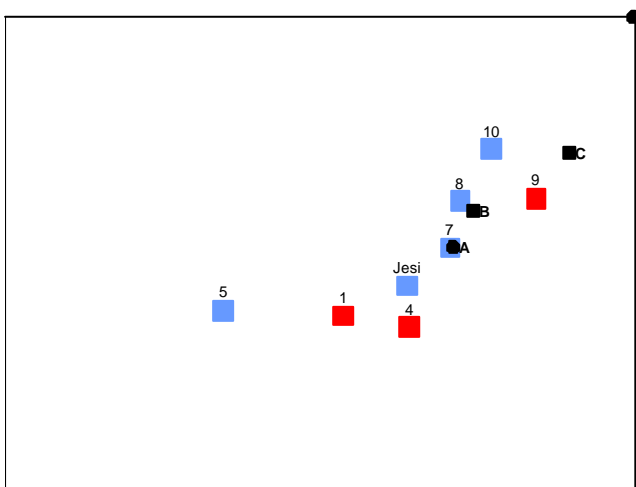
Gallio:



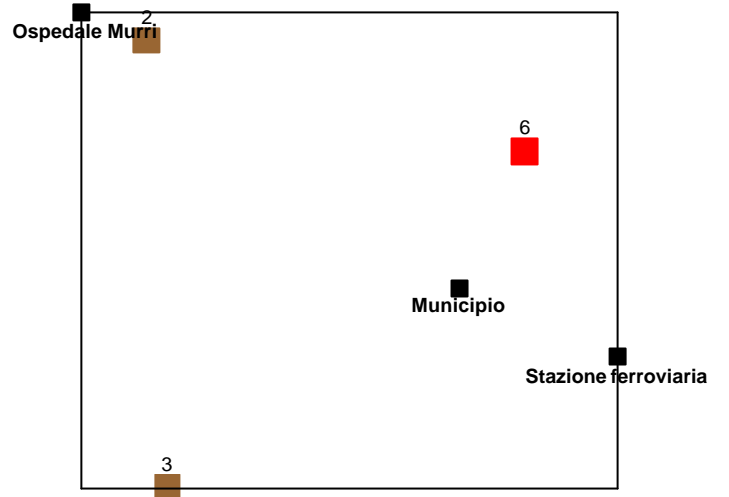
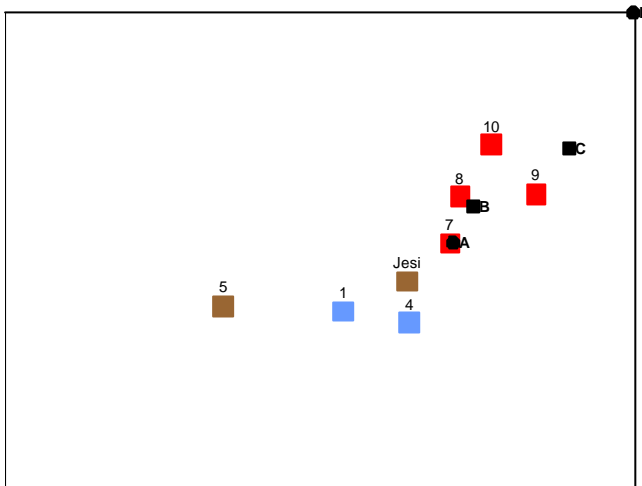
Indio:



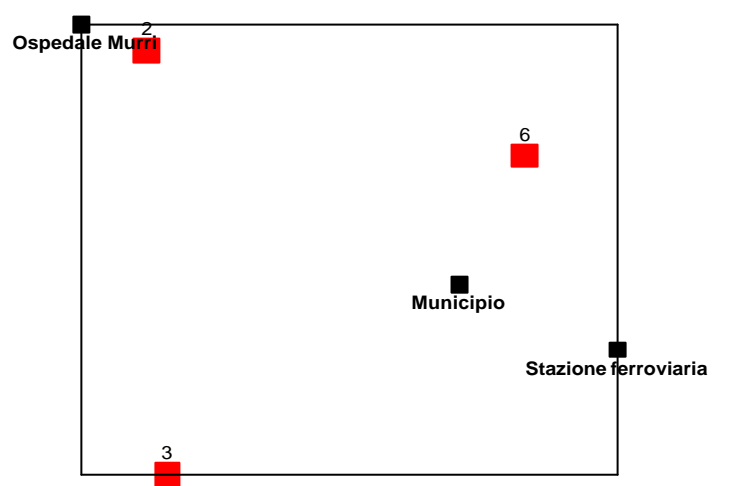
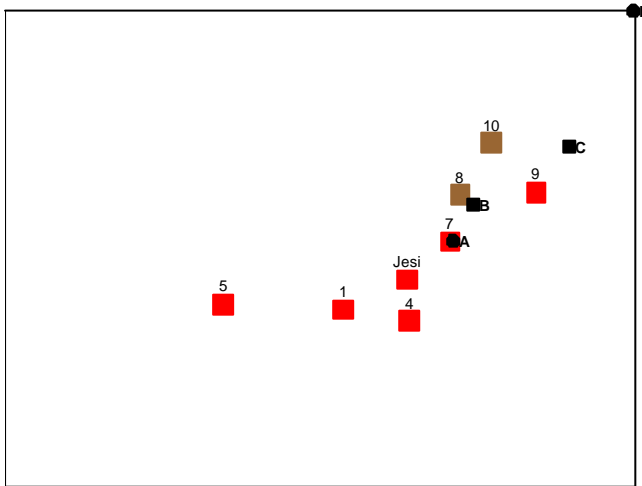
Potassio:



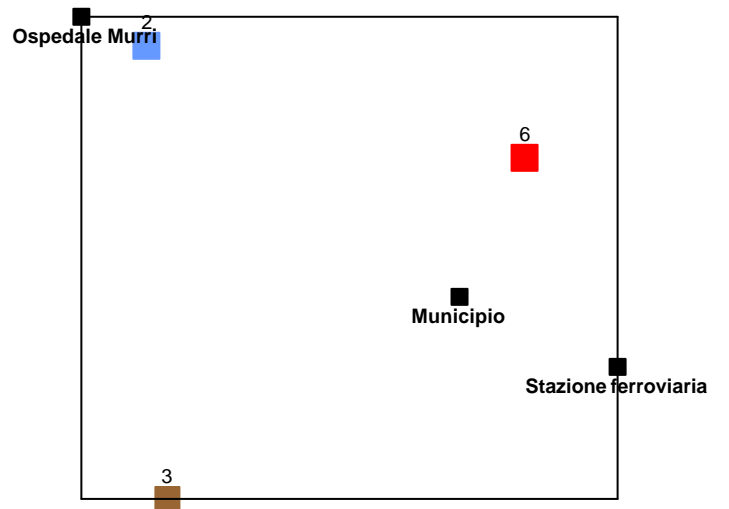
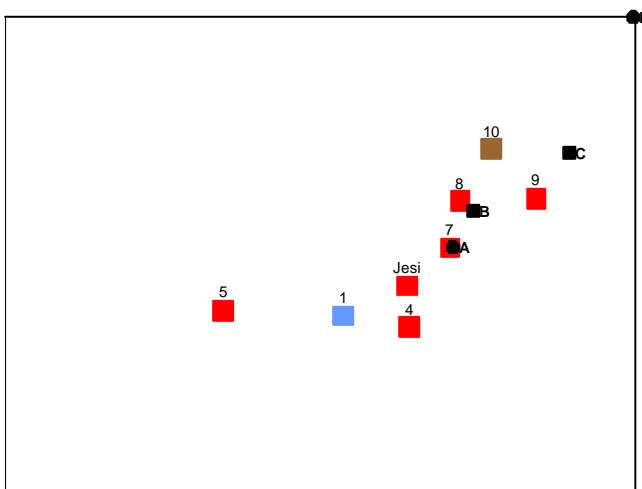
Litio:



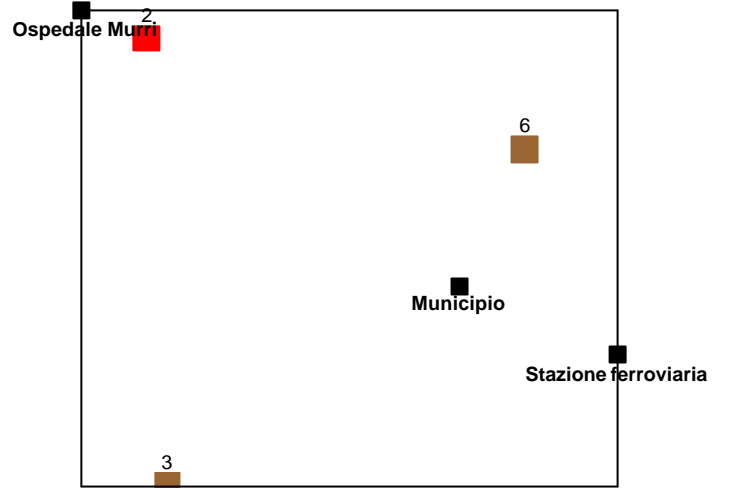
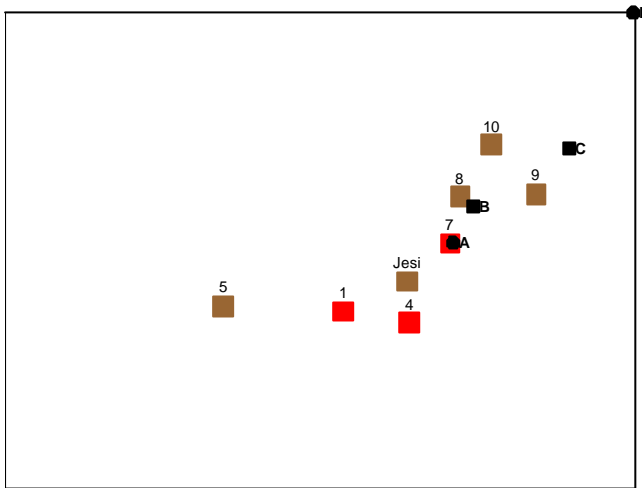
Magnesio:



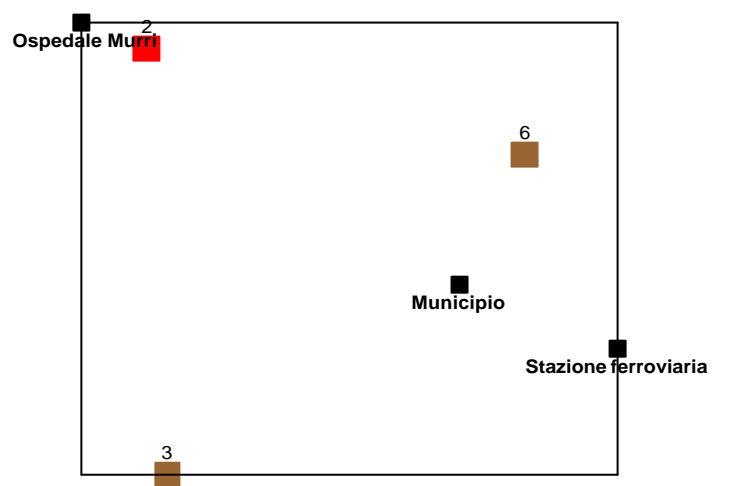
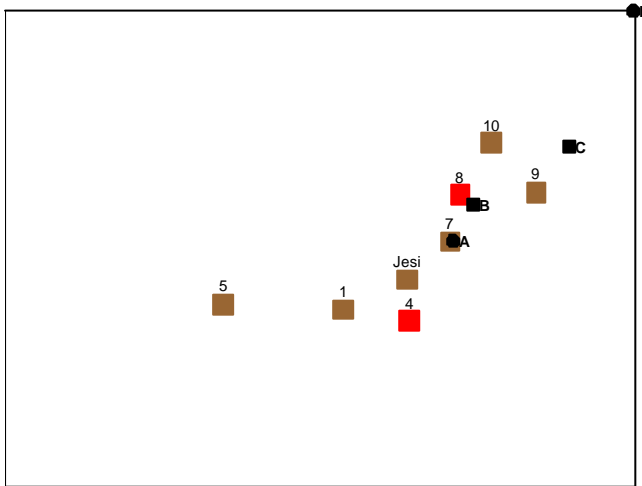
Manganese:



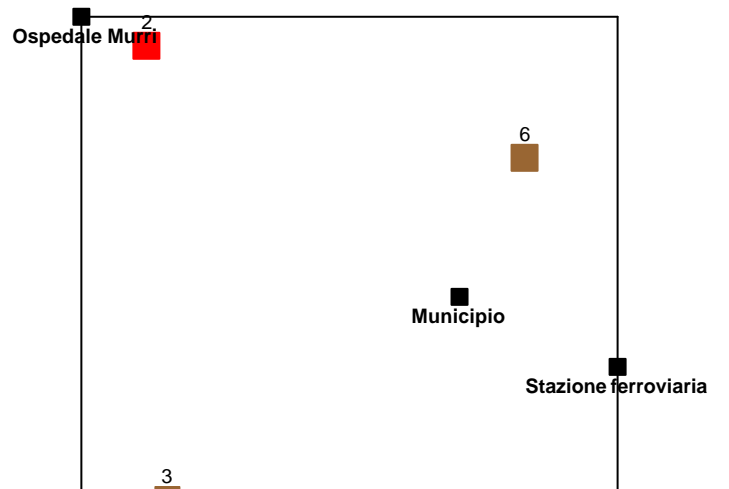
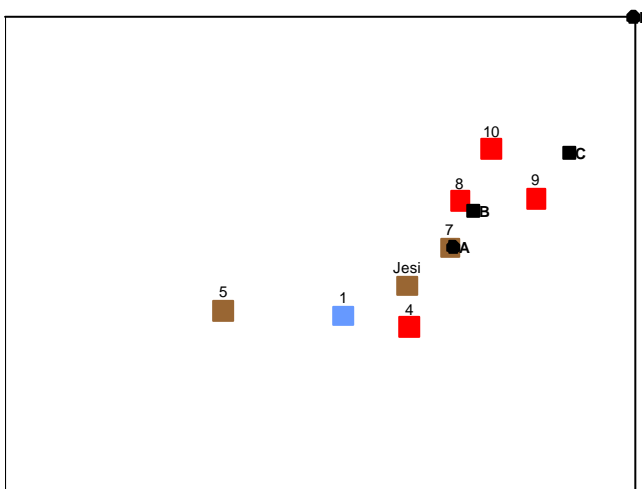
Sodio:



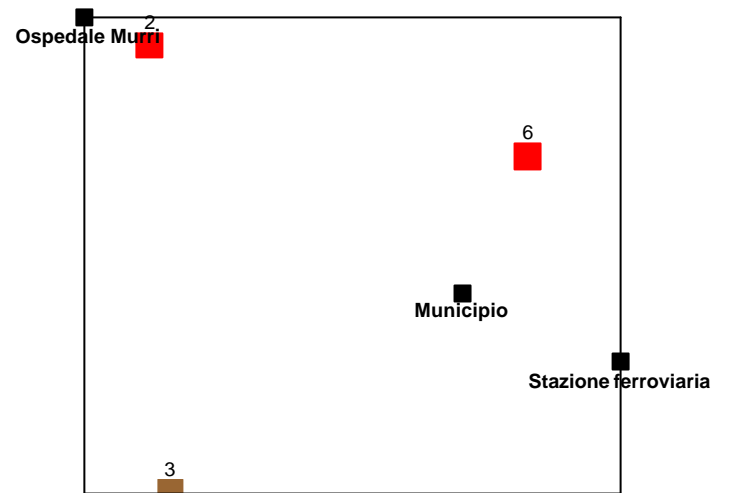
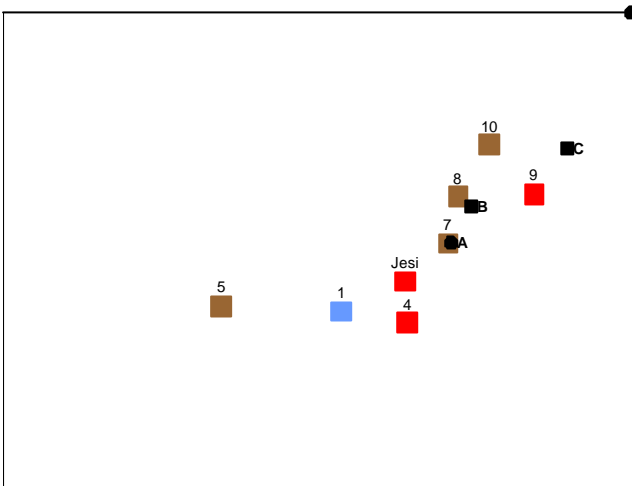
Nichel:



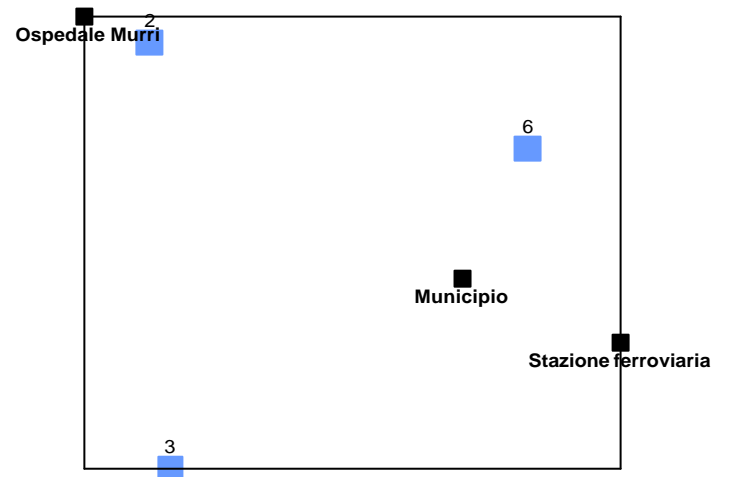
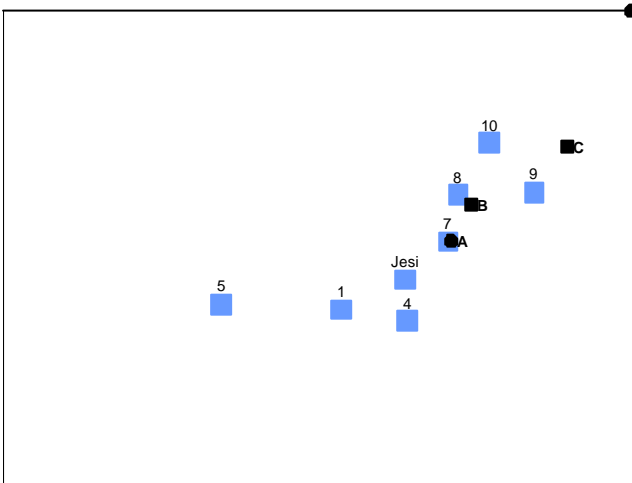
Piombo:



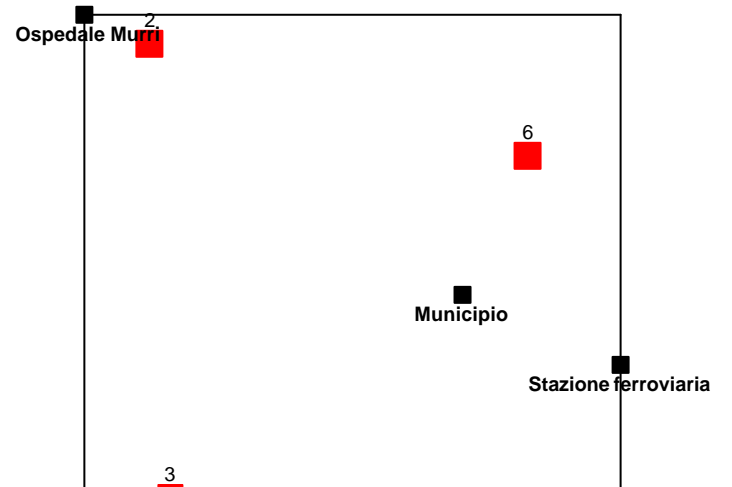
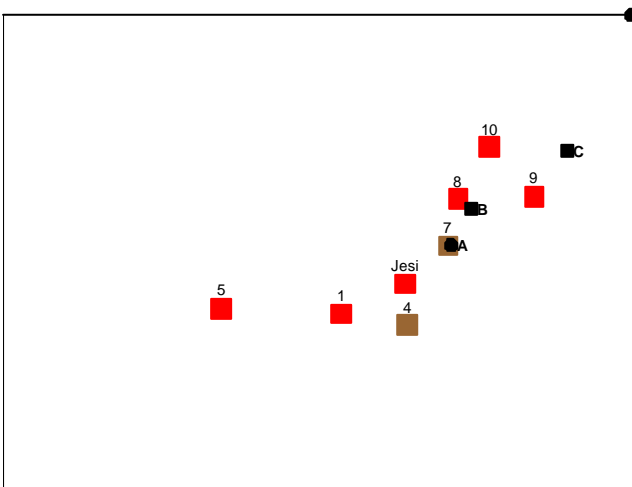
Rubidio:



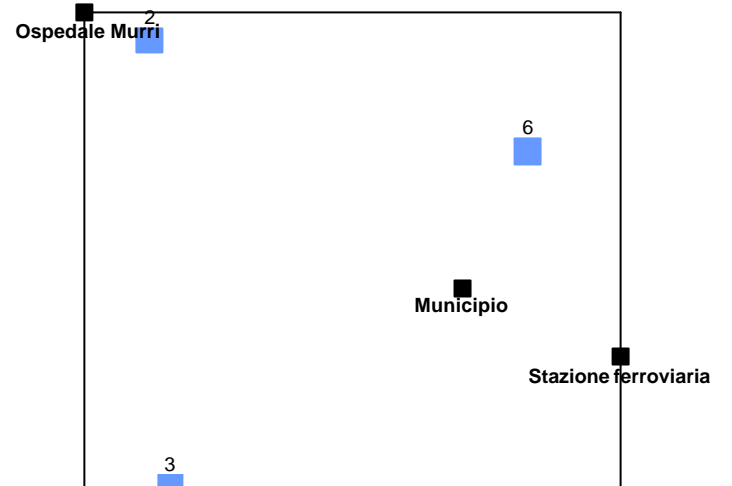
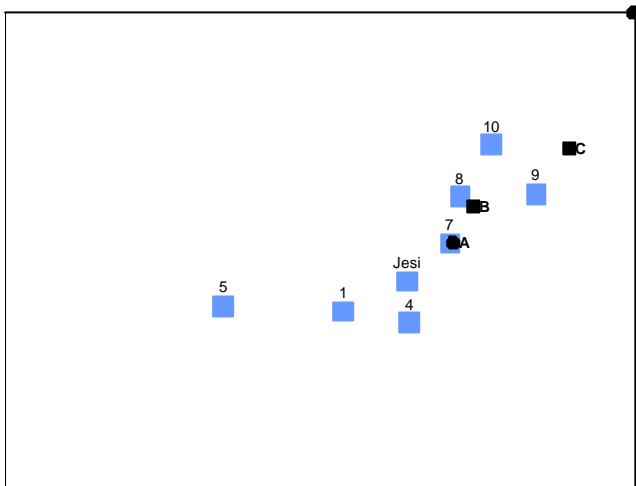
Selenio:



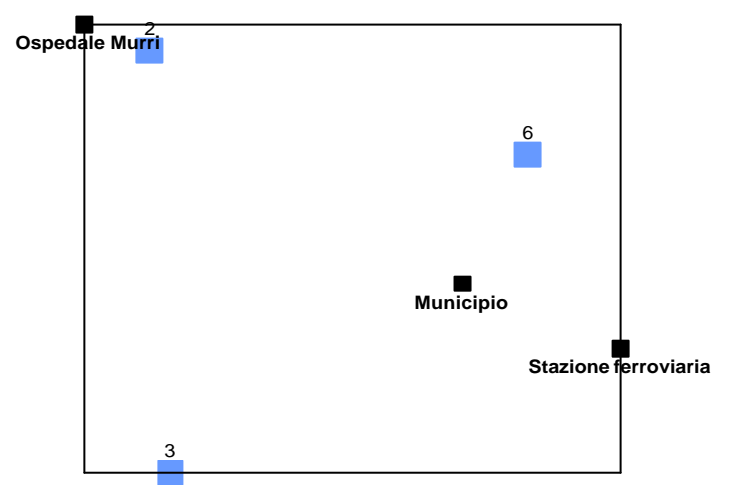
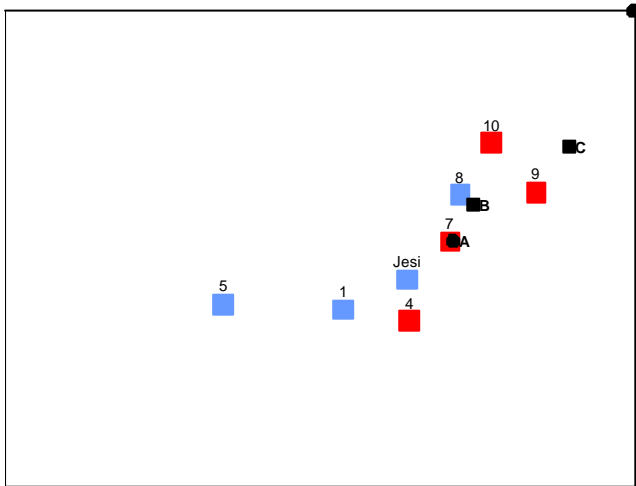
Stronzio:



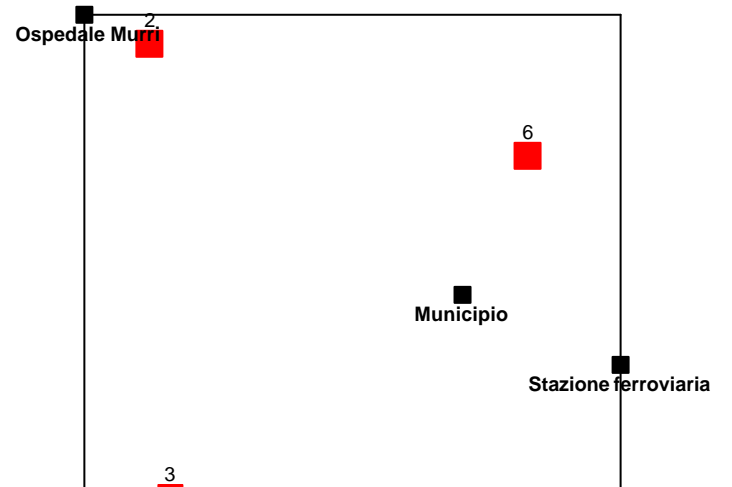
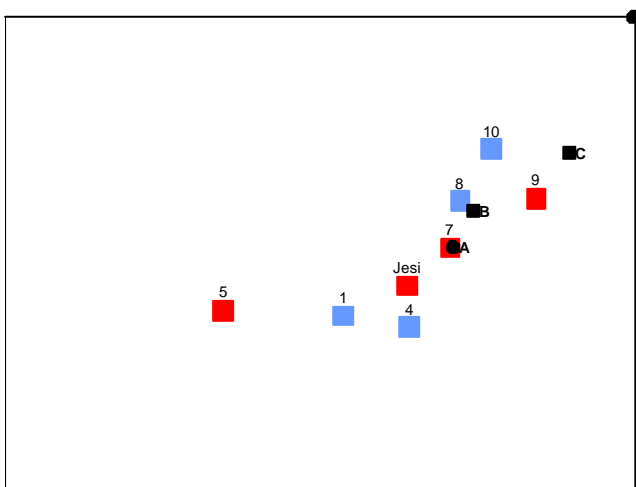
Tallio:



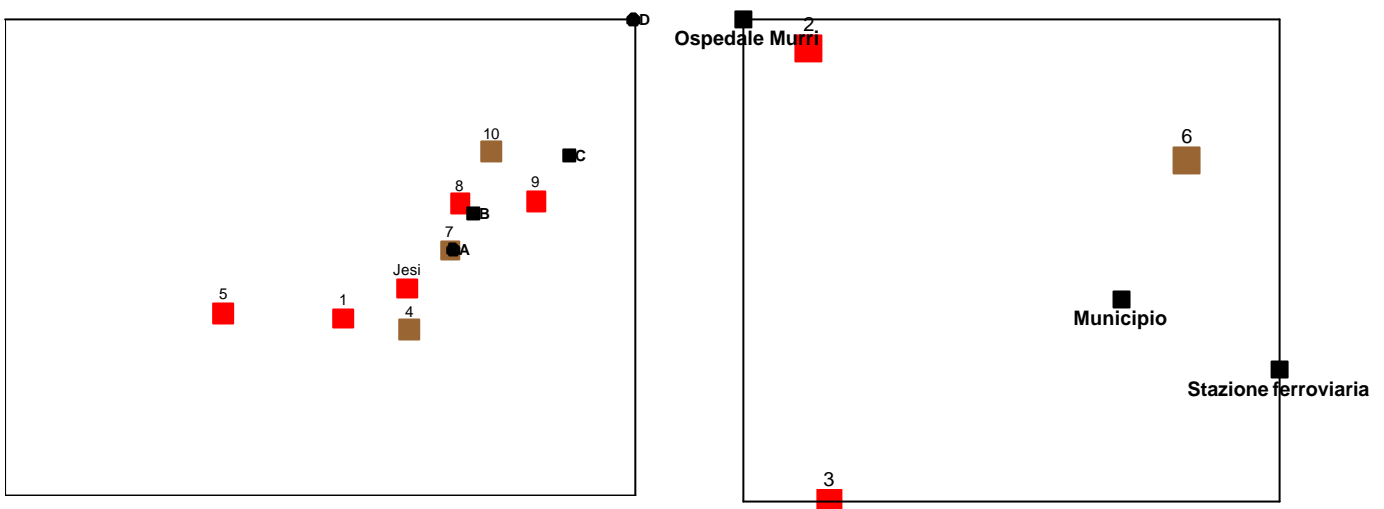
Uranio:



Vanadio:



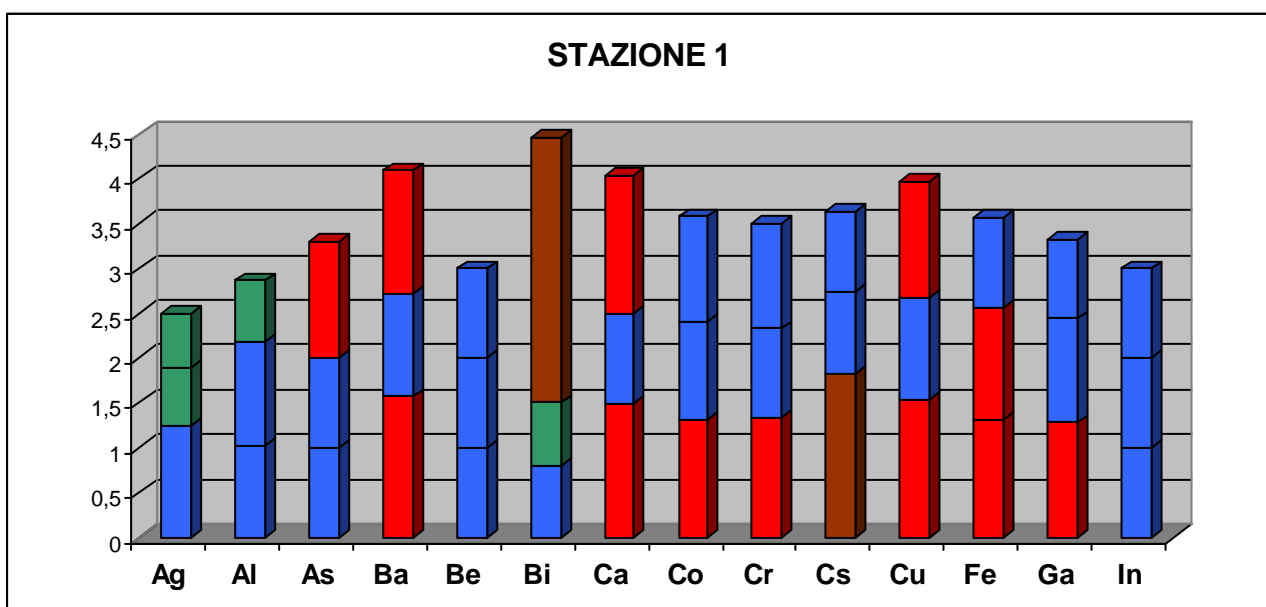
Zinco:

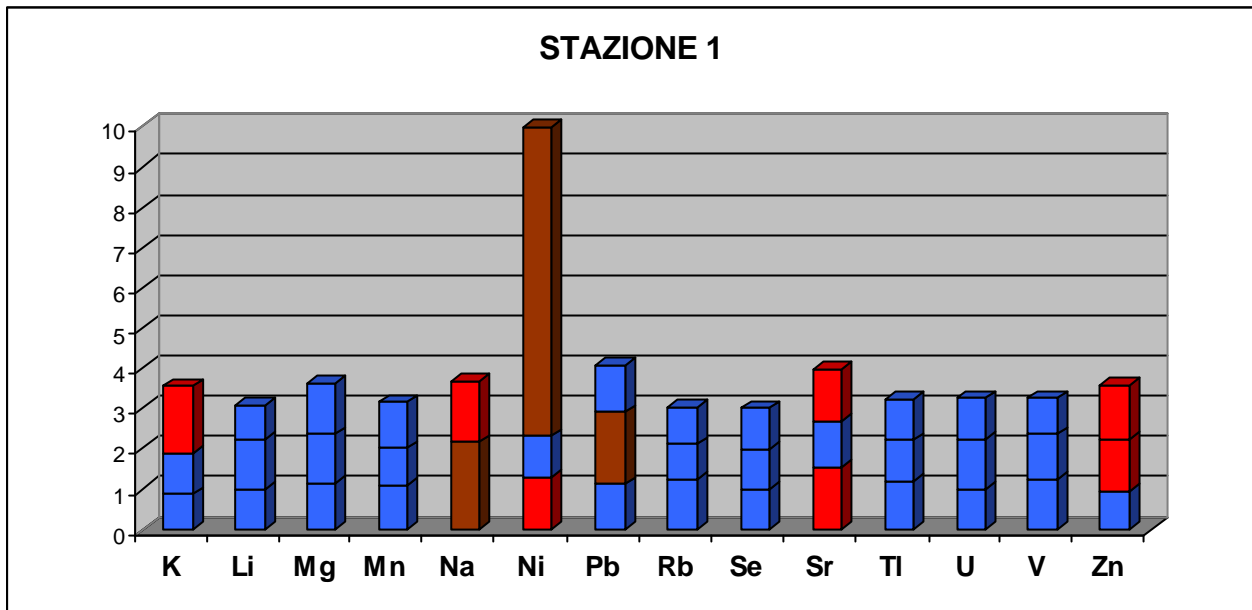


4.2.1 CONFRONTO CON LE INDAGINI PRECEDENTI

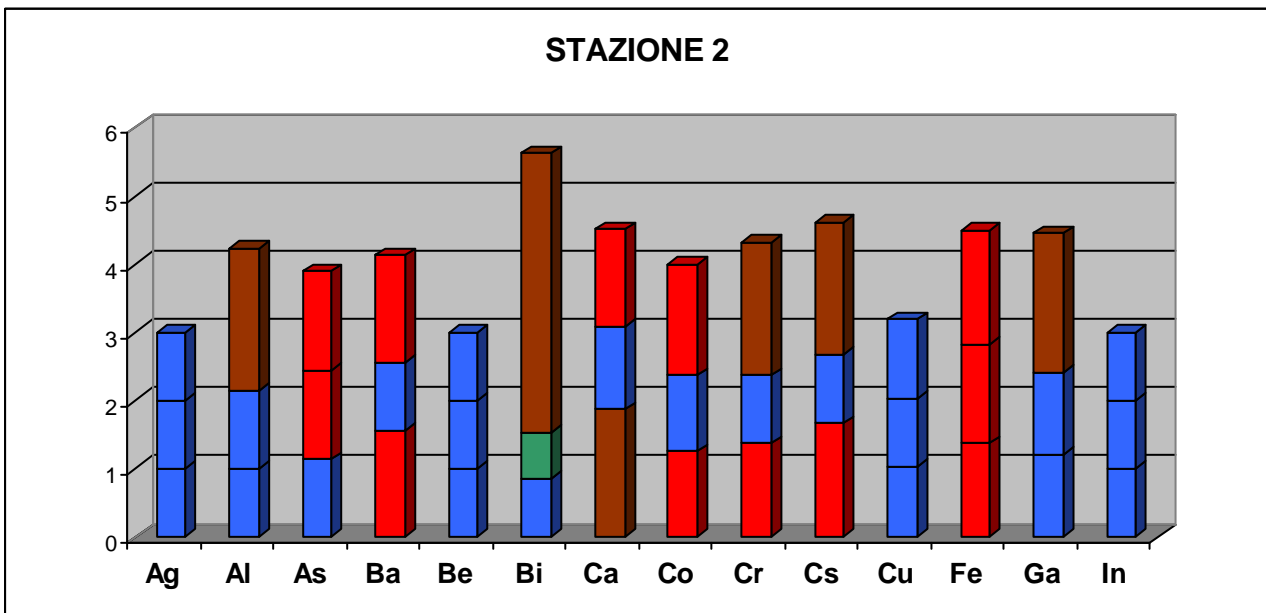
Di seguito, per ogni stazione viene riportato un grafico con i valori del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio), relativi a tutti gli elementi considerati rispettivamente nei tre anni di indagine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

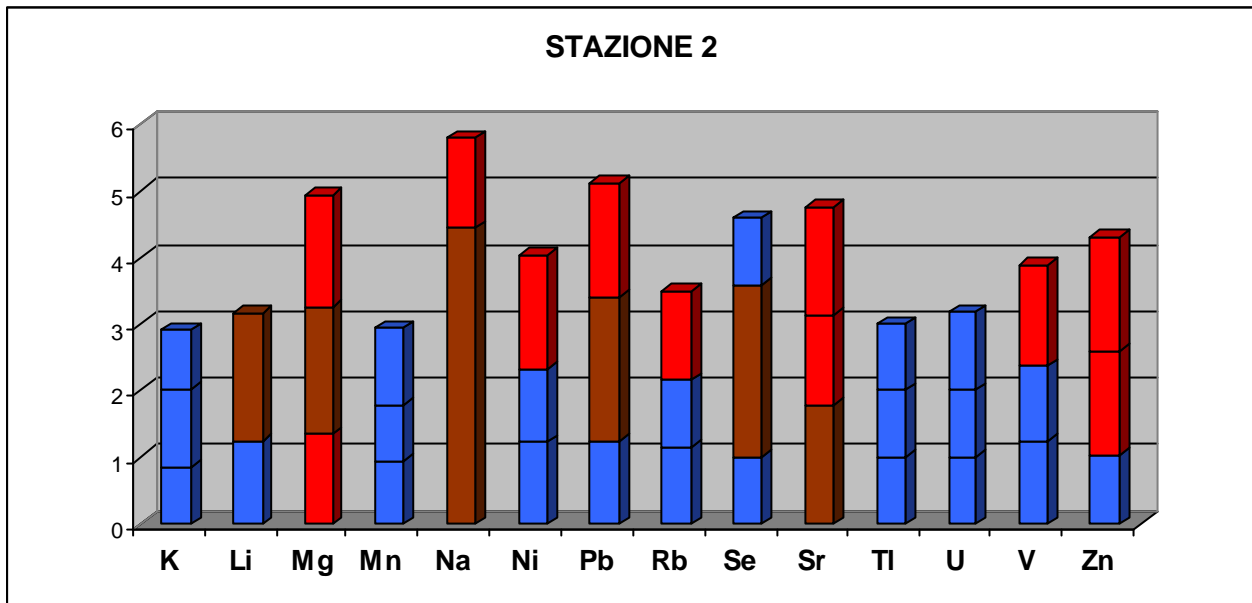
Jesi, Azienda Vinicola Jesi Ovest



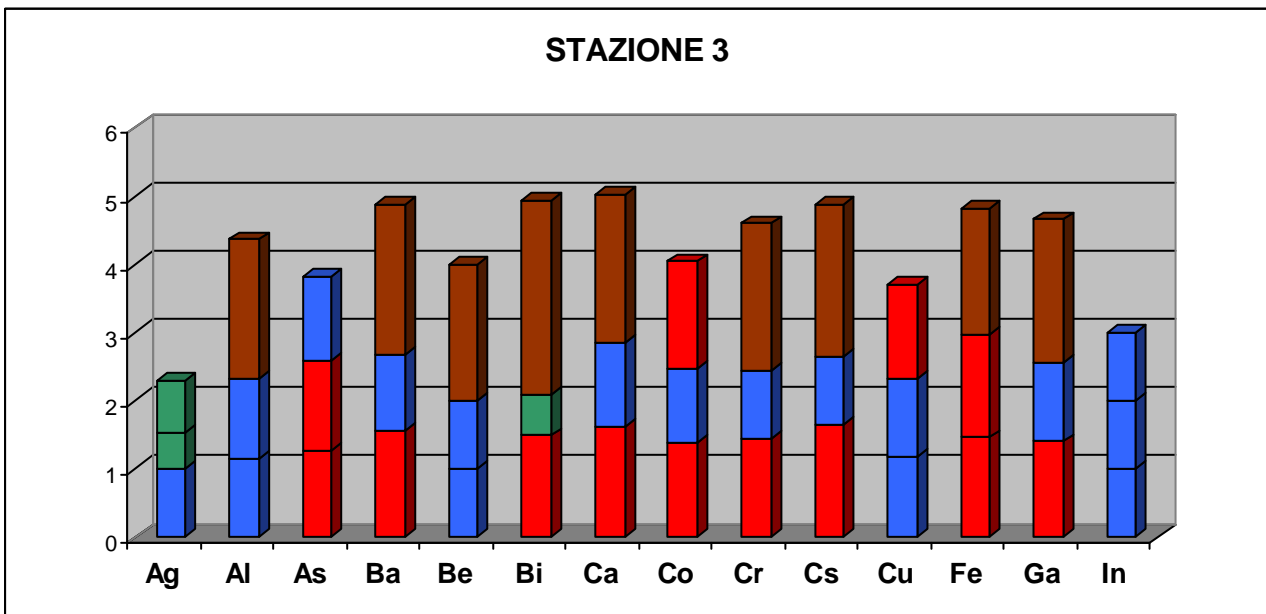


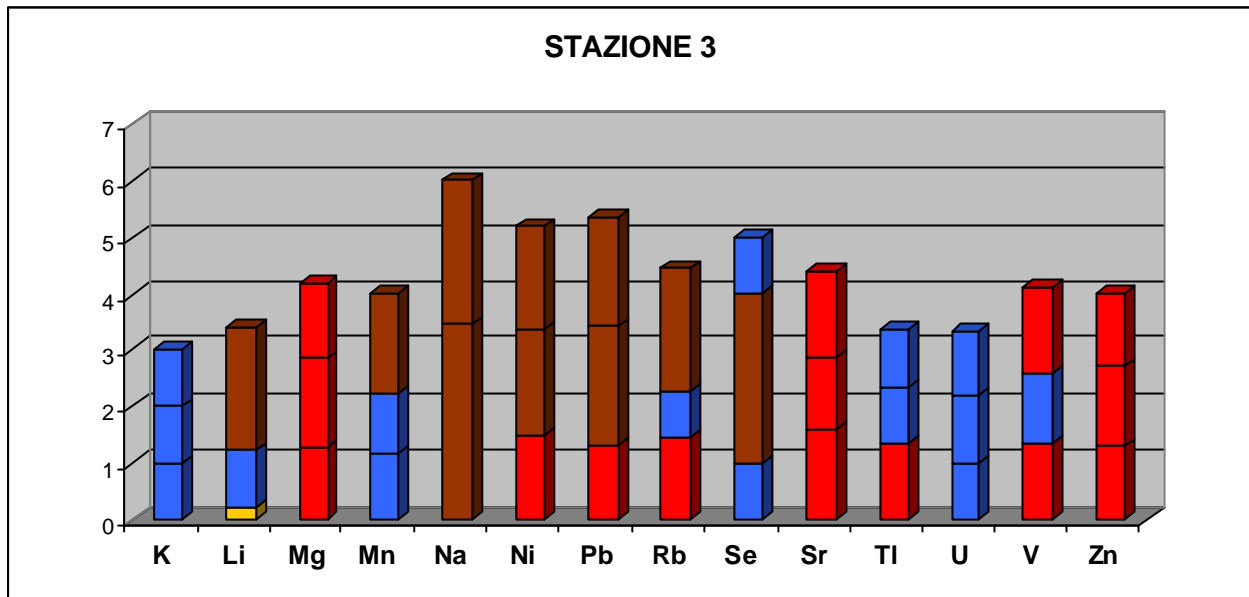
Jesi loc. Murri



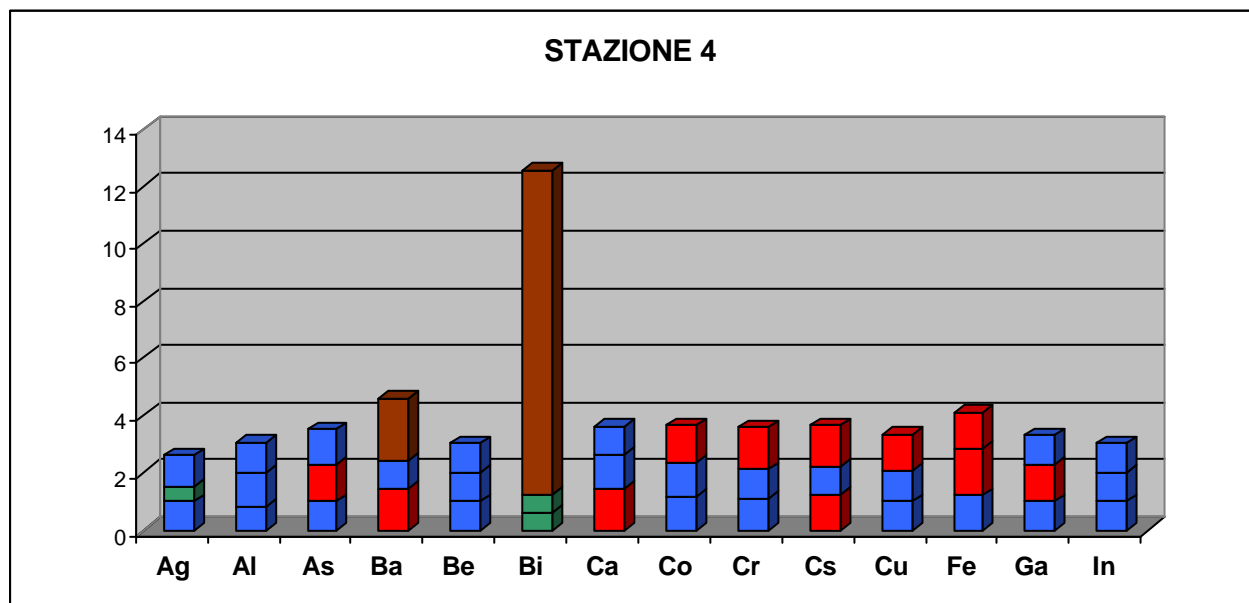


Jesi via Ragazzi del '99

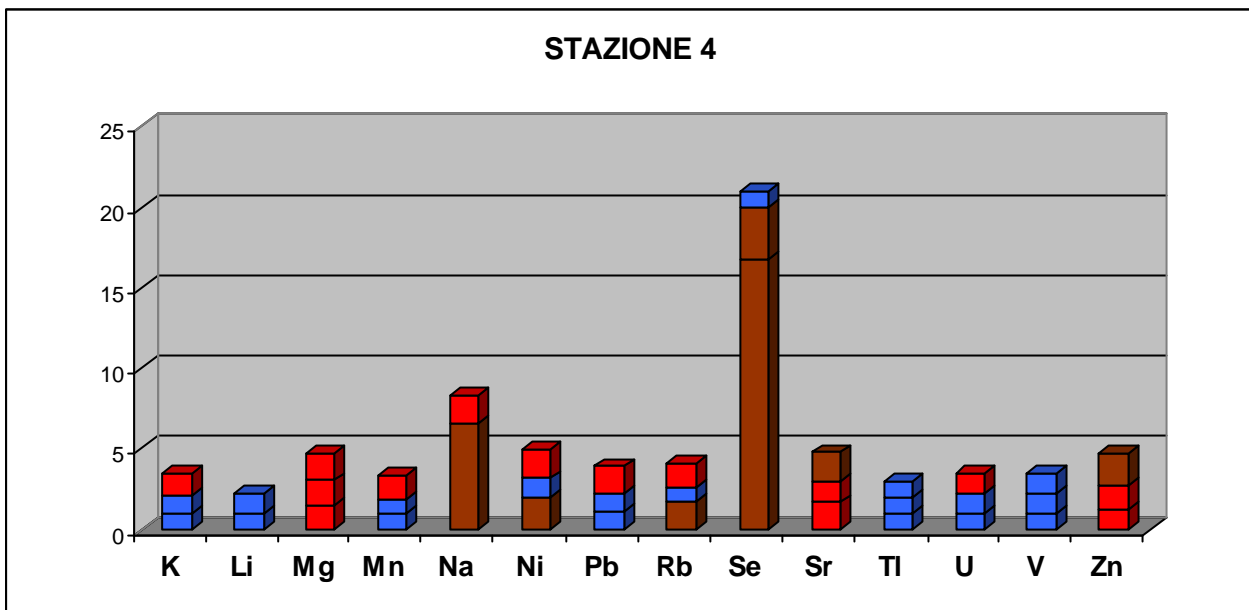




Jesi loc. Pian del Medico, c/o Cooperativa Agricola Val di Cesola

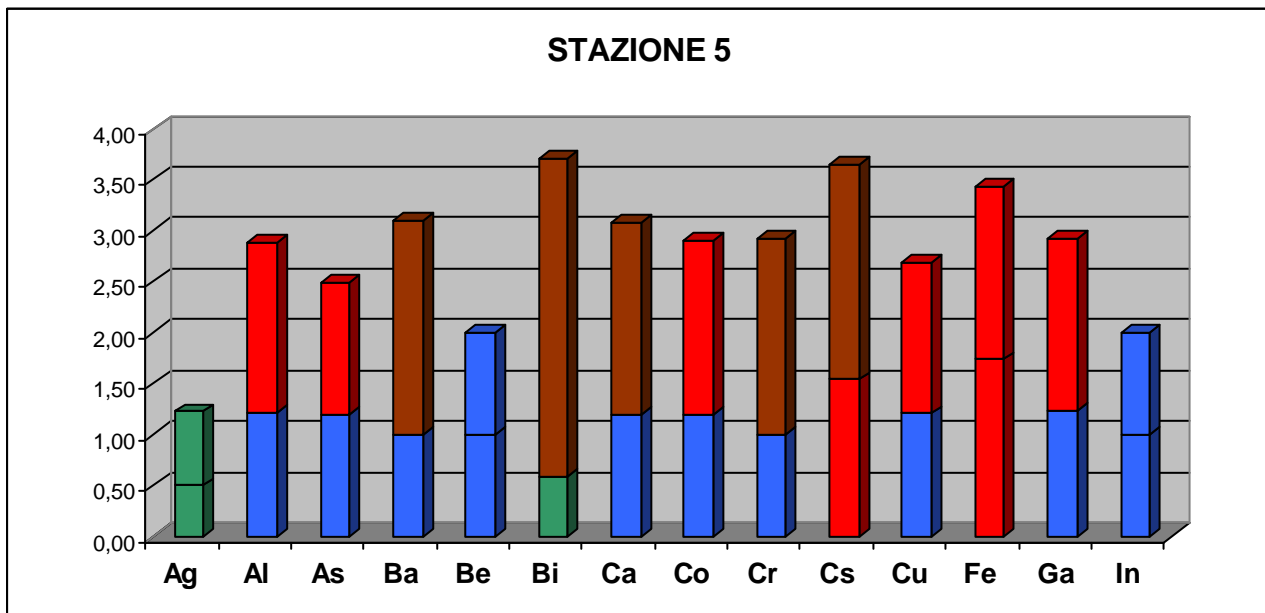


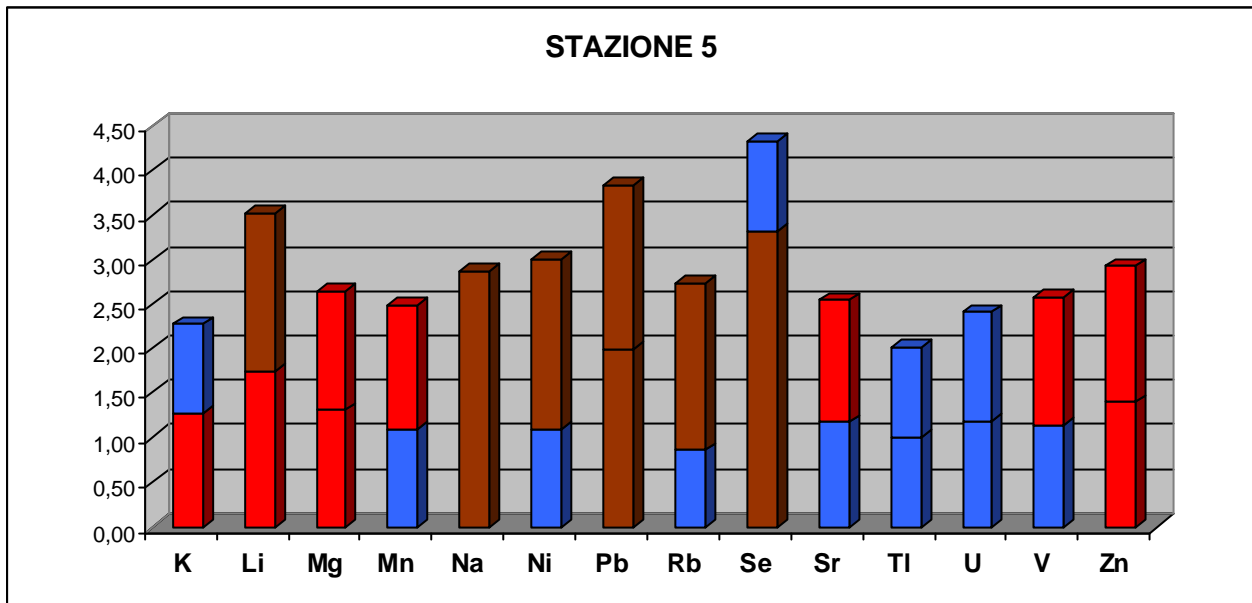
STAZIONE 4



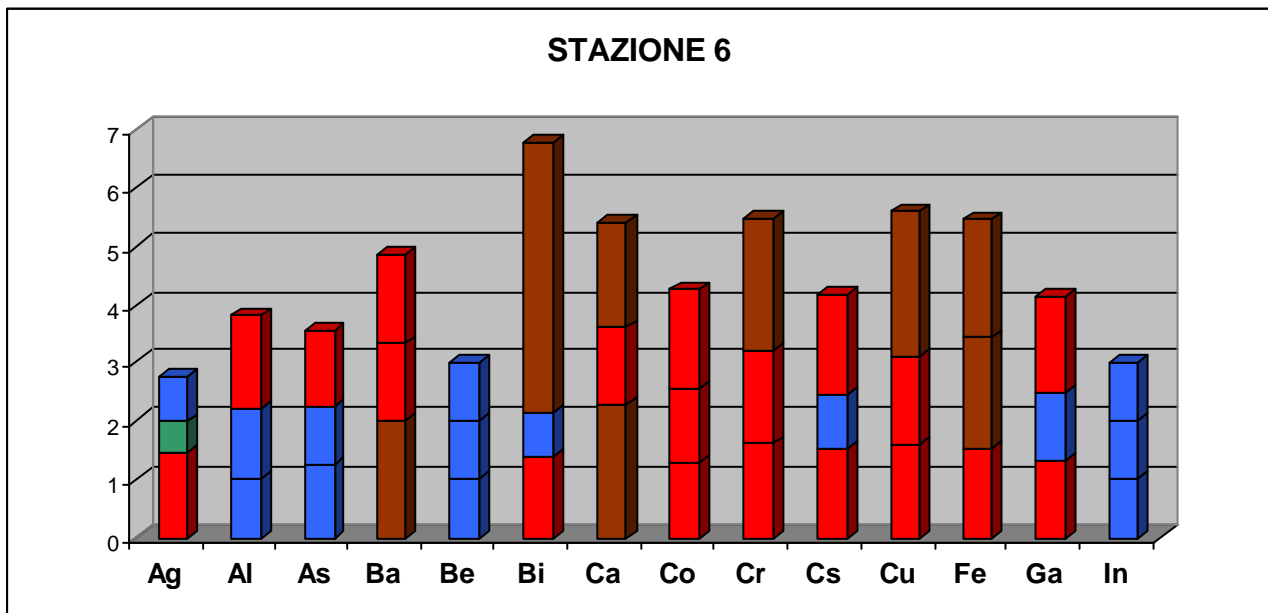
Jesi Negromanti

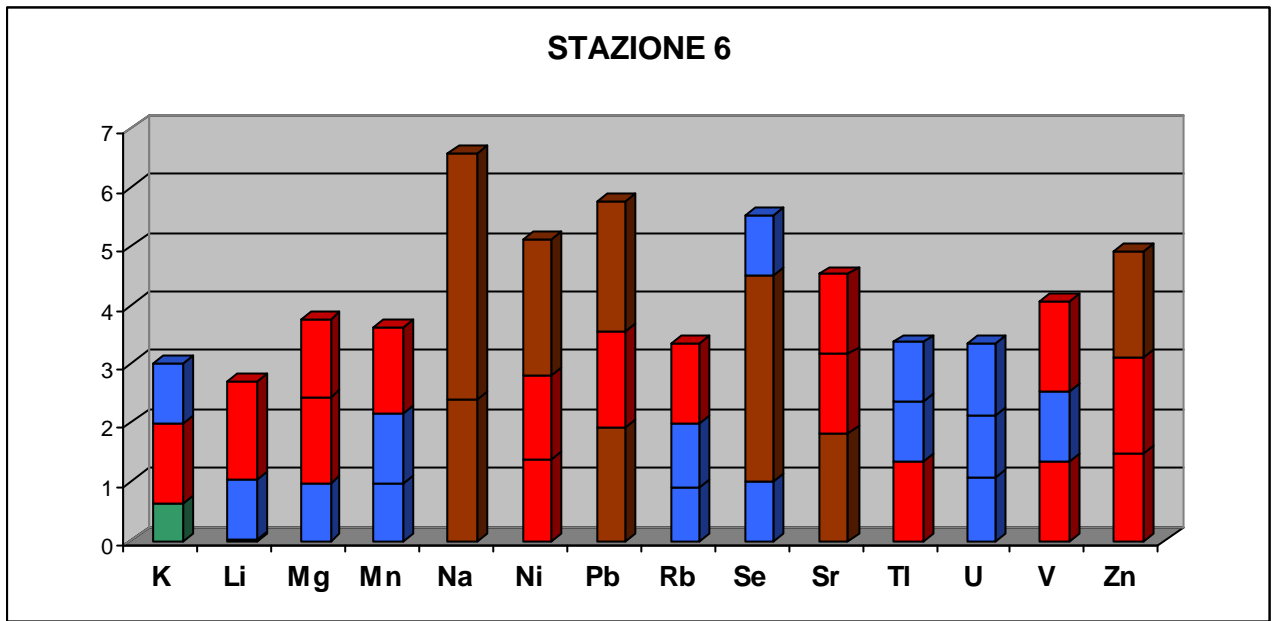
STAZIONE 5



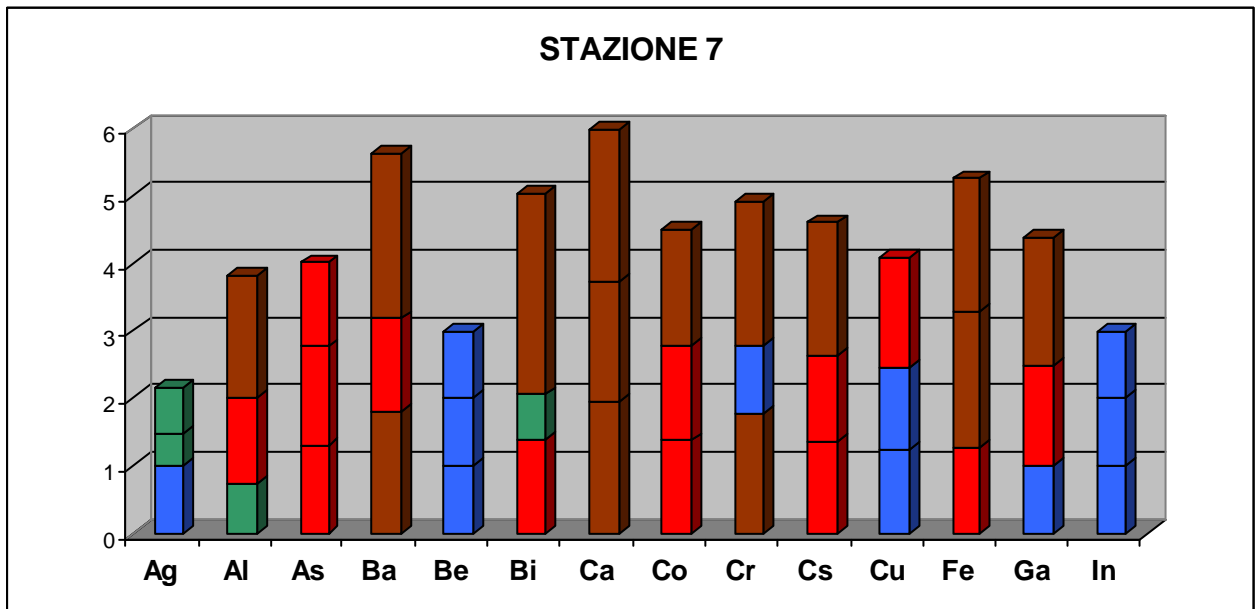


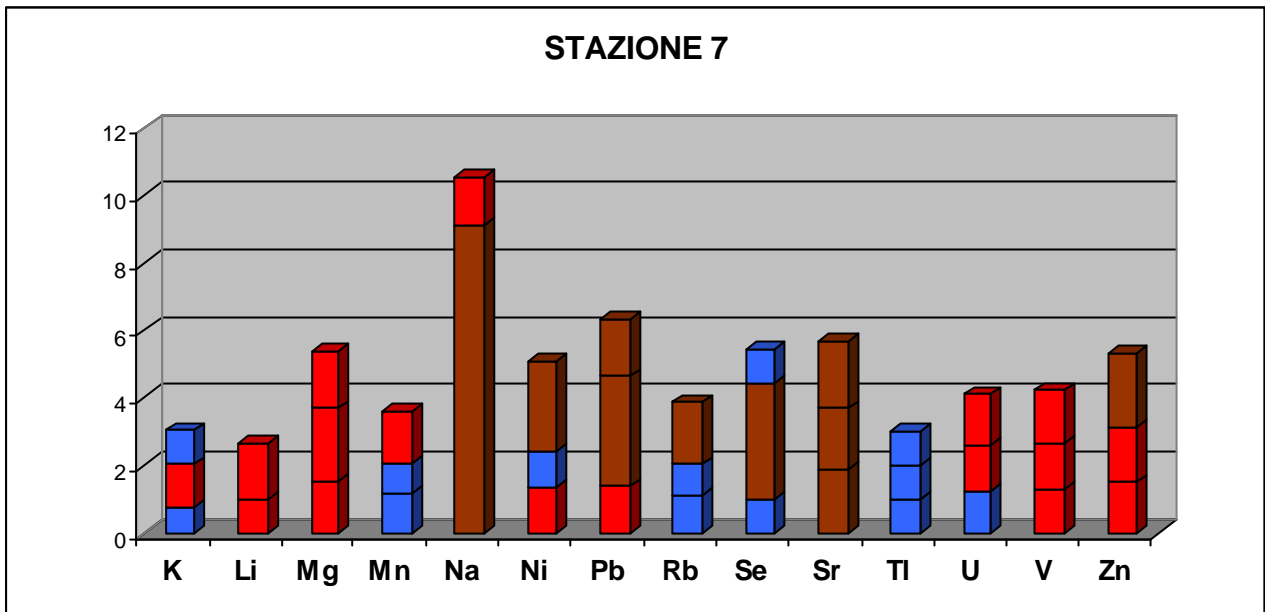
Jesi viale della Vittoria



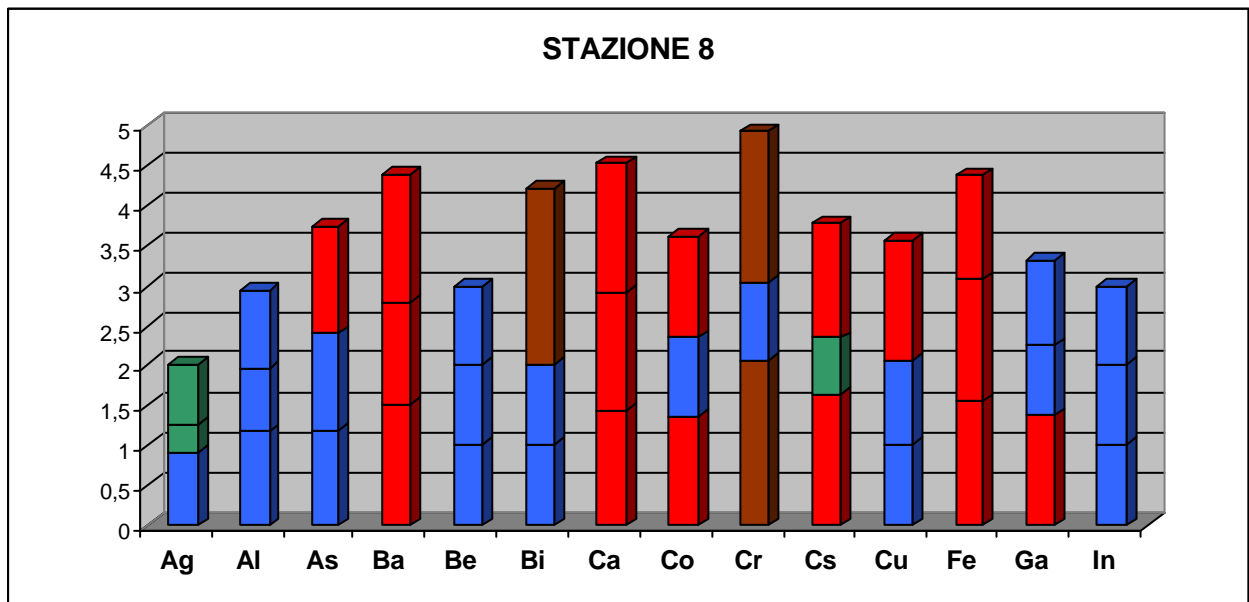


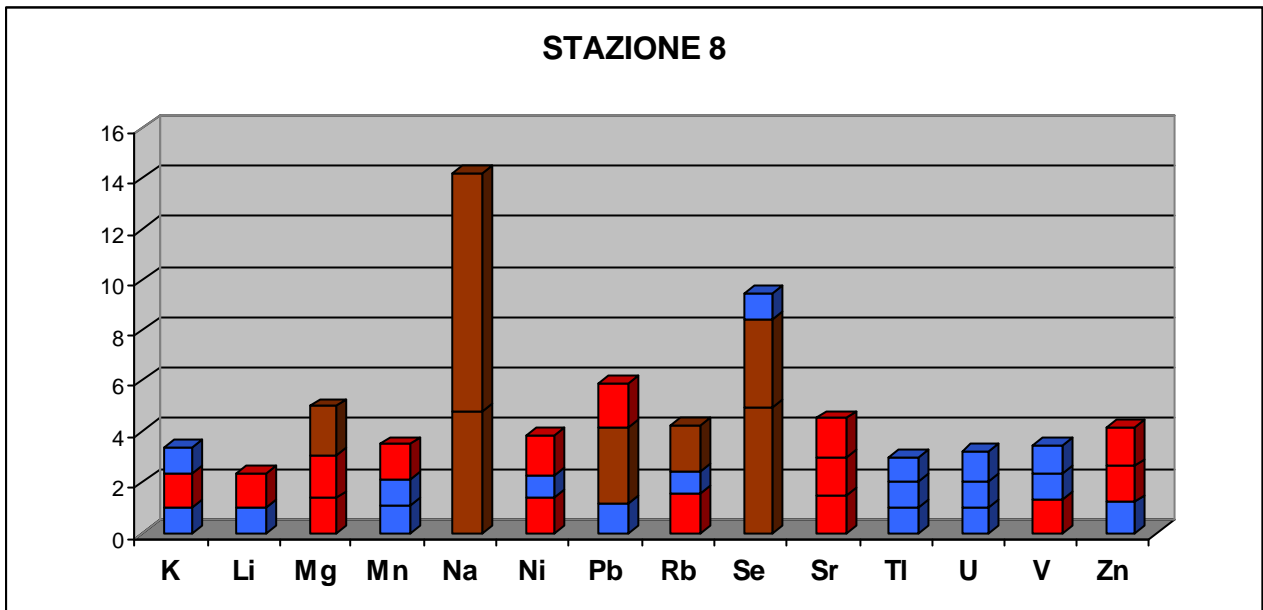
Jesi Zona Industriale – Zipa



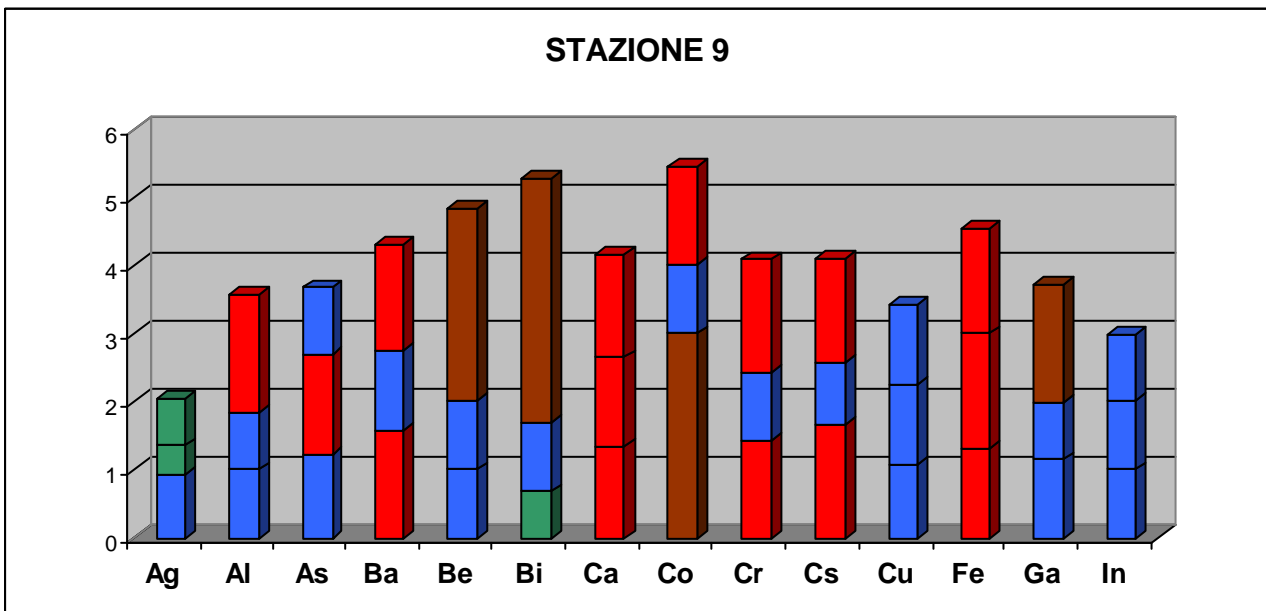


Monsano nei pressi dell'ex-RCD

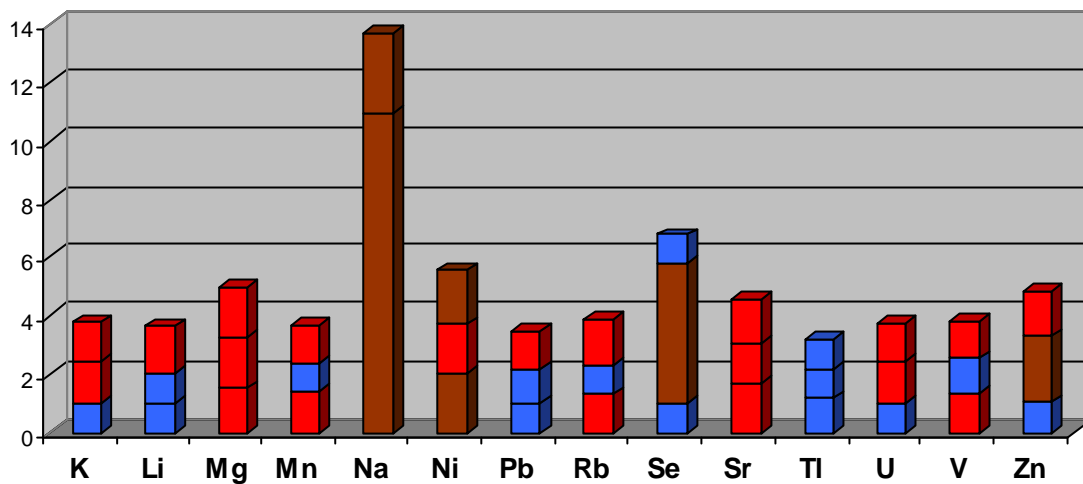




Agugliano Boschetto – incrocio La Chiusa

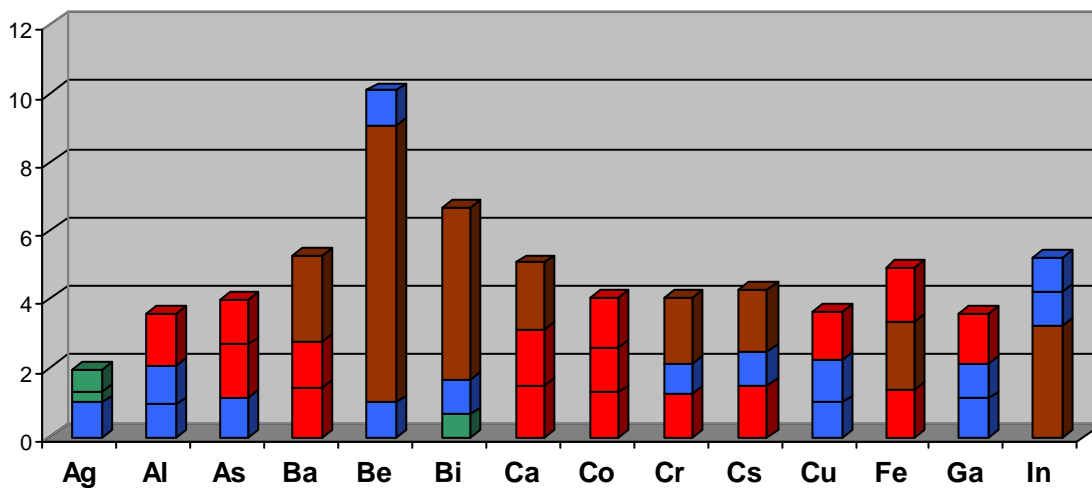


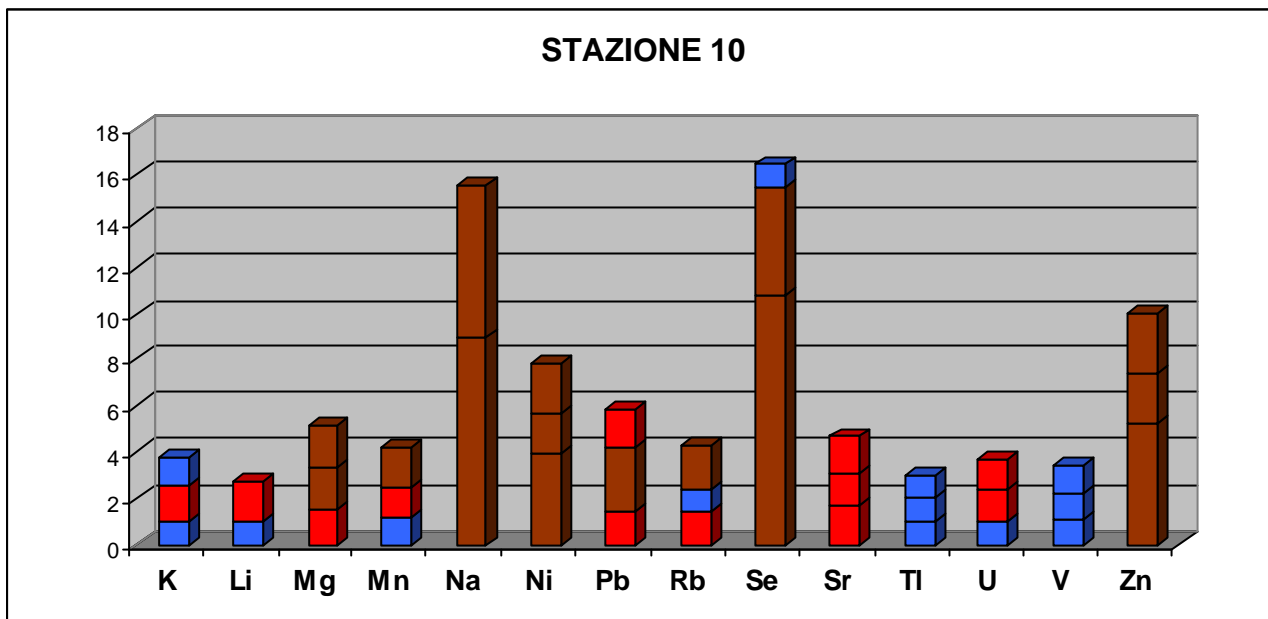
STAZIONE 9



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

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

Alluminio – Per tutte le stazioni monitorate, ad eccezione della numero 4 e 8 le differenze fra le concentrazioni di alluminio misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel campione di controllo sono risultate statisticamente significative. Nelle stazioni 2, 3 e 7, il valore del rapporto fra la concentrazione di ogni elemento dopo l'esposizione e la concentrazione del campione di controllo prima dell'esposizione (EC ratio) è risultato maggiore di 1,75, denotando un forte accumulo di tale elemento rispetto al bianco. Il confronto con le indagini precedenti rivela un

generale aumento di contaminazione da alluminio in tutta l'area di studio, con un valore medio dell'EC ratio per il 2004 di 1,61 (Tab. 4.8).

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

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

Arsenico – Soltanto per la stazione 9 non sono state registrate differenze statisticamente significative nella concentrazione di As rispetto al campione di controllo. Nelle stazioni 4 e 3 il lieve scostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia in un organismo vivente. Nelle altre stazioni, invece, si è registrato un accumulo, anche se non di forte entità. In generale, la situazione ambientale nell'area di studio è

risultata invariata rispetto allo scorso anno (Tab. 4.8) e conferma un leggero peggioramento rispetto all'indagine del 2002.

Bario – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Valori alti dell'EC ratio sono stati registrati nelle stazioni 3, 4, 5 e 10. Nel resto dell'area di studio è stato valutato un accumulo più contenuto. Il confronto rispetto alle indagini precedenti mostra un aumento delle concentrazioni di bario nella maggior parte della stazioni, con un valore dell'EC ratio medio per l'area di studio per il 2004 di 1,96 (Tab. 4.8), che denota un consistente peggioramento nella contaminazione di questo elemento rispetto allo scorso anno.

Berillio – Le differenze fra le concentrazioni di tale elemento misurate nei talli di *Evernia prunastri* trapiantati e quelle misurate nel controllo sono risultate statisticamente significative soltanto per le stazioni 3 e 9, dove il valore dell'EC ratio è risultato superiore a 1,75, denotando un forte accumulo di Be. La situazione ambientale generale dell'area di studio risulta tuttavia migliorata rispetto all'indagine del 2003, con un valore dell'EC ratio medio per il 2004 di 1,31 rispetto al valore medio precedente di 1,79 (Tab. 4.8).

Cromo – In tutte le stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Nella maggior parte dei casi è stato registrato un forte accumulo rispetto al bianco. Il confronto con le indagini precedenti mostra un generale peggioramento. Soltanto nella stazione 1 la situazione è rimasta pressoché invariata rispetto al 2003. Il valore dell'EC ratio medio per l'area di studio per il 2004 è di 1,93 (Tab. 4.8), sensibilmente maggiore rispetto a quello del 2003 (1,05) dove peraltro soltanto in due stazioni erano state registrate differenze statisticamente significative rispetto al controllo.

Ferro – Soltanto per la stazione 1 non sono state misurate differenze statisticamente significative nella concentrazione di Fe rispetto al campione di controllo. Per tutte le altre stazioni è stato registrato un accumulo, particolarmente accentuato nelle stazioni 3, 6 e 7. Il confronto con l'indagine del 2003 rivela una situazione ambientale relativa a questo elemento per lo più invariata per tutte le stazioni, con un peggioramento nella stazione 3 e un miglioramento nelle stazioni 1 e 10.

Manganese – In tutte le stazioni sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Soltanto per le stazioni 1 e 2 il discostamento rispetto al bianco è da imputarsi alle fluttuazioni naturali nelle concentrazioni degli elementi in traccia in un organismo vivente. Nel resto dell'area di studio si è registrato un accumulo, particolarmente accentuato nelle stazioni 3 e 10. Il confronto con le indagini precedenti rivela un aumento di contaminazione da Mn nella maggior parte delle stazioni con un valore medio dell'EC ratio per il 2004 di 1,47 (Tab. 4.8).

Nichel – Il valore dell'EC ratio è risultato particolarmente elevato nella maggior parte delle stazioni monitorate. Soltanto per le stazioni 2, 4 e 8 si è registrato un accumulo più contenuto. Il confronto con le indagini precedenti mostra un aumento particolarmente sensibile delle concentrazioni di questo elemento nelle stazioni 1, 5 e 7. Il valore medio dell'EC ratio per il 2004 (1,96; Tab. 4.8), denota una contaminazione di Ni in tutta l'area di studio. La situazione generale risulta essere più simile a quella registrata nel 2002 rispetto a quella registrata lo scorso anno.

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 3, 5, 6 e 7. Il confronto con l'indagine del 2003 mostra un miglioramento nella contaminazione da parte di questo elemento nelle stazioni 1, 2, 8 e 10. La situazione è rimasta pressoché invariata nelle stazioni 3, 5 e 7 e un peggioramento è stato registrato nelle stazioni 4, 6 e 9. In generale la situazione ambientale nell'area di studio risulta lievemente migliorata rispetto allo scorso anno, ma il valore medio dell'EC ratio per il 2004 (1,75; Tab 4.8) rimane ancora piuttosto alto.

Rame – Anche per questo elemento sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al controllo in tutte le stazioni campionate. L'accumulo è risultato particolarmente elevato nella stazione 6, in accordo con quanto registrato nell'indagine dello scorso anno. Soltanto per le stazioni 2 e 9 le differenze rispetto al bianco possono essere imputate alle fluttuazioni naturali dovute all'utilizzo di un organismo vivente. In tutte le altre stazioni è stato registrato un aumento di contaminazione da parte di questo elemento rispetto alle due indagini condotte negli anni precedenti.

Selenio – In nessuna delle stazioni monitorate sono state misurate differenze statisticamente significative rispetto al campione di controllo. Il confronto con le indagini di bioaccumulo effettuate nel 2002 e nel 2003 mostra, perciò, un netto miglioramento in tutte le stazioni campionate. Il valore medio dell'EC ratio (1.00) denota una mancanza di contaminazione da selenio nei talli di *Evernia prunastri* esposti durante la presente indagine.

Vanadio – Differenze statisticamente significative rispetto al controllo sono state misurate in tutte le stazioni campionate. Un accumulo significativo è stato registrato nell'area urbana e nelle stazioni 5, 7 e 9, mentre, nelle altre stazioni, le differenze rispetto al bianco possono essere imputate alle fluttuazioni naturali dovute all'utilizzo di un organismo vivente come biomonitor. Rispetto all'indagine dello scorso anno, nelle stazioni 1, 4, 7, 8 e 10 la situazione è rimasta pressoché invariata mentre nelle altre stazioni è stato registrato un aumento di contaminazione da parte di questo elemento. Il valore medio dell'EC ratio per il 2004 indica una situazione ambientale per l'intera area di studio più simile a quella registrata nel 2002.

Zinco – In tutta l'area di studio è stato registrato un accumulo di Zn, particolarmente evidente nelle stazioni 4, 6, 7 e 10. Il confronto con lo studio del 2003 conferma la presenza di una contaminazione diffusa nel territorio indagato con un peggioramento generale confermato dall'aumento del valore medio dell'EC ratio (1,80 per il 2004, 1,66 per il 2002 e il 2003; 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 quarto 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 e 2003). 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. Occorre anche considerare che con il passare del tempo è possibile che gli alberi campionati negli anni precedenti non siano più adatti ad essere utilizzati di nuovo a causa della proliferazione di edera o per la crescita di cespugli che oscurano il tronco e influenzano così lo sviluppo della vegetazione lichenica.

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. In particolare, sono stati calcolati valori medi elevati dell'EC ratio relativi a Ba, Cr, Ni, Pb e Zn, che denotano una contaminazione diffusa da parte di tali elementi dei talli esposti. Da

segnalare anche l'alto valore di tale rapporto per il Cu nella stazione 6 (Jesi, Viale della Vittoria) e per il Be nelle stazioni 3 (Jesi, Via ragazzi del '99) e 9 (Agugliano Boschetto – incrocio La Chiusa).

Il confronto con l'anno precedente ha rivelato un aumento nelle concentrazioni di Al e Mn che suggerisce una contaminazione terrigena dei campioni più elevata rispetto agli anni scorsi. Questa potrebbe essere la causa delle fluttuazioni registrate per alcuni elementi (per esempio Ni e V), dovute in parte al loro trasporto attraverso la polvere del suolo. Rispetto agli anni precedenti è stato evidenziato un aumento nelle concentrazioni di Cu e Zn. Per quanto riguarda le concentrazioni di As, Be, Fe e Pb, in generale sono risultate simili a quelle registrate nell'indagine dello scorso anno. Da segnalare un netto calo nelle concentrazioni medie di Se e un netto aumento nelle concentrazioni medie di Ba e Cr.

6. BIBLIOGRAFIA

- 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., 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.