



DIPARTIMENTO
DI SCIENZE DELLA VITA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
**DIPARTIMENTO
DI SCIENZE DELLA VITA**

VIA L. GIORGIERI 5, 9, 10 -
VIA E. WEISS 2 - 34127 TRIESTE

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

Elaborato	Dott. Fabio Candotto Carniel
Verificato e approvato	Prof. Mauro Tretiach
Data	04/07/2012
N. pagine	89
Note	



INDICE

1	SCOPO DELL'INDAGINE.....	1
2	AREA DI STUDIO	1
3	MATERIALI E METODI.....	1
3.1	BIOINDICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	1
3.1.1	<i>Collocazione delle stazioni di campionamento</i>	<i>2</i>
3.1.2	<i>Selezione dei forofiti e svolgimento dei rilievi.....</i>	<i>6</i>
3.1.3	<i>Determinazione delle specie.....</i>	<i>7</i>
3.1.4	<i>Valore di Biodiversità Lichenica.....</i>	<i>7</i>
3.1.5	<i>Interpretazioni dei dati relativi alle stazioni.....</i>	<i>8</i>
3.2	BIOACCUMULO: ESPOSIZIONE DI LICHEN BAGS	8
3.2.1	<i>Collocazione delle stazioni di esposizione</i>	<i>9</i>
3.2.2	<i>Specie utilizzata.....</i>	<i>10</i>
3.2.3	<i>Campionamento</i>	<i>11</i>
3.2.4	<i>Allestimento Lichen Bags</i>	<i>12</i>
3.2.5	<i>Esposizione e ritiro delle Lichen Bags.....</i>	<i>12</i>
3.2.6	<i>Analisi elementari</i>	<i>13</i>
3.2.7	<i>Elaborazione dei dati di bioaccumulo.....</i>	<i>14</i>
4	RISULTATI.....	15
4.1	BIOINDICAZIONE.....	15
4.1.1	<i>Lista floristica</i>	<i>47</i>
4.1.2	<i>Confronto con le indagini precedenti.....</i>	<i>48</i>
4.1.3	<i>Commento ai risultati di Bioindicazione.....</i>	<i>60</i>
4.2	BIOACCUMULO	63
4.2.1	<i>Confronto con le indagini precedenti.....</i>	<i>76</i>
4.2.2	<i>Commento ai risultati di Bioaccumulo.....</i>	<i>82</i>
5	CONCLUSIONI	86
6	BIBLIOGRAFIA	88

1 Scopo dell'indagine

Questo lavoro presenta i risultati della undicesima campagna annuale di biomonitoraggio della qualità dell'aria tramite licheni epifiti che viene effettuata sui territori del comune di Jesi e dei comuni limitrofi. Lo scopo dell'indagine è di valutare l'impatto della centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM sulla qualità dell'aria. Sono state eseguite, in analogia alle campagne precedenti, sia un'indagine di bioindicazione che un'indagine di bioaccumulo mediante Lichen Bags [trapianti di *Evernia prunastri* (L.) Ach.]. Nel primo caso è stato determinato un valore di Biodiversità Lichenica (BL) in 27 stazioni per stimare gli effetti sinergici dei più comuni inquinanti fitotossici (SO₂, NO_x ecc.) sulle comunità licheniche epifite. Nel secondo caso invece sono stati calcolati i fattori di arricchimento di alcuni elementi in traccia al fine di verificare il loro pattern di ricaduta e diffusione sul territorio.

2 Area di Studio

L'area in cui viene svolta la campagna di biomonitoraggio si estende dalla costa adriatica (Falconara Marittima) verso l'entroterra in direzione SW per circa 40 chilometri (v. Fig. 1). Essa si estende parallelamente al corso del fiume Esino e comprende i territori dei comuni di Falconara Marittima, Camerata Picena, Agugliano, Montemarciano, Chiaravalle, Monsano, Jesi, Monte Roberto, Maiolati Spontini, Moie, Castel Planio, Mergo e Serra S. Quirico. Il centro abitato più importante è Jesi, situato a 12 chilometri dalla costa, con una popolazione di circa 40.000 abitanti.

Oltre alla centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM oggetto di questa indagine, sono presenti anche una centrale dell'ENEL situata a Camerata Picena, una raffineria API a Falconara Marittima e, non meno importante, la Strada Statale n. 76 che attraversa da NE a SW tutta l'area di studio.

3 Materiali e metodi

3.1 Bioindicazione della qualità dell'aria

Questa tecnica fornisce stime sintetiche degli effetti sinergici degli inquinanti atmosferici sulle comunità licheniche epifite. I risultati consistono in indici statistici di diversità biologica e misure di abbondanza delle singole specie licheniche riferite alle stazioni di rilevamento. Tali dati vengono utilizzati per la produzione di modelli geostatistici di distribuzione della diversità lichenica, in forma cartografica, correlata agli effetti sinergici degli inquinanti. Il pattern di distribuzione delle diverse specie nel

territorio di interesse costituiscono strumenti interpretativi in ragione della diversa sensibilità delle singole specie ai diversi inquinanti, con particolare riferimento ai principali gas fitotossici (SO_2 , NO_x). Data la lenta velocità di crescita dei talli lichenici, la tecnica consente di apprezzare le dinamiche temporali di sviluppo delle comunità solo a distanze di tempo relativamente lunghe. Oltre al protocollo proposto da Nimis (1999) utilizzato per lo svolgimento di queste indagini, sono stati sviluppati altri protocolli altamente standardizzati e riconosciuti da ISPRA (ex APAT, ex ANPA) a livello nazionale. Ad oggi è in fase di normazione in sede europea CEN una nuova metodica di rilevamento (WG31/TC264) basata sul protocollo standardizzato in Italia (ANPA, 2001) e sulle VDI tedesche (VDI, 2005). Il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Trieste è un centro di riferimento a livello internazionale per l'applicazione, lo sviluppo e la ricerca scientifica nell'ambito della bioindicazione tramite licheni epifiti, sia per il ruolo storicamente determinante nella standardizzazione della tecnica a livello nazionale ed attualmente in sede CEN, sia per la notevole produzione scientifica sull'argomento (e.g. Nimis et al., 2002).

3.1.1 Collocazione delle stazioni di campionamento

Le stazioni sono collocate sul territorio in direzione NE-SW, parallelamente alla valle del fiume Esino, con una distribuzione non omogenea ma concentrata maggiormente nell'abitato di Jesi e intorno ai centri industriali più importanti dell'area. La scelta venne fatta tenendo in considerazione soprattutto la posizione della centrale turbogas presso lo zuccherificio SADAM, ma anche delle altre possibili sorgenti emittenti come la raffineria API e la centrale ENEL (per maggiori dettagli vedere relazione 2001). Di seguito viene riportata la lista delle stazioni di bioindicazione e la loro disposizione sul territorio (Figg. 1, 2):

1. **Monsano** loc. S. Maria c/o la chiesa (100 m).
2. **Monsano** loc. Selvatorita via Breccia III (50 m)
3. **Jesi** via S. Pietro Martire (Scuola Materna *Casa dei Bambini*) (95 m)
4. **Jesi** via dei Colli (incrocio con via Forlanini) (130 m)
5. **Jesi** loc. Colle Bellombra (190 m)
6. **Jesi** viale Trieste (95 m)
7. **Jesi** via Ragazzi del '99 (100 m)
8. **Jesi** via Cascamificio (70 m)
9. **Jesi** via G. Latini (60 m)
10. **Chiaravalle** Parco I Maggio (25 m)
11. **Agugliano** loc. La Chiusa (35 m)
12. **Jesi** loc. Mazzangrugno (175 m)



13. **Moie** c/o la chiesa del Puzzo (235 m)
14. **Moie** via Torrette (125 m)
15. **Monte Roberto** loc. Pianello c/o il parco della *Scuola Salvati* (190 m)
16. **Jesi** loc. Pian del Medico, c/o *Cooperativa Agricola Val di Cesola* (75 m)
17. **Jesi** loc. Mazzangrugno (70 m)
18. **Jesi** viale della Vittoria (80 m)
19. **Jesi** loc. Aia Murata (30 m)
20. **Montemarciano** loc. Gabella via Romeo (20 m)
21. **Falconara Marittima** loc. Fiumesino SS 76 km 77,8 (10 m)
22. **Falconara Marittima** loc. Castelferretti via 14 Luglio (20 m)
23. **Falconara Marittima** loc. Castelferretti c/o il cimitero di S. Maria della Misericordia (100 m)
24. **Agugliano** c/o C. Paglialonga (100m)
25. **Serra S. Quirico** borgo Stazione via Forchiusa (255 m)
26. **Serra S. Quirico** strada per S. Elia c/o deposito Sassi Rossi (235 m)
27. **Serra S. Quirico** loc. Trivio (460 m)

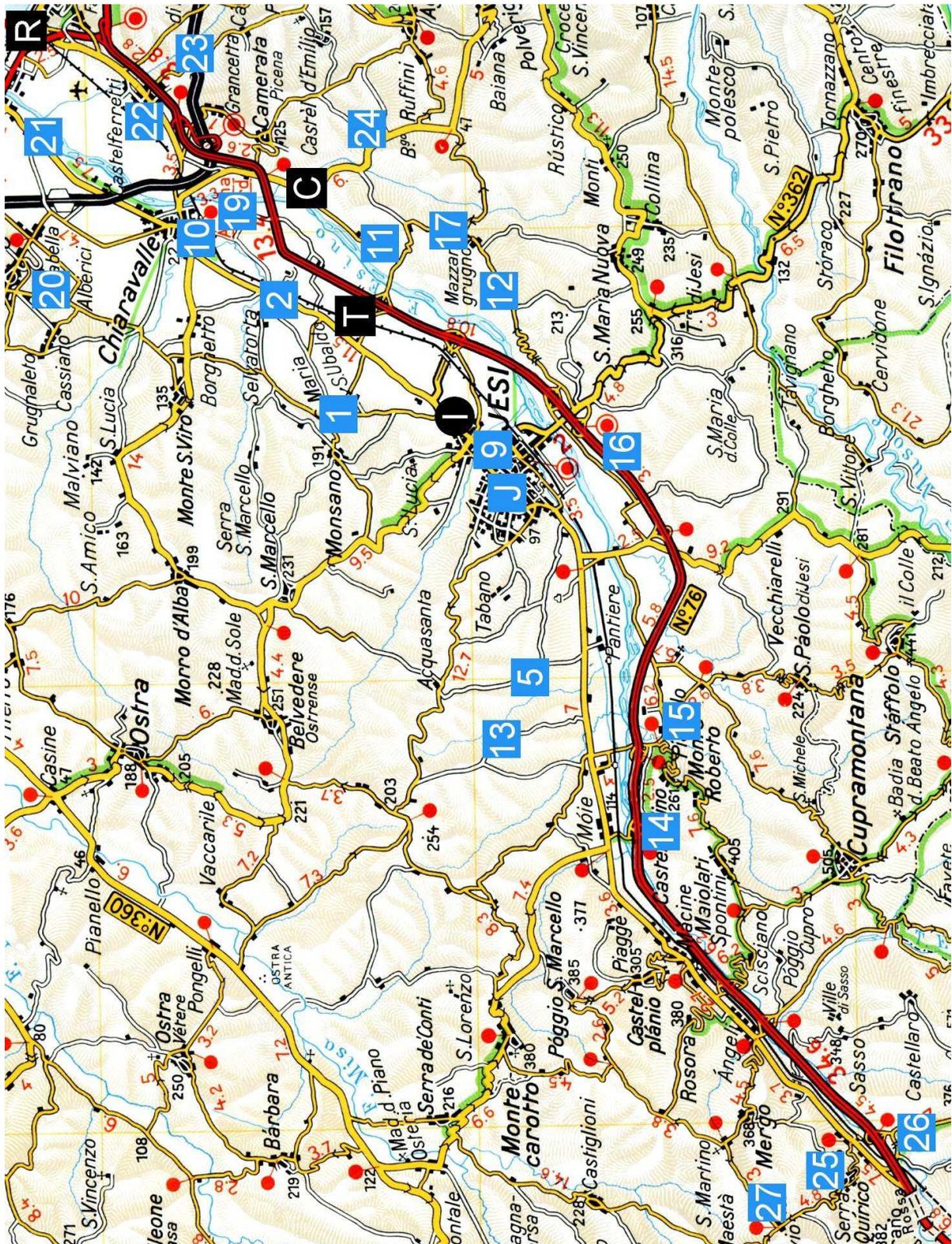


Figura 1 – Collocazione delle stazioni di bioindicazione nell'area di studio, escluse le stazioni urbane della città di Jesi (3, 4, 6, 7, 8, 9, 18) indicate collettivamente con la lettera J. I = zona industriale di Jesi, T = centrale Turbogas, C = centrale ENEL, R = raffineria API.

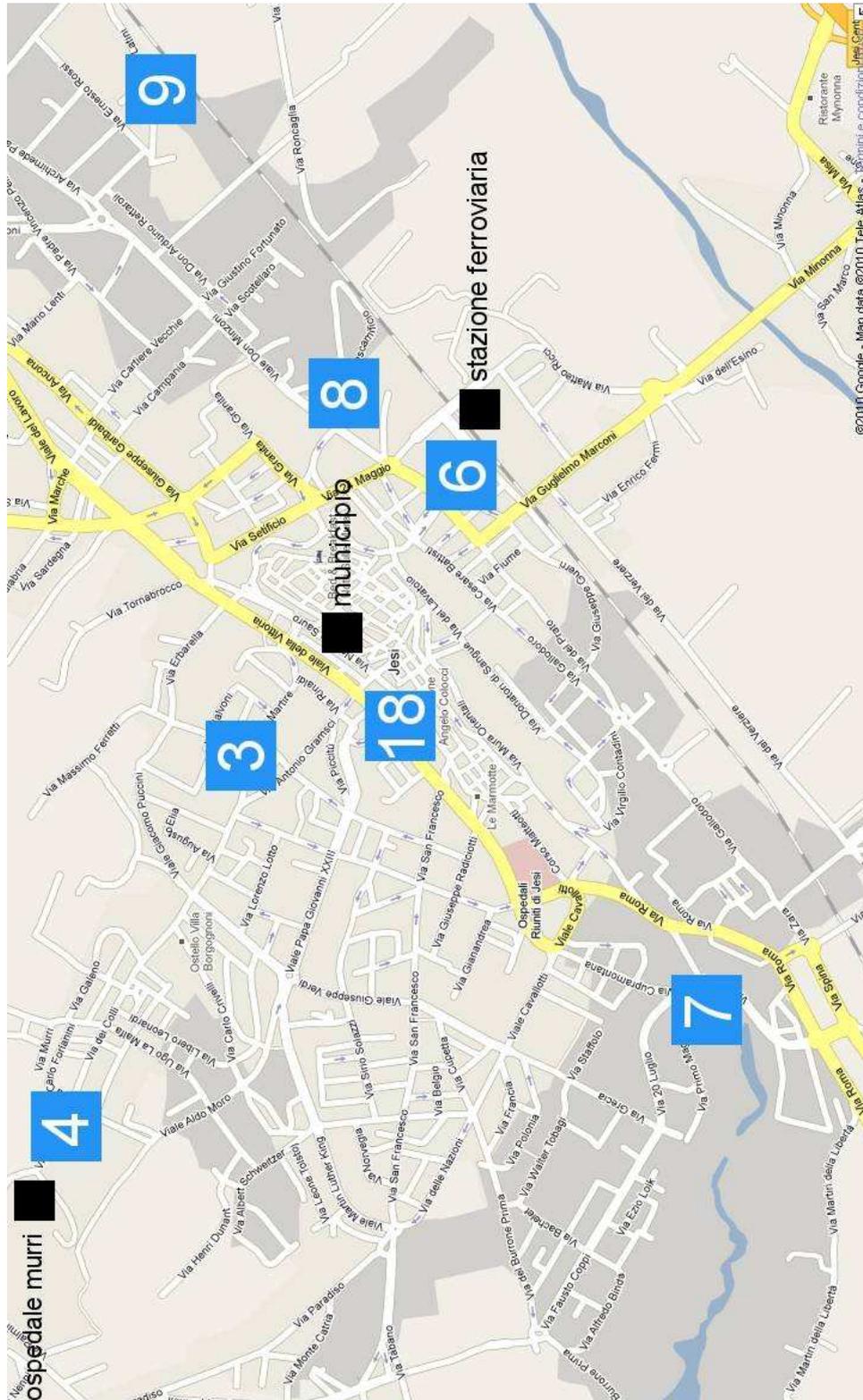


Figura 2 – Collocazione delle stazioni di bioindicazione nell'area urbana della città di Jesi.

La maggior parte delle stazioni è facilmente raggiungibile seguendo le indicazioni (foto, indirizzo, altitudine e coordinate) fornite, tuttavia in mancanza di un dispositivo GPS per alcune di esse la localizzazione non è immediata. Questo appunto si riferisce specialmente alle stazioni collocate in zone rurali e di conseguenza si è pensato di aggiungere qualche dettaglio in più per facilitarne l'individuazione. Con

l'aiuto delle carte tecniche regionali in scala 1:25.000 sono state corrette alcune località dando dei riferimenti più precisi, e su di esse è stata aggiunta l'esatta collocazione geografica, rettificando errori e imprecisioni riscontrate nelle precedenti relazioni.

3.1.2 Selezione dei forofiti e svolgimento dei rilievi

Il metodo che si utilizzò per la selezione dei forofiti è quello proposto nelle “Linee guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti” (Nimis, 1999). In ogni stazione furono scelti alberi che avevano una circonferenza minima di 70 cm (per evitare situazioni con flora lichenica pioniera), un'inclinazione non superiore ai 10° (per evitare effetti dovuti ad un'eccessiva eutrofizzazione di superfici molto inclinate), e assenza di evidenti fenomeni di disturbo come condizioni anormali di luminosità, o incroci ad alto traffico.

In questa campagna di rilevamento i rilievi sono stati effettuati dal 8 al 13 novembre 2010 in corrispondenza delle 27 stazioni individuate nella campagna del 2001. Il sito della stazione 26 in questa indagine è stato identificato correttamente quindi il confronto dei valori di BL riportati nella seguente relazione vanno confrontati con quelli della relazione del 2009 e non con quelli della relazione del 2010.

Per effettuare i rilievi su ogni albero è stato fissato un reticolo di 30x50 cm suddiviso in maglie di 15x10 cm, con delle cinghie elastiche ad un'altezza compresa tra i 100 e i 120 cm dal suolo (base del reticolo) (Fig. 3).



Figura 3 – Collocazione del reticolo di campionamento su un tronco di *Tilia* sp. (vedi st. n. 4)

La posizione del reticolo deve evitare zone che presentano decorticamenti, nodosità, vie preferenziali di scolo delle acque piovane e zone con una copertura di briofite superiore al 25% (Nimis, 1999). Per ogni rilievo quindi sono state annotate le specie rilevate, le loro frequenze (F), intese come il numero di unità del reticolo entro le quali

sono state rilevate, la circonferenza del tronco, l'esposizione e l'altezza dal suolo della base del reticolo.

Rispetto all'indagine precedente non sono state effettuate delle modifiche rilevanti alle posizioni dei reticoli sugli alberi selezionati, tuttavia è stata eseguita un'indagine per verificare la corretta identificazione degli alberi appartenenti al genere *Quercus*. Sono state quindi raccolte foglie e ghiande nelle stazioni che presentavano alberi appartenenti a questo genere e sono state analizzate in laboratorio. L'analisi ha permesso l'identificazione di due specie differenti non solo morfologicamente ma anche per l'ambiente di crescita. Nelle stazioni 25, 26 e 27 infatti è presente la specie *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *petraea*, mentre nelle stazioni più a valle è presente la specie *Quercus robur* L. s.l.

3.1.3 Determinazione delle specie

La determinazione delle specie durante i rilievi è stata effettuata utilizzando delle lenti a 10-20 ingrandimenti e per le specie che non è stato possibile identificare in loco è stato eseguito un prelievo di materiale, al di fuori dell'area del reticolo di campionamento, che è stato in seguito identificato in laboratorio. Durante questa campagna è stato prelevato materiale dalle stazioni: 2, 3, 4, 5, 7, 11, 14, 15, 18 e 27. Per la determinazione delle specie prelevate sono state utilizzate le seguenti chiavi analitiche: A.N.P.A. (2001), Nimis (1987), Purvis et al. (1994) e Clauzade & Roux (1985).

3.1.4 Valore di Biodiversità Lichenica

Il calcolo della biodiversità lichenica è stato effettuato seguendo il protocollo riportato nelle "Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti" (Nimis, 1999). A partire dai valori di frequenza delle specie, per ogni rilievo è stato calcolato il valore di biodiversità lichenica (BL_r):

$$BL_{rj} = \sum_{i=1}^N F_i$$

dove BL_r è il risultato del rilievo r di biodiversità lichenica eseguito sull' j -esimo albero, N il numero di specie licheniche rilevate e F_i è la frequenza nel reticolo di campionamento della i -esima specie.

Il valore di biodiversità lichenica per ogni stazione (BL_s) è stato calcolato infine facendo la media aritmetica dei valori di BL_r . Per il calcolo è stata applicata la

seguente formula:

$$BL_s = \frac{\sum_{j=1}^K BL_{js}}{K}$$

dove BL_s è il valore di biodiversità lichenica della stazione s , BL_{js} è il valore di biodiversità lichenica del rilievo per l'albero j nella stazione s e K è il numero di rilievi effettuati nella stazione s .

In questa relazione dunque la dicitura "IDL" ("Indice di Diversità Lichenica") utilizzata nelle precedenti relazioni viene sostituita con la dicitura BL mantenendo tuttavia lo stesso significato. I valori di BL sono stati arrotondati all'unità nel testo mentre nei grafici vengono riportati con la prima cifra decimale.

3.1.5 Interpretazioni dei dati relativi alle stazioni

I risultati dello studio di bioindicazione sono stati utilizzati per produrre delle carte tematiche di "naturalità/alterazione" dove ogni stazione viene evidenziata con il colore della classe a cui appartiene. I valori di BL sono stati interpretati in termini di alterazione ambientale, in base alla scala di naturalità/alterazione riportata in Tabella 1 (Loppi et al. 2002a,b) già utilizzata nelle precedenti indagini. Dal momento che l'area di studio è situata sul versante adriatico della nostra penisola, la scala è stata confrontata con una più recente (Castello & Skert 2005) sviluppata per la regione submediterranea nord adriatica. Non sono state riscontrate differenze tra gli intervalli delle classi di naturalità/alterazione e di conseguenza è ancora valida la scala utilizzata sinora. Tale scala è suddivisa in cinque intervalli che descrivono il grado di deviazione da condizioni di naturalità.

Tabella 1 Scala di naturalità/alterazione utilizzata dal presente studio per la produzione delle carte tematiche a partire dai valori di BL, ottenuti dallo studio di bioindicazione.

Valori dell'BL	Colore	Giudizio
0	Grigio	deserto lichenico
1-20	Rosso	alterazione
20-40	Giallo	semi-alterazione
40-60	Verde	semi-naturalità
>60	Blu	naturalità

3.2 Bioaccumulo: esposizione di Lichen Bags

Dal 2002 l'indagine di bioindicazione è stata affiancata da un'indagine di bioaccumulo che si svolge con cadenza annuale sul territorio di interesse. La tecnica utilizzata per questo studio è quella dei trapianti lichenici mediante Lichen Bags. Questa tecnica rispetto ai più consueti studi di bioaccumulo tramite licheni autoctoni, presenta dei pregi di non poco conto: i) l'individuazione delle stazioni non dipende dalla presenza di materiale autoctono rendendo così possibile lo svolgimento di un'indagine anche in condizioni di deserto lichenico; ii) si possono elaborare schemi spaziali di esposizione che tengano conto del contesto territoriale (presenza di fonti emittenti, uso del suolo, andamento dei venti prevalenti ecc.); iii) si conoscono i valori di concentrazione elementare del materiale pre-esposizione, che permettono l'eventuale osservazione di fenomeni di bioaccumulo.

3.2.1 Collocazione delle stazioni di esposizione

Vengono riportate di seguito le dieci stazioni di bioaccumulo scelte dal Comune di Jesi e la loro collocazione sul territorio (Fig. 4):

Jesi, Azienda Vinicola Jesi Ovest;

Jesi, loc Murri – via Agraria;

Jesi, via Ragazzi del '99;

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

Jesi, via San Pietro Martire - Negromanti

Jesi, viale della Vittoria;

Jesi, Zona Industriale – Zipa;

Monsano, Villa Pianetti;

Agugliano, Boschetto – incrocio La Chiusa;

Monsano, loc. Selvatorta.



Figura 4 – Collocazione delle stazioni di bioaccumulo nel centro urbano di Jesi e nel territorio circostante. Le lettere I e T indicano rispettivamente la zona industriale di Jesi e la centrale Turbogas.

3.2.2 Specie utilizzata

La specie utilizzata per l'indagine di bioaccumulo come nelle campagne precedenti è *Evernia prunastri* (L.) Ach. (Fig. 4), un lichene a distribuzione circumboreale-temperato e ad ampio spettro ecologico. In Italia *E. prunastri* è uno dei più comuni licheni epifiti dal piano basale a quello subalpino. Essa predilige cortecce da neutre ad acide, sopporta condizioni di debole eutrofizzazione ambientale ed è relativamente igrofila. Questa specie è già stata utilizzata in diversi studi di biomonitoraggio ambientale nel territorio italiano (Loppi, 2006) e per esso sono disponibili valori di riferimento per diversi luoghi di raccolta (Bargagli, 1998).



Figura 5 – *Evernia prunastri* (L.) Ach.

3.2.3 Campionamento

La raccolta del materiale per l'indagine di bioaccumulo è stata effettuata presso la cima del monte Amiata (Prato delle Macinaie, 1385 m s.l.m.), in provincia di Grosseto. Talli interi sono stati prelevati da alberi di *Fagus sylvatica* L. secondo le modalità suggerite da Nimis e Bargagli (1999): i) la raccolta è avvenuta a più di una settimana dall'ultimo evento piovoso intenso; ii) i talli sono stati prelevati da alberi con un'inclinazione non superiore ai 10° e che non presentavano decorticamenti o vie preferenziali di scorrimento dell'acqua piovana; iii) il materiale è stato prelevato con l'aiuto di temperini/taglierini in acciaio inossidabile facendo attenzione a non rovinare le piante e infine riposto in buste sigillate al fine di evitare il più possibile la contaminazione.

Una volta in laboratorio i talli sono stati sottoposti ad una pulitura grossolana allo stereo-microscopio per eliminare eventuale materiale estraneo ed altre specie vegetali (licheni, muschi ecc.) asportate involontariamente durante il campionamento. Dal materiale pulito sono state prelevate 7 aliquote di 500 mg ciascuna per effettuare le analisi del contenuto elementare sul materiale non esposto. Questo dato è necessario per poter osservare eventuali fenomeni di bioaccumulo durante il periodo di esposizione e per poter così calcolare i fattori di arricchimento per ogni elemento analizzato. La preparazione di questo materiale per le analisi è stata effettuata come descritto al punto 3.2.5.

3.2.4 Allestimento delle “Lichen Bags”

Analogamente alle precedenti campagne di bioaccumulo sono state preparate 10 Lichen Bags per l'esposizione nelle stazioni sul territorio di Jesi.

Le Lichen Bags sono state allestite inserendo, in una reticella di nylon di 15x10 cm, 5 g di licheni prelevati dal pool del materiale preparato. Ogni reticella è stata poi chiusa utilizzando delle fascette autobloccanti di plastica e del filo da pesca di nylon. Le fascette sono state precedentemente forate alle estremità, per permettere un agevole fissaggio della bag al supporto nel sito di esposizione (v. Fig. 6).

Una volta allestite le bags sono state sigillate in singoli sacchetti di plastica per alimenti e spedite al Comune di Jesi.

Tutto il materiale utilizzato per l'allestimento delle bags è stato precedentemente lavato in acqua distillata al fine di rimuovere eventuali impurità e quindi evitare una possibile contaminazione del materiale da esporre.



Figura 6 - Esempio di Lichen Bag contenente talli di *Evernia prunastri* (L.) Ach, chiusa mediante delle fascette autobloccanti forate alle estremità.

3.2.5 Esposizione e ritiro delle Lichen Bags

L'esposizione delle Lichen Bags è stata effettuata dagli operatori del comune di Jesi il giorno 3 maggio 2011. In ogni stazione una Lichen Bag è stata appesa ad un ramo di un albero.



Figura 7 – Lichen Bag ritirata dall'albero sul quale era esposta.

Il materiale è stato ritirato il giorno 12 agosto 2011 ed è stato spedito al Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università degli Studi di Trieste. Presso il laboratorio di lichenologia del Dipartimento il materiale è stato preparato per le analisi del contenuto elementare seguendo le indicazioni riportate sulle “Linee guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia” (Nimis & Bargagli, 1999). In laboratorio è stata eseguita una pulitura preliminare del materiale al fine di eliminare corpi estranei che possono essersi depositati, e da ogni bag sono stati prelevati 500 mg di materiale lichenico, con particolare attenzione al recupero della parte marginale delle lacinie (ca 2,5 cm). Il materiale selezionato è stato essiccato per 24 ore in un essiccatoio di vetro contenente silica e infine polverizzato in un mortaio di agata con l'aiuto di aggiunte di azoto liquido. La polvere di lichene così ottenuta è stata nuovamente essiccata (24 ore) per eliminare l'umidità dovuta al repentino raffreddamento del materiale, inserita in provette, sigillata fino all'esecuzione delle analisi.

3.2.6 Analisi elementari

Le analisi elementari sono state svolte secondo il seguente protocollo di mineralizzazione: i) il materiale è stato predigerito prima a freddo per un'ora con acido nitrico concentrato e poi a caldo per un'altra ora; ii) dopo il raffreddamento è stata aggiunta una soluzione modificata di acqua regia (HNO_3 , HCl e H_2O in parti uguali) ad ogni campione nelle quantità di 6 mL su g di materiale e riscaldata per due ore a 95 gradi; iii) una volta raffreddata la soluzione è stata portata a volume (20 mL/g) con l'aggiunta di HCl al 5% e infine filtrata.

La soluzione filtrata è stata analizzata mediante spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) per calcolare le concentrazioni dei seguenti elementi: Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Rb, Sr, U, V, Zn.

L'accuratezza delle misure è stata effettuata analizzando tre aliquote da 500 mg ciascuna di materiale standard "Certified Reference Material BCR-482 (*Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf".

3.2.7 Elaborazione dei dati di bioaccumulo

I dati ottenuti dall'indagine di bioaccumulo sono stati utilizzati per produrre delle carte tematiche.

Come per le indagini precedenti è stato calcolato il rapporto tra le concentrazioni elementari del materiale dopo l'esposizione e quelle del materiale di controllo prima dell'esposizione (EC ratio). I risultati ottenuti sono stati interpretati applicando la scala di accumulo/perdita a 5 classi riportata in Tabella 2.

Tabella 2 - Scala di accumulo/perdita utilizzata nel presente studio per l'interpretazione dei valori di "EC ratio" e per la produzione delle carte tematiche .

EC ratio	Colore	Accumulo/perdita
0 – 0,25	giallo	perdita forte
0,25 – 0,75	verde	perdita
0,75 – 1,25	Blu	condizione normale
1,25 – 1,75	rosso	accumulo
> 1,75	marrone	accumulo forte

Questa scala si basa sul presupposto che in assenza di perdita o di accumulo il rapporto tra esposti e non esposti è uguale a 1 (condizione normale) considerando inoltre una deviazione di $\pm 25\%$ per includere le naturali fluttuazioni del contenuto elementare negli organismi utilizzati come biomonitors (Loppi et al., 2002b). Le altre classi della scala sono progressive deviazioni di $\pm 25\%$ dalla condizione normale.

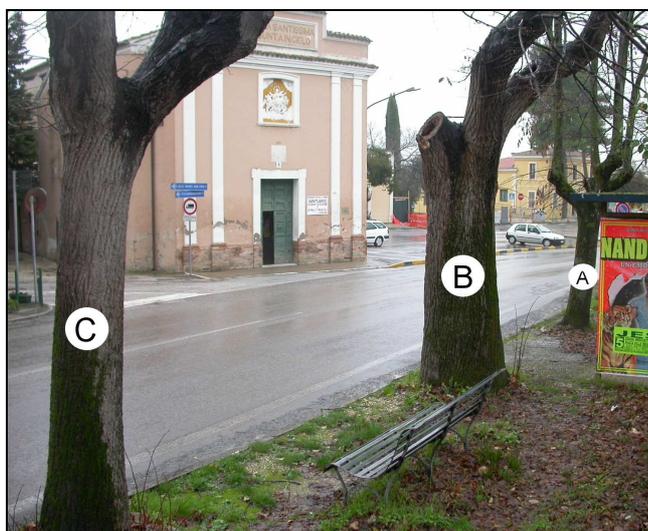
4 Risultati

4.1 Bioindicazione

Per la corretta interpretazione dei valori di BL vengono riportate di seguito delle schede riassuntive compilate con i dati territoriali e di biodiversità lichenica relativi alle singole stazioni e ai singoli rilievi. Ogni scheda riporta le seguenti informazioni: i) la località, ii) le coordinate geografiche nel sistema di riferimento “Gauss-Boaga” e la localizzazione nella corrispondente Carta Tecnica Regionale, iii) la foto del sito con un’indicazione degli alberi campionati, iv) una tabella riassuntiva con i dati raccolti per ogni rilievo e v) il relativo valore di BL inserito nella corrispondente fascia di naturalità/alterazione. Nelle schede vengono inoltre riportate le differenze riscontrate con i rilievi della campagna precedente, in termini di specie non più rinvenute e vengono sottolineate le specie nuove.

Stazione 1

Monsano loc. S. Maria



Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	359639		359637		359634	
Coordinata UTM Nord ED50	4825118		4825125		4825128	
Circonferenza	125	127	264	271	131	131
Esposizione reticolo (°)	170	170	270	270	210	210
Altezza del reticolo (cm)	100	99	103	102	100	100
Numero specie licheni	3	4	4	5	4	3
BL _r	23	23	26	37	26	24
BL_s	28					

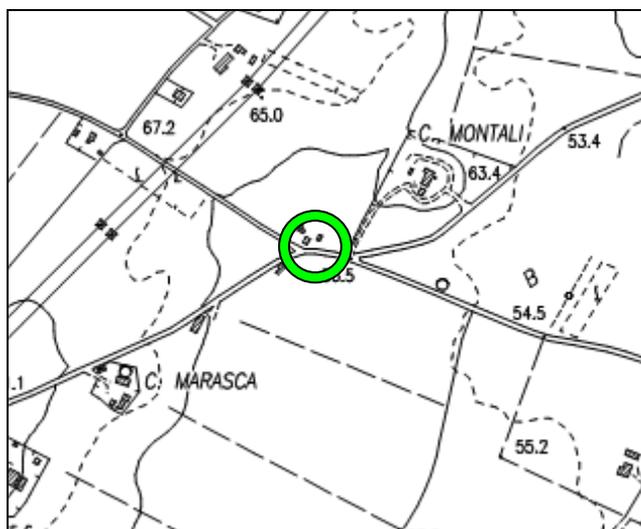
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (8; 10; 10), *Naetrocymbe punctiformis* (4; 5; 4), *Phaeophyscia orbicularis* (-; 10; 10), *Physconia grisea* (10; 10; -), *Xanthoria parietina* (1; 2; -)

Note: è stato rilevato un notevole incremento della frequenza di *P. orbicularis* sull'albero B

Stazione 2

Monsano, loc. Selvatorta c/o C. Marasca e C. Montali



Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	361429		361379		361345	
Coordinata UTM Nord ED50	4825686		4825706		4825709	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	165	168	219	220	201	200
Esposizione reticolo (°)	320	320	330	330	24	24
Altezza del reticolo (cm)	107	107	10	109	107	103
Numero specie licheni	6	6	5	6	6	7
BL _r	44	52	41	42	29	48
BL_s	47					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelaria concolor (-; 1; -), *Gyalecta liguriensis* (8; -; 10), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Lecanora horiza* (4; -; -), *Phaeophyscia orbicularis* (-; 1; 7), *Physcia adscendens* (10; 10; -), *P. aipolia* (-; -; 1), *P. biziana* (-; -; 1), *Physconia grisea* (10; 10; 10), *Xanthoria parietina* (10; 10; 9).

Note: il reticolo è stato alzato per evitare delle escoriazioni sul tronco dell'albero B. L'aumento dei BL_r degli alberi A e C è dovuto sia al rilevamento della specie *G. liguriensis* con frequenze molto elevate sia all'aumento della frequenza di *P. orbicularis* per l'albero C.

Stazione 3

Jesi, via S. Pietro Martire


Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	357712		357718		357714	
Coordinata UTM Nord ED50	4821013		4820995		4820990	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	171	190	197	197	201	205
Esposizione reticolo (°)	308	308	120	30	222	122
Altezza del reticolo (cm)	113	105	106	114	113	113
Numero specie licheni	4	5	3	7	5	6
BL _r	26	26	17	38	24	24
BL_s	29					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Gyalecta truncigena (-; -; 2), *Hyperphyscia adglutinata* (3; 7; 3), *Opegrapha varia* (-; 1; -), *Phaeophyscia cloantha* (-; 2; -), *P. orbicularis* (1; 1; 1), *Physcia adscendens* (2; 10; 2), *Physconia grisea* (10; 10; 10), *Punctelia subrudecta* (10; -; -), *Xanthoria parietina* (-; 7; 10).

Note: il notevole aumento di BL_r osservato per l'albero B è dovuto al rilevamento delle specie *X. parietina* e *P. adscendens*, entrambe molto frequenti all'interno del reticolo di rilevamento. Inoltre sullo stesso albero è stato osservato un aumento di frequenza della specie *H. adglutinata*. Non si può escludere che nell'anno 2010 sia stato fatto un errore di riporto sulla scheda in campo.

Stazione 4

Jesi, via dei Colli c/o Ospedale Murri


Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	356756		356739		356774	
Coordinata UTM Nord ED50	4821510		4821520		4821498	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	172	175	157	160	161	165
Esposizione reticolo (°)	32	32	68	68	350	350
Altezza del reticolo (cm)	102	100	100	108	100	100
Numero specie licheni	8	8	7	7	11	10
BL _r	56	55	41	39	55	54
BL_s	49					

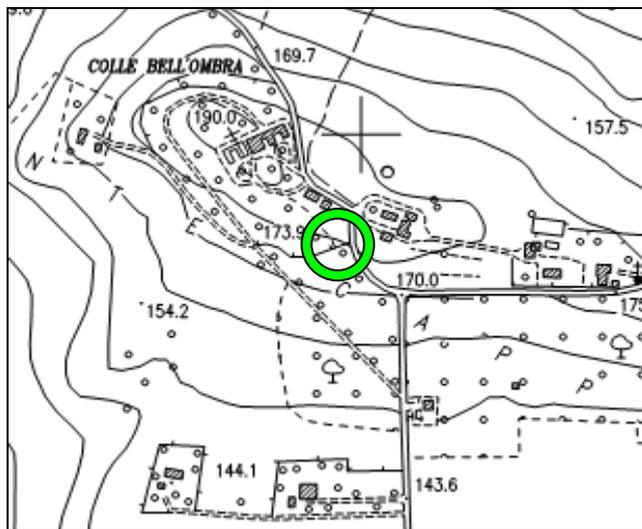
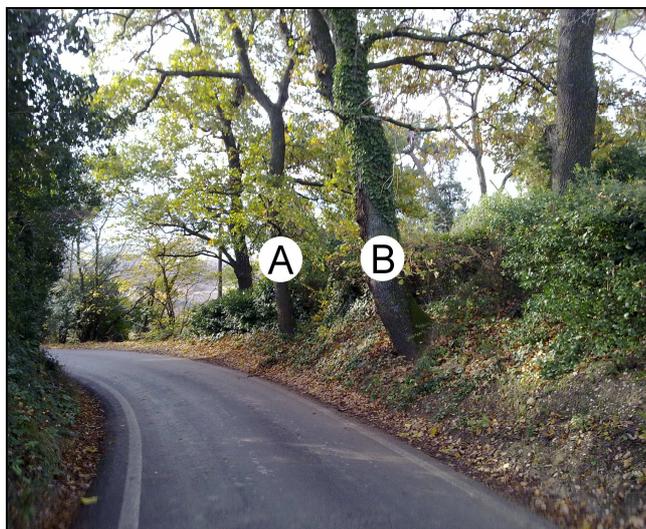
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Arthonia radiata (-; -; 3), *Candelaria concolor* (1; -; -), *Diploicia canescens* (-; -; 1), *Hyperphyscia adglutinata* (9; 8; 10), *Lecanora horiza* (-; 1; 4), *Mycomicrothelia confusa* (2; 4; 1), *Phaeophyscia orbicularis* (10; -; 3), *Physcia adscendens* (4; 1; 3), *P. biziana* (9; 5; 9), *Physconia grisea* (10; 10; 10), *Xanthoria parietina* (10; 10; 10).

Note: nessuna.

Stazione 5

Jesi, loc. Colle Bellombra



	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		-	
Coordinata UTM Est ED50	353045		353043		-	
Coordinata UTM Nord ED50	4820044		4820044		-	
Circonferenza	135	132	212	212	-	-
Esposizione reticolo (°)	10	10	34	37	-	-
Altezza del reticolo (cm)	100	100	111	115	-	-
Numero specie licheni	8	8	9	10	-	-
BL _r	57	55	43	48	-	-
BL_s	52					

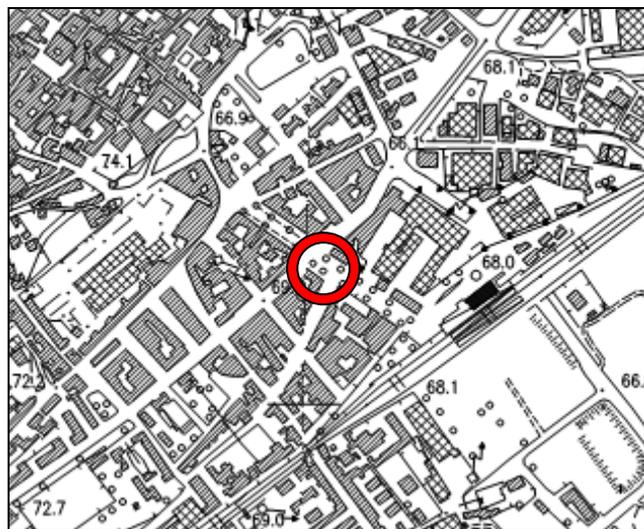
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelariella reflexa (-; 4), *Hyperphiscia adglutinata* (10; 10), *Lecanora horiza* (4; 2), *Melaspilea urceolata* (10; 2), *Opegrapha varia* (7; 7), *Phaeophyscia orbicularis* (3; 1), *Physcia adscendens* (-; 3), *P. biziana* (1; -), *Physconia distorta* (-; 1), *Physconia grisea* (10; 10), *Xanthoria parietina* (10; 8).

Note: nessuna.

Stazione 6

Jesi, viale Trieste



Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	358657		358645		358643	
Coordinata UTM Nord ED50	4820322		4820329		4820333	
Circonferenza	138	137	150	150	146	148
Esposizione reticolo (°)	268	268	36	36	296	30
Altezza del reticolo (cm)	108	108	104	104	107	107
Numero specie licheni	1	1	3	3	1	6
BL _r	10	10	12	12	10	28
BL_s	17					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Bacidia rubella (-; -; 5), *Hyperphyscia adglutinata* (-; -; 3), *Opegrapha varia* (-; 1; -), *Phaeophyscia orbicularis* (-; -; 4), *Physcia adscendens* (-; -; 3), *Physconia grisea* (10; 10; 10), *Xanthoria parietina* (-; 1; 3).

Note: è stata cambiata l'esposizione del reticolo sull'albero C in seguito a danneggiamento, determinando un incremento dei valori di frequenza.

Stazione 7

Jesi, via Ragazzi del '99


Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	357078		357056		357099	
Coordinata UTM Nord ED50	4819715		4819728		4819708	
Circonferenza	200	203	201	203	176	175
Esposizione reticolo (°)	318	318	316	316	336	336
Altezza del reticolo (cm)	118	119	100	100	110	108
Numero specie licheni	6	7	3	4	6	6
BL _r	33	41	22	24	33	46
BL_s	37					

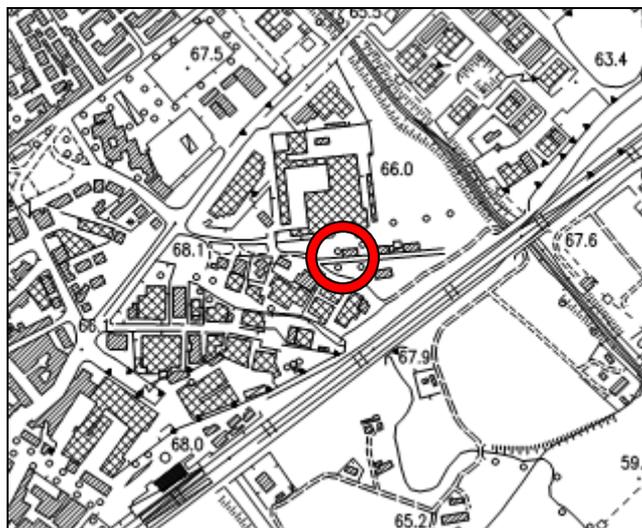
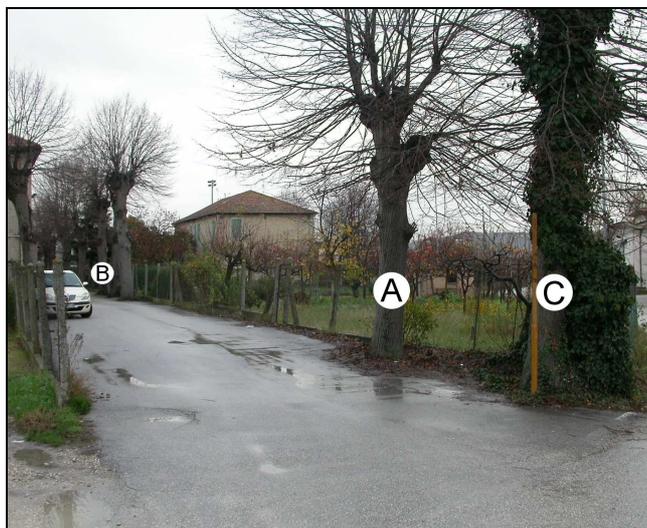
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Gyalecta truncigena (2; -; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Lecanora horiza* (4; -; 6), *Opegrapha varia* (1; -; 8), *Physcia adscendens*, (9; -; 4), *P. biziana* (-; 3; -), *Physconia grisea* (10; 10; 10), *Xanthoria parietina* (5; 1; 8)

Note: gli aumenti di BL_r riscontrati per gli alberi A e C sono imputabili soprattutto all'aumento delle frequenze della specie *P. adscendens* e alle specie *O. varia* e *X. parietina* per l'albero C.

Stazione 8

Jesi, via Cascamificio



Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	359001		359022		358997	
Coordinata UTM Nord ED50	4820605		4820610		4820601	
Circonferenza	155	160	186	186	139	145
Esposizione reticolo (°)	42	42	294	294	66	66
Altezza del reticolo (cm)	110	100	120	123	118	112
Numero specie licheni	3	2	3	6	3	2
BL _r	22	20	16	24	15	14
BL_s	19					

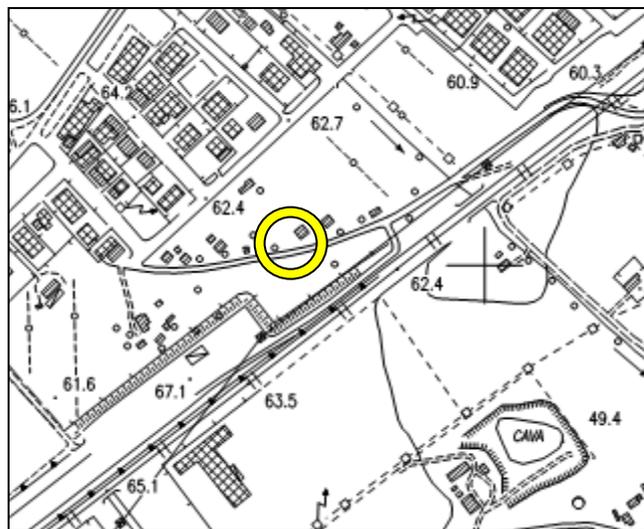
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelaria concolor (-; 1; -), *Candelariella reflexa* (10; 2; 4), *Hyperphyscia adglutinata* (-; 7; -), *Melaspilea urceolata* (10; 10; 10), *Physcia adscendens* (-; 3; -), *Xanthoria parietina* (-; 1; -).

Note: il tronco di uno degli alberi è stato coperto parzialmente da *Hedera helix*. L'aumento del BL_r riscontrato sull'albero B è dovuto all'aumento della frequenza della specie *H. adglutinata* e alla comparsa di piccoli talli delle specie *P. adscendens* e *X. parietina*.

Stazione 9

Jesi, via G. Latini



	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>	
Coordinata UTM Est ED50	359987		359912		359900	
Coordinata UTM Nord ED50	4821266		4821222		4821220	
Circonferenza	265	280	235	235	170	175
Esposizione reticolo (°)	14	14	292	290	332	332
Altezza del reticolo (cm)	107	100	100	100	103	103
Numero specie licheni	3	3	8	8	5	6
BL _r	23	23	39	41	36	37
BL_s	34					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (10; 10; 10), *Lecanora hagenii* (-; -; 1), *Lecanora horiza* (-; 8; 6), *Opegrapha varia* (3; 1; 10), *Phaeophyscia hirsuta* (-; 4; -), *P. orbicularis* (10; 10; 10), *Physcia biziana* (-; 2; -), *Physconia grisea* (-; 3; -), *Xanthoria parietina* (-; 3; 1).

Note: nessuna.

Stazione 10

Chiaravalle, Parco I Maggio



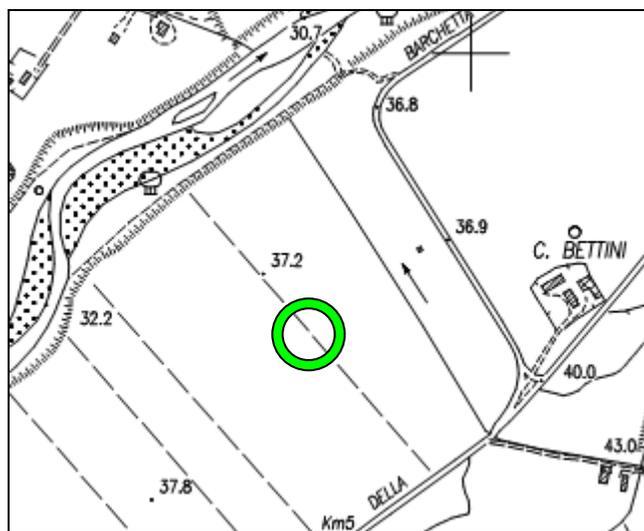
Codice albero	A		B		C		D	
Specie arborea	<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>	
Coordinata UTM Est ED50	364358		364371		364365		364340	
Coordinata UTM Nord ED50	4828039		4828023		4828011		4828023	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	105	107	112	112	115	117	101	103
Esposizione reticolo (°)	330	330	306	80	160	160	120	120
Altezza del reticolo (cm)	108	103	108	109	110	110	102	102
Numero specie licheni	9	12	3	5	5	6	9	10
BL _r	75	86	24	38	32	36	47	46
BL_s	52							

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelaria concolor (5; -; -; 5), *Candelariella reflexa* (10; -; -; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10; -), *Lecanora allophana* (9; -; -; 2), *Lecanora carpinea* (2; -; -; 2), *Lecidella elaeocroma* (10; -; -; 6), *Phaeophyscia cloantha* (-; -; -; 2), *P. hirsuta* (3; -; -; 1), *P. orbicularis* (1; -; 1; -), *Physcia adscendens* (10; 10; 8; 9), *P. biziana* (7; 3; 6; 5), *Physconia grisea* (10; 7; 10; 7), *Xanthoria parietina* (9; 8; 1; 7).

Note: l'aumento di BL_r osservato sull'albero A è dovuto alla comparsa delle specie *C. reflexa* e *L. allophana*, entrambe molto frequenti all'interno del reticolo di rilevamento. Il leggero aumento osservato per l'albero C invece è imputabile al cambio di esposizione del reticolo, in quanto l'esposizione precedente non includeva la superficie del tronco con il massimo di biodiversità lichenica.

Stazione 11

Agugliano, loc. La Chiusa c/o C. Bettini


Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	364048		364045		364029	
Coordinata UTM Nord ED50	4823748		4823751		4823777	
Circonferenza	162	168	125	129	291	292
Esposizione reticolo (°)	330	330	20	20	8	8
Altezza del reticolo (cm)	110	112	115	115	116	117
Numero specie licheni	7	7	11	10	7	9
BL _r	30	52	60	57	48	58
BL_s	56					

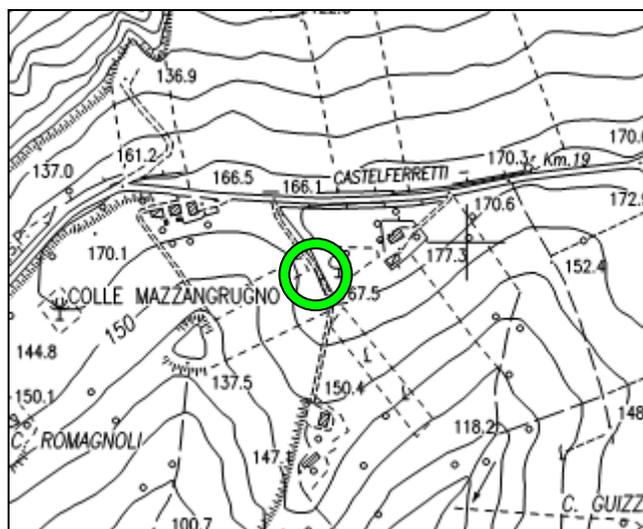
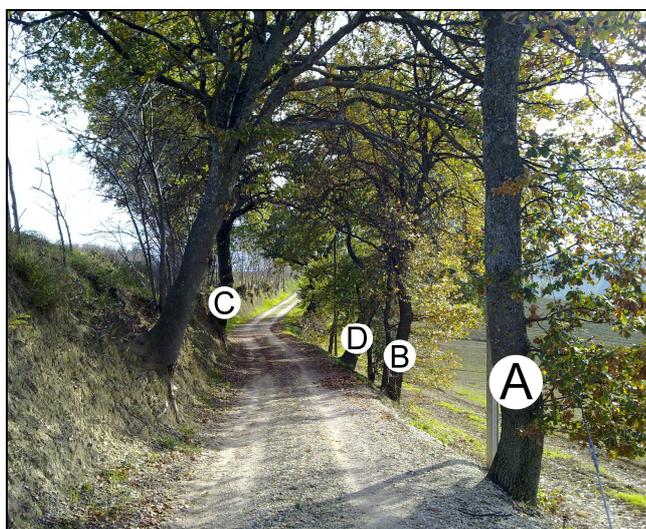
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Caloplaca cerinella (-; 2; -), Candelaria concolor (10; -; 8), Candelariella reflexa (-; -; 8), Diplotomma alboatrum (-; 1; -), Gyalecta liguriensis (9; -; -), Hyperphyscia adglutinata (10; 10; 10), Lecanora carpinea (-; 2; 1), L. horiza (-; 1; -), Lecidella elaeochroma (-; 10; -), P. hirsuta (1; -; -), P. orbicularis, (10; -; 10), Physcia adscendens (10; 10; 10), P. biziana (-; 10; 10), Physconia grisea (-; 1; 2), Thelenella modesta (-; 1; -), Xanthoria parietina (2; 10; 3).

Note: l'aumento di BL_r rilevato sull'albero A è dovuto all'aumento delle specie G. liguriensis, P. orbicularis e P. adscendens mentre l'aumento rilevato sull'albero C è dovuto sia all'aumento della frequenza della specie C. concolor che alla comparsa della specie C. reflexa.

Stazione 12

Jesi, loc. Colle Mazzangrugno



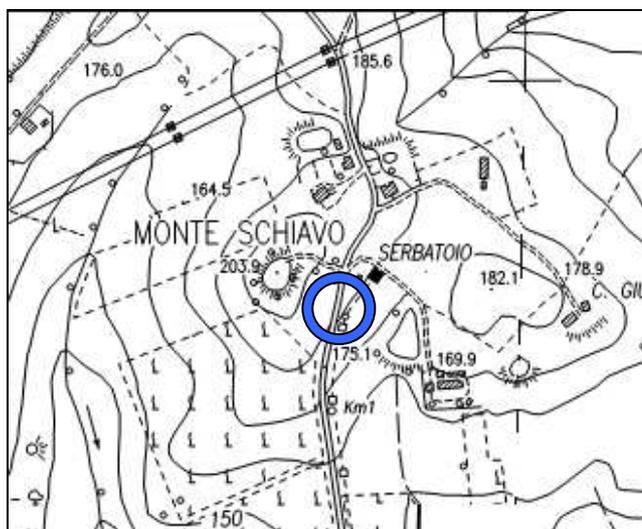
Codice albero	A		B		C		D	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	361831		361839		361841		361843	
Coordinata UTM Nord ED50	4820187		4820180		4820183		4820173	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	117	126	100	106	192	196	178	180
Esposizione reticolo (°)	66	66	68	68	228	228	130	130
Altezza del reticolo (cm)	118	120	105	102	105	107	102	108
Numero specie licheni	9	8	5	7	4	4	8	9
BL _r	65	61	34	46	18	23	53	62
BL_s	48							

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelaria concolor (6; 10; -; -), *Candelariella reflexa* (5; 10; -; 2), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10; 10), *Opegrapha varia* (-; -; 2; -), *Phaeophyscia orbicularis* (10; 2; -; 10), *Physcia adscendens* (10; 10; 10; 7), *P. aipolia* (-; -; -; 3), *P. biziana* (10; -; -; 10), *Physconia distorta* (-; -; -; 1), *Physconia grisea* (1; 1; -; 10), *Xanthoria parietina* (9; 3; 1; 9).

Note: l'aumento delle frequenze di BL_r registrate per gli alberi B e D è imputabile sia alla comparsa della specie *C. reflexa* che ad un aumento delle frequenze di alcune specie come *H. adglutinata* e *P. grisea*.

Stazione 13

Moie, c/o la chiesa del Puzzo (Monte Schiavo)


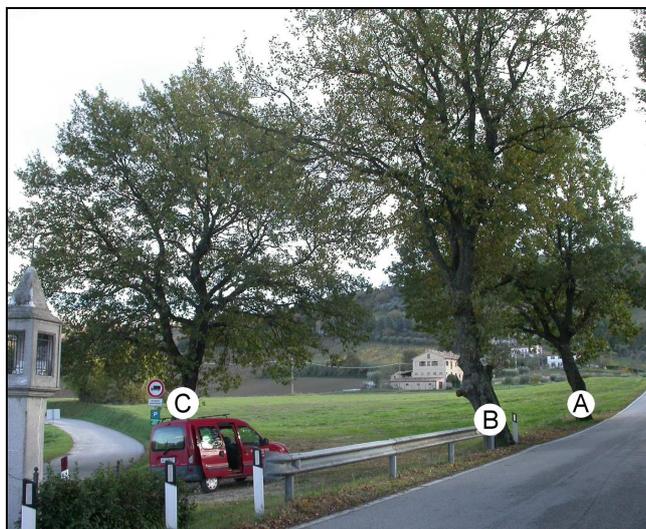
	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	351092		351092		351103	
Coordinata UTM Nord ED50	4820955		4820964		4820930	
Circonferenza	151	153	174	174	164	165
Esposizione reticolo (°)	340	340	350	350	38	38
Altezza del reticolo (cm)	100	100	115	110	105	105
Numero specie licheni	8	8	11	10	8	9
BL _r	59	61	55	62	62	62
BL_s	62					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelaria concolor (-; 3; -), *Candelariella reflexa* (3; -; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Lecanora horiza* (-; 1; 1), *P. orbicularis* (9; 4; 5), *Physcia adscendens* (10; 10; 8); *P. aipolia* (-; 2; -), *P. biziana* (8; 6; 10), *Physconia distorta* (1; 5; 7), *P. grisea* (10; 10; 10), *Punctelia subrudecta* (-; -; 1), *Xanthoria parietina* (10; 10; 10).

Note: nessuna.

Stazione 14

Moie, via Torrette


Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	348537		348541		348560	
Coordinata UTM Nord ED50	4817498		4817513		4817506	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	197	204	233	239	232	238
Esposizione reticolo (°)	24	14	280	280	92	130
Altezza del reticolo (cm)	101	100	105	107	112	112
Numero specie licheni	8	7	10	8	6	8
BL _r	43	46	46	46	51	52
BL_s	48					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Collema sp. (-; 3; -), *Hyperphyscia adglutinata* (7; 8; 10), *Lecanora horiza* (-; 2; -), *Lecanora umbrina* (-; 2; -), *Phaeophyscia cloantha* (-; -; 3), *P. hirsuta* (3; -; 1), *P. nigricans* (-; 1; -), *P. orbicularis* (5; -; 7), *Physcia adscendens* (10; 10, 10), *P. biziana* (3; -; 5), *Physconia grisea* (8; 10; 6), *Xanthoria parietina* (10; 10; 10).

Note: nessuna.

Stazione 15

Monte Roberto, loc. Pianello c/o scuola Salvati



Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	351911		351913		351896	
Coordinata UTM Nord ED50	4816947		4816953		4816961	
Circonferenza	202	200	198	197	200	200
Esposizione reticolo (°)	224	224	201	201	185	185
Altezza del reticolo (cm)	110	110	111	112	120	120
Numero specie licheni	7	7	5	4	8	5
BL _r	45	44	39	31	55	39
BL_s	38					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (10; 8; 10), *Melaspilea urceolata* (10; -; -), *Opegrapha varia* (1; -; -), *Phaeophyscia orbicularis* (2; 3; 9), *Physcia biziana* (-; -; 4), *Physconia distorta* (1; -; -), *P. grisea* (10; 10; 10), *Xanthoria parietina* (10; 10; 6).

Note: il decremento dei valori di BL_r osservato sugli alberi B e C è imputabile principalmente alla scomparsa delle specie *Mycomicrothelia confusa* (B e C), *Bacidia rubella*, *Melaspilea urceolata* e *Micarea prasina* (C).

Stazione 16

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



Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	358143		358128		358154	
Coordinata UTM Nord ED50	4817789		4817761		4817830	
Circonferenza	187	189	114	116	240	243
Esposizione reticolo (°)	342	342	342	342	314	314
Altezza del reticolo* (cm)	145	145	130	130	120	120
Numero specie licheni	8	8	6	8	7	7
BL _r	38	41	46	57	38	40
BL_s	46					

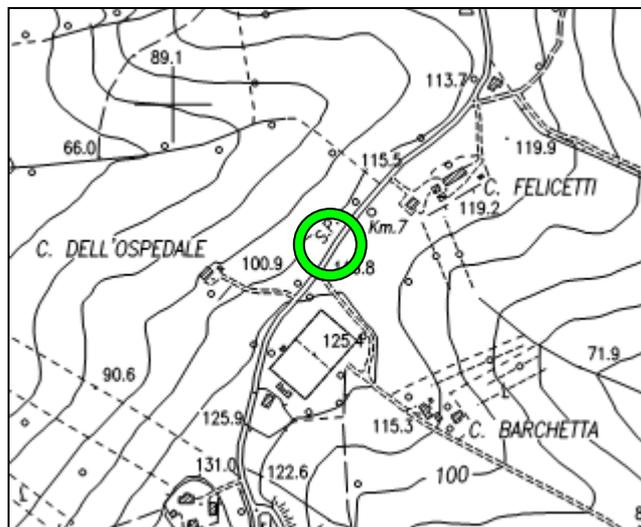
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Caloplaca cerinella (-; 1; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Lecanora horiza* (2; 10; -), *Lecidella elaeochroma* (2; 9; -), *Phaeophyscia cloantha* (-; 2; 7), *P. orbicularis* (1; -; 2), *Physcia adscendens* (9; 9; 10), *P. biziana* (4; 10, 1), *Physconia grisea* (10; -; 5), *Xanthoria parietina* (3; 6; 5).

Note: l'albero A è stato sostituito poiché l'originale è stato abbattuto. Le altezze del reticolo (alberi A e B) sono riferite al fondo del canale di scolo dell'acqua. L'incremento del valore di BL_r rilevato sull'albero B è dovuto all'aumento delle frequenze delle specie *P. adscendens* e *X. parietina*.

Stazione 17

Jesi, loc. Mazzangrugno



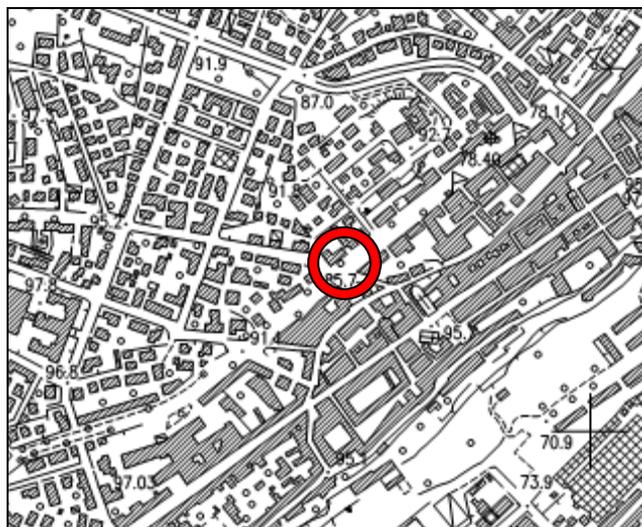
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>		<i>Q. robur</i>	
Coordinata UTM Est ED50	364398		364411		364164	
Coordinata UTM Nord ED50	4822123		4822133		4821678	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	155	155	249	246	139	141
Esposizione reticolo (°)	58	58	50	50	142	142
Altezza del reticolo (cm)	118	118	120	120	103	103
Numero specie licheni	4	5	6	6	6	6
BL _r	40	43	46	43	25	37
BL_s	41					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Gyalecta liguriensis (4; -; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Phaeophyscia orbicularis* (-; -; 4), *Physcia adscendens* (10; 10; 9), *P. biziana* (9; 7; 2), *Physconia grisea* (-; 6; 2), *Xanthoria parietina* (10; 10; 10).

Note: l'aumento di BL osservato per il rilievo C è dovuto soprattutto all'aumento della frequenza di *P. orbicularis*, *P. adscendens* e *P. biziana*.

Stazione 18

Jesi, viale della Vittoria


	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	357826				357931	
Coordinata UTM Nord ED50	4820472				4820552	
Circonferenza	147	147	116	118	192	197
Esposizione reticolo (°)	234	234	220	220	194	194
Altezza del reticolo (cm)	112	112	112	105	100	104
Numero specie licheni	4	4	1	2	2	3
BL _r	9	10	10	11	4	13
BL_s	11					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelariella reflexa (-; 1; -), *Candelariella viae-lacteeae* (1; 10; 10), *Hyperphyscia adglutinata* (3; -; 2), *Physcia adscendens* (5; -; -), *Physconia grisea* (1; -; 1).

Note: la foto non riporta l'albero A. Sull'albero C è stato osservato un notevole incremento della frequenza della specie *C. viae lacteeae*.

Stazione 19

Jesi, loc. Aia Murata

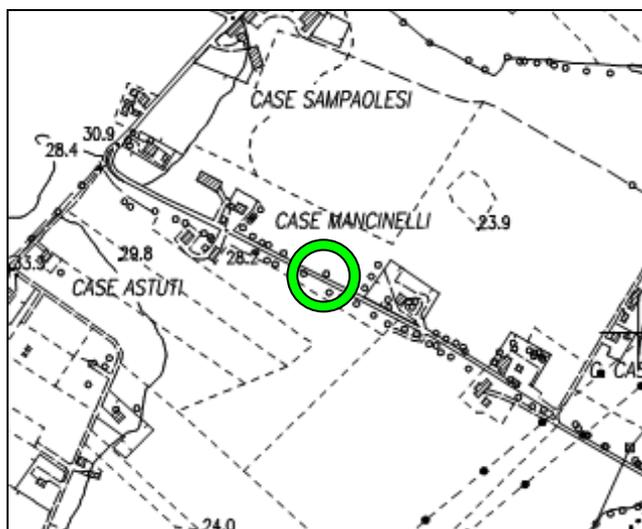
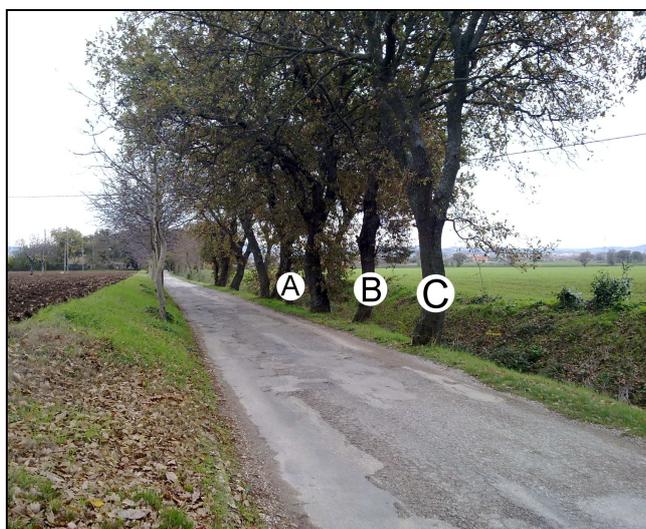

Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	364595		364592		364609	
Coordinata UTM Nord ED50	4827454		4827448		4827443	
Circonferenza	162	168	138	139	137	140
Esposizione reticolo (°)	312	312	310	310	10	10
Altezza del reticolo (cm)	105	105	100	100	107	104
Numero specie licheni	12	15	12	13	5	6
BL _r	71	75	76	79	44	46
BL_s	67					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Candelaria concolor (10; 6; -), *Candelariella xanthostigma* (-; 1; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Lecanora carpinea* (2; -; -), *L. chlarotera* (4; 7; -), *L. horiza* (1; 1; -), *Lecidella elaeochroma* (7; 10; 2), *Lepraria* sp. (1; 2; -), *Phaeophyscia orbicularis* (1; -; -), *Physcia adscendens* (10; 10; 10), *P. aipolia* (-; 2; -), *P. biziana* (7; 9; 10), *Physconia grisea* (10; 10; 4), *Punctelia subrudecta* (1; -; -), *Pleurosticta acetabulum* (1; -; -), *Ramalina fastigiata* (1; 1; -), *Xanthoria parietina* (9; 10; 10).

Note: nessuna.

Stazione 20

Montemarciano, loc. Gabella, via Romeo


Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	363578		363559		363555	
Coordinata UTM Nord ED50	4831284		4831290		4831294	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	161	167	127	125	171	171
Esposizione reticolo (°)	312	312	80	80	90	90
Altezza del reticolo (cm)	104	118	110	110	106	102
Numero specie licheni	6	10	5	5	7	7
BL _r	58	66	40	45	48	51
BL_s	54					

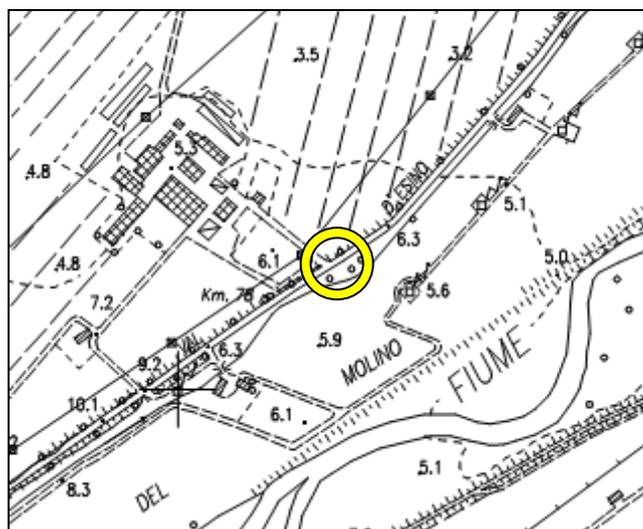
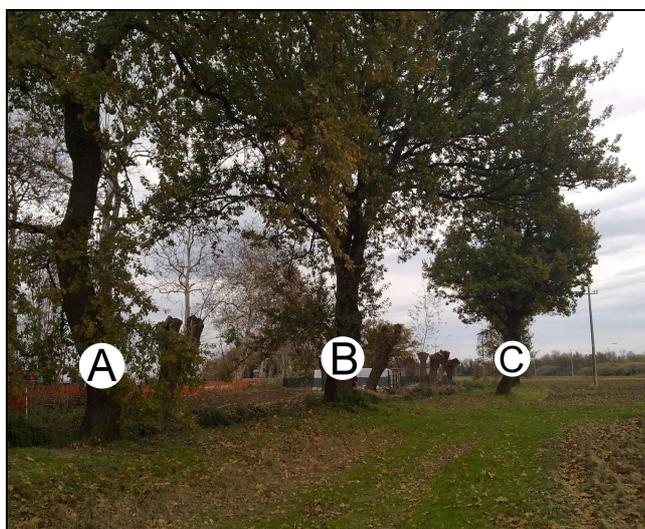
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (10; 10; 10), *Lecanora horiza* (2; -; -), *Opegrapha varia* (7; -; -), *Phaeophyscia cloantha* (2; -; -), *P. hirsuta* (5; 5; 1), *P. orbicularis* (3; -; 7), *Physcia adscendens* (10; -; 9), *P. biziana* (9; 10; 5), *Physconia grisea* (9; 10; 10), *Xanthoria parietina* (10; 10; 9).

Note: l'aumento del BL_r osservato per l'albero A è imputabile alla comparsa delle specie *L. horiza*, *P. cloantha* e *P. hirsuta*.

Stazione 21

Falconara Marittima, loc. Fiumesino



Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	367225		367239		367260	
Coordinata UTM Nord ED50	4832304		4832310		4832307	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	174	177	281	285	203	203
Esposizione reticolo (°)	90	90	0	0	312	312
Altezza del reticolo (cm)	115	115	127	128	128	128
Numero specie licheni	3	3	4	5	4	4
BL _r	15	17	31	33	36	36
BL_s	29					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (10; 10; 10), *Lecanora hagenii* (-; 1; -), *Physcia adscendens* (6; 10; 10), *P. biziana* (1; 10; 10), *Xanthoria parietina* (-; 2; 6).

Note: nessuna.

Stazione 22

Falconara Marittima, loc. Castelferretti, via 14 Luglio



Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>		<i>Tilia sp.</i>	
Coordinata UTM Est ED50	368158		368173		368177	
Coordinata UTM Nord ED50	4829688		4829695		4829674	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	114	115	112	117	165	169
Esposizione reticolo (°)	164	164	206	104	356	356
Altezza del reticolo (cm)	110	110	114	114	112	112
Numero specie licheni	2	4	1	2	2	2
BL _r	20	23	10	20	10	9
BL_s	17					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (10; 10; -), *Phaeophyscia orbicularis* (10; 10; 5), *Physcia adscendens* (1; -; 4), *Physconia grisea* (2; -; -).

Note: sull'albero B è stato individuato una nuova porzione di tronco che presenta una comunità lichenica più abbondante e di conseguenza è stata modificata l'esposizione del reticolo.

Stazione 23

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



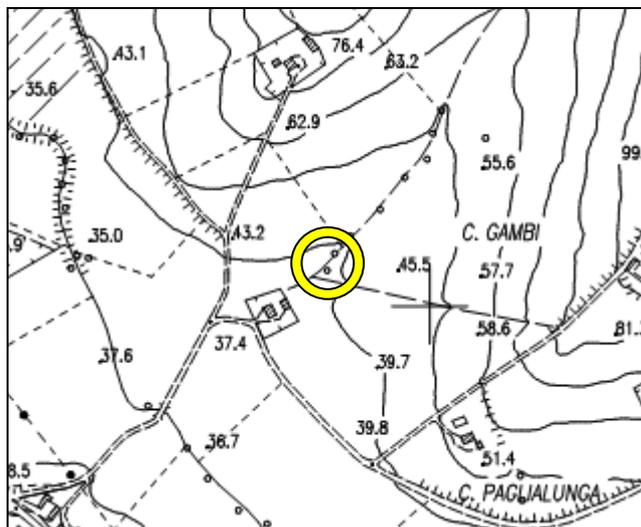
	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	368909		368916		368912	
Coordinata UTM Nord ED50	4828894		4828986		4828937	
Circonferenza	348	351	230	230	152	155
Esposizione reticolo (°)	258	320	320	320	338	338
Altezza del reticolo (cm)	99	99	118	118	90	106
Numero specie licheni	4	4	9	8	3	5
BL _r	26	28	41	37	22	27
BL_s	31					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Bacidia rubella (5; 7; -), *Gyalecta liguriensis* (-; -; 4), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 1; 10), *Lepraria* sp. (-; 1; -), *Melaspilea urceolata* (-; 5; -), *Micarea prasina* (-; 1; -), *Opegrapha varia* (-; -; 1), *Physcia adscendens* (10; 4; 10), *P. biziana* (3; -; -), *Physconia grisea* (-; 9; -), *Xanthoria parietina* (-; 9; 2).

Note: nessuna.

Stazione 24

Agugliano, c/o C. Gambi


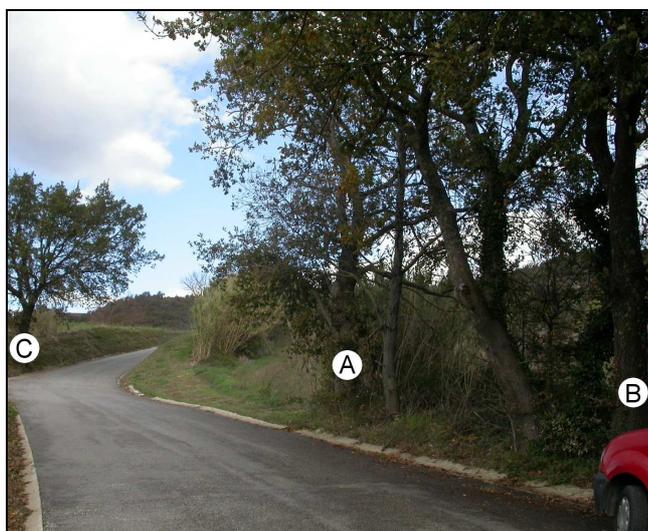
Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	Q. robur		Q. robur		Q. robur	
Coordinata UTM Est ED50	366957		366947		366933	
Coordinata UTM Nord ED50	4824259		4824247		4824238	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	208	210	208	210	165	166
Esposizione reticolo (°)	224	224	270	270	70	70
Altezza del reticolo (cm)	111	107	110	110	102	102
Numero specie licheni	2	3	5	5	2	3
BL _r	20	24	26	29	20	25
BL_s	26					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Hyperphyscia adglutinata (10; 10; 10), *Lecanora horiza* (-; 10; -), *Lecidella elaeochroma* (-; 1; -), *Opegrapha varia* (4; 5; 5), *Physcia adscendens* (10; -; 10), *Xanthoria parietina* (-, 3, -).

Note: nessuna.

Stazione 25

Serra S. Quirico, borgo Stazione c/o cimitero


Codice albero	A		B		C	
Specie arborea	<i>Q. petraea</i>		<i>Q. petraea</i>		<i>Q. petraea</i>	
Coordinata UTM Est ED50	340080		340079		340050	
Coordinata UTM Nord ED50	4812702		4812692		4812734	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Circonferenza	139	141	130	132	202	204
Esposizione reticolo (°)	50	50	150	148	296	296
Altezza del reticolo (cm)	104	104	105	103	107	107
Numero specie licheni	9	9	12	11	8	10
BL _r	63	57	72	73	51	59
BL_s	63					

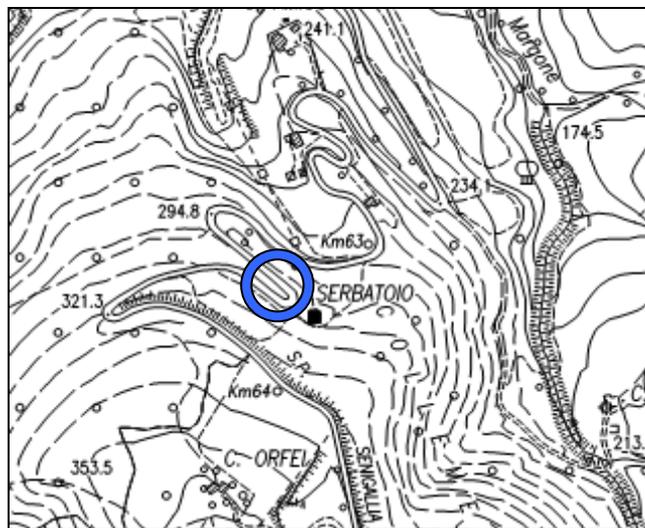
Specie rilevate durante la campagna 2011:

Bacidia rubella (-; 10; -), *Caloplaca cerina* (-; 8; -), *Collema* sp. (-; 7; -), *Hyperphyscia adglutinata* (7; 10; 10), *Phaeophyscia cloantha* (-; 1; 5), *P. hirsuta* (1; 5; 1), *P. orbicularis* (10; 5; 10), *Physcia adscendens* (10; 8; 10), *P. aipolia* (6; 2; 1), *P. biziana* (2; -; 6), *Physconia distorta* (9; 10; 4), *P. perisidiosa* (2; -; -), *Pachyphiale carneola* (-; -; 2), *Xanthoria parietina* (10; 7; 9).

Note: nessuna.

Stazione 26

Serra S. Quirico, strada per S. Elia, c/o deposito Sassi Rossi



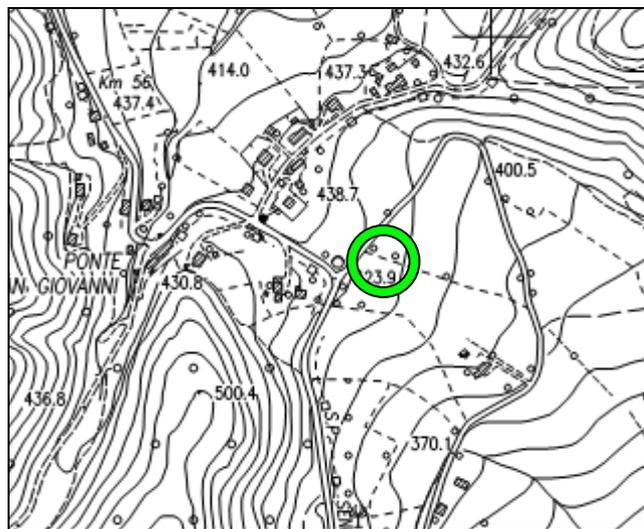
Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	Q. petraea		Q. petraea		Q. petraea	
Coordinata UTM Est ED50	340636		340628		340603	
Coordinata UTM Nord ED50	4811029		4811042		4811073	
Circonferenza	(222)	100	(114)	95	(194)	137
Esposizione reticolo (°)	240	330	120	35	10	285
Altezza del reticolo (cm)	105	128	100	107	101	119
Numero specie licheni	(8)	10	(7)	11	(10)	12
BL _r	(46)	67	(51)	86	(71)	66
BL_s	73					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Acrocordia gemmata (-; -; 2), *Artonia* sp. (1; -; -), *Candelaria concolor* (-; 4; -), *Candelariella reflexa* (-; 7; -), *Candelariella xanthostigma* (-; 7; -), *Hyperphyscia adglutinata* (10; 10; 10), *Lecanora allophana* (7; 9; -), *L. argentata* (4; -; -), *L. sp.* (-; -; 1), *Lecidella elaeochroma* (9; 10; 2), *Pachyphiale carneola* (4; -; -), *Phaeophyscia nigricans* (10; -; 7), *P. hirsuta* (-; 4; 2), *P. orbicularis* (10; -; 4), *Physcia adscendens* (10; 10; 10), *P. aipolia* (-; 10; 5), *P. biziana* (-; -; 7), *Physconia distorta* (5; 5; 6), *Xanthoria parietina* (8; 9; 10).

Note: gli alberi rilevati non corrispondono a quelli dell'indagine del 2010 (v. p.to 3.1.2)

Stazione 27

Serra S. Quirico, loc. Trivio


Codice albero	A		B		C	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Specie arborea	<i>Q. petraea</i>		<i>Q. petraea</i>		<i>Q. petraea</i>	
Coordinata UTM Est ED50	338920		338927		338929	
Coordinata UTM Nord ED50	4813895		4813890		4813887	
Circonferenza	190	191	188	188	159	159
Esposizione reticolo (°)	340	340	0	0	310	310
Altezza del reticolo (cm)	100	100	108	110	102	107
Numero specie licheni	10	8	10	10	7	7
BL _r	35	38	47	54	40	53
BL_s	48					

Specie rilevate durante la campagna 2011:

Bacidia rubella (-; 4; -), *Hyperphyscia adglutinata* (-; -; 10), *Lecanora allophana* (1; -; -), *L. chlarotera* (-; 1; -), *Lecidella elaeochroma* (3; -; 1), *Melanelixia glabra* (-; 1; -), *Phaeophyscia orbicularis* (-; -; 3), *Physcia adscendens* (10; 10; 10), *P. aipolia* (10; 10; 10), *P. biziana* (5; 6; -), *Physconia distorta* (7; 10; 10), *P. grisea* (-; 2; -), *P. perisidiosa* (1; -; -), *Xanthoria parietina* (2; 9; 9).

Note: l'incremento dei valori di BL_r osservato sugli alberi B e C è dovuto soprattutto all'aumento delle frequenze delle specie *P. aipolia*, *P. biziana* e *P. distorta*. Sull'albero B inoltre è stata osservata *B. rubella*.

Nelle figure 7 e 8 viene mostrato il grado di naturalità/alterazione delle stazioni distribuite sul territorio e nel centro urbano di Jesi, in base alla scala riportata al punto 3.1.5.

Il valore medio di BL totalizzato dall'area di studio è di 42 (Tabella 3) che corrisponde all'intervallo di "semi-naturalità" secondo la scala utilizzata in questa indagine. Il massimo è stato riscontrato nella stazione 26 (Serra S. Quirico, strada per S. Elia) con un valore di BL pari a 73 mentre il minimo è stato registrato nella stazione 18 (Jesi, Viale della Vittoria) con un valore di 11 (Tabella 3). L'elevato coefficiente di variazione inoltre evidenzia che nell'area di studio da NE a SO i valori di BL non sono omogenei, infatti ci sono alcune stazioni che mostrano gradi di naturalità o di alterazione molto elevati. In questo caso nella prima classe rientrano le stazioni 13, 19, 25 e 26 mentre nella seconda le stazioni 6, 18 e 22. Dalla distribuzione dei valori di BL sul territorio si può notare che tutte le stazioni rientranti nella classe di "semi-alterazione" (1, 9, 15, 21, 23, 24) sono collocate nella parte nord-orientale della valle dell'Esino, a partire da Jesi e vicino ai centri industriali più importanti. Unica eccezione a questo trend è rappresentata dalla stazione 19, che ha fatto registrare il valore più elevato di tutta l'area (v. Tabella 3 e Figura 6) pur essendo vicina all'abitato di Chiaravalle e alla sua zona industriale.

Il valore di BL ottenuto per la città di Jesi non è altro che la media aritmetica dei valori di BL rilevati nelle stazioni urbane (3, 4, 6, 7, 8 e 18). Per il 2010 la città si è mantenuta in una classe di "semi-alterazione" con un valore di 27 mentre il massimo e il minimo sono stati registrati nelle stazioni 4 (Via dei Colli) e 18 (Viale della Vittoria) con valori rispettivamente di 49 e 11 (Figura 7).



Tabella 3 – Valori di BL di tutte le stazioni (S) e valore medio dell'area di studio affiancati da deviazione standard (D.S.) e coefficiente di variazione (%).

S	BL_s	D.S.	C.V. (%)
1	28	7,8	28
2	47	5,0	11
3	29	7,6	26
4	49	9,0	18
5	52	4,9	10
6	17	9,9	59
7	37	11,5	31
8	19	5,0	26
9	34	9,5	28
10	52	23,4	45
11	56	3,2	6
12	48	18,2	38
13	62	0,58	1
14	48	3,5	7
15	38	6,6	17
16	46	9,5	21
17	41	3,5	8
18	11	1,53	13
19	67	18,0	27
20	54	10,8	20
21	29	10,2	36
22	17	7,4	43
23	31	5,5	18
24	26	2,6	10
25	63	8,7	14
26	73	11,3	15
27	48	9,0	19
Area	42	15,9	38
Jesi	27	15,6	58

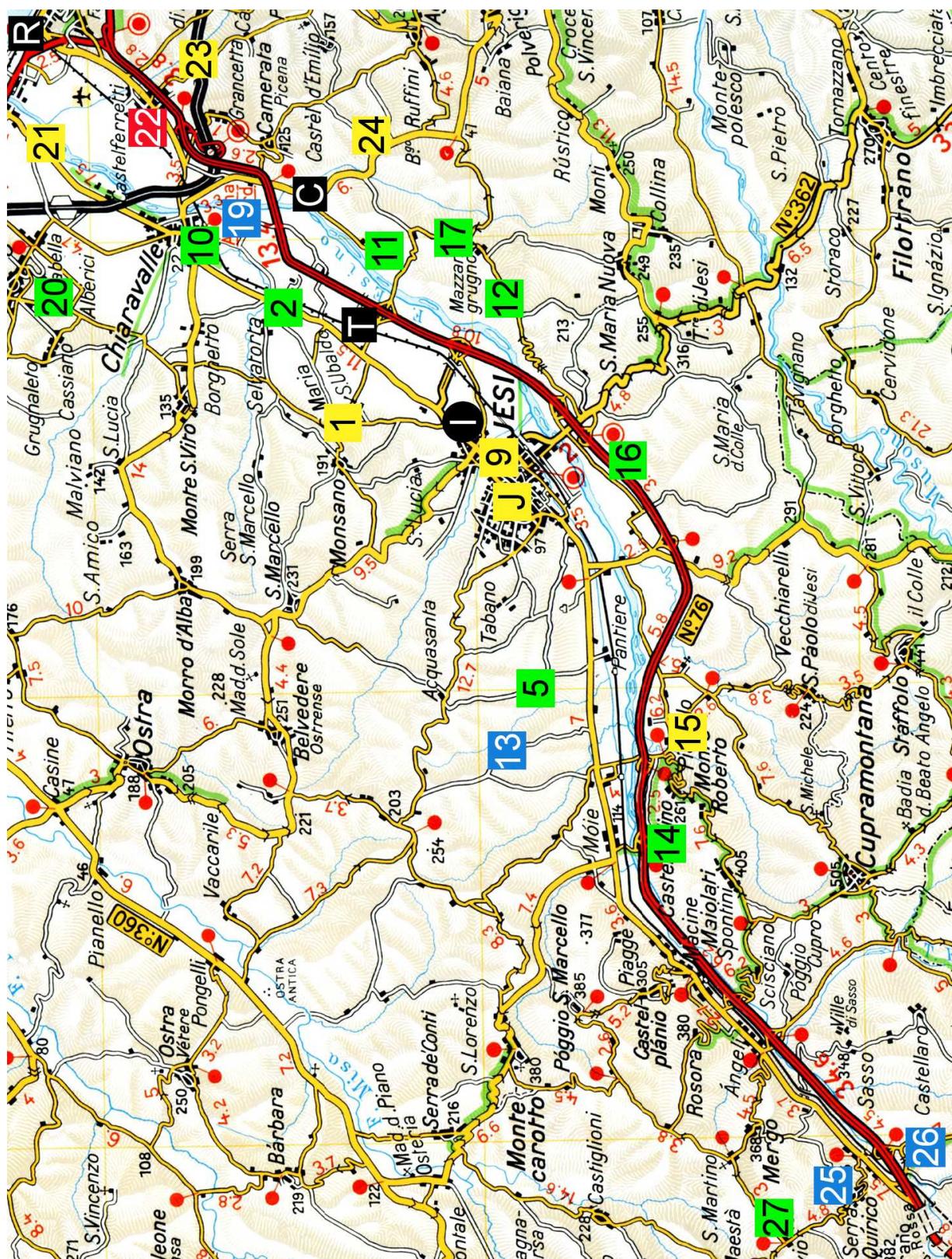


Figura 8 – Collocazione delle stazioni di bioindicazione sul territorio (quadrati con i numeri) e relativa classe di naturalità/alterazione (rosso: “alterazione”; giallo: “semi-alterazione”; verde: “semi-naturalità”; blu: “naturalità”). La stazione J corrisponde alla media dei valori registrati nelle stazioni urbane di Jesi. I = zona industriale di Jesi, T = centrale Turbogas, C = centrale Enel, R = raffineria API.

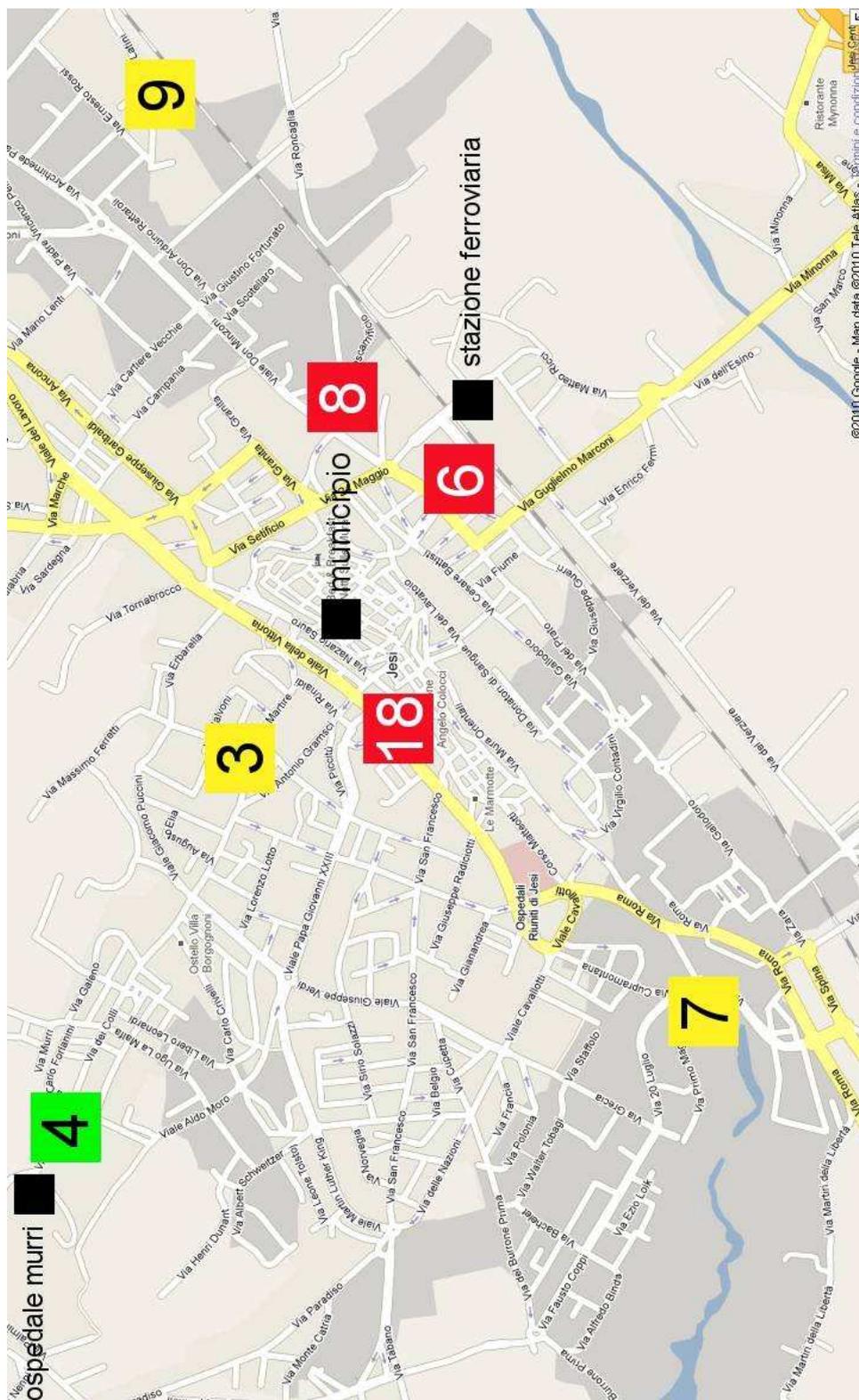


Figura 9 – Collocazione delle stazioni di bioindicazione nel centro abitato di Jesi (quadrati con i numeri) e relativa classe di naturalità/alterazione (rosso: “alterazione”; giallo: “semi-alterazione”; verde: “semi-naturalità”).

4.1.1 Lista floristica

Di seguito viene riportata la tabella delle specie rilevate nella campagna 2011.

Tabella 4 – Lista delle specie licheniche rinvenute nelle 27 stazioni durante la campagna 2011.

LISTA FLORISTICA
<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A.Massal.
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.
<i>Caloplaca cerina</i> (Hedw.) Th.Fr. v. <i>cerina</i>
<i>Caloplaca cerinella</i> (Nyl.) Flagey
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau
<i>Candelariella viae-lacteeae</i> G.Thor & V.Wirth
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau
<i>Collema</i> sp.
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) A. Massal
<i>Diplotomma alboatrum</i> (Hoffm.) Flot.
<i>Gyalecta liguriensis</i> (Vězda) Vězda
<i>Gyalecta truncigena</i> (Ach.) Hepp
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H.Mayrhofer &
<i>Lecanora allophana</i> Nyl.
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.
<i>Lecanora horiza</i> (Ach.) Linds.
<i>Lecanora</i> sp.
<i>Lecanora umbrina</i> (Ach.) A.Massal.
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M.Choisy
<i>Lepraria</i> sp.
<i>Melanelixia glabra</i> (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo,
Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch
<i>Melaspilea urceolata</i> (Fr.) Almb.
<i>Micarea prasina</i> Fr.
<i>Mycomicrothelia confusa</i> D.Hawksw.
<i>Naetrocymbe punctiformis</i> (Pers.) R.C.Harris
<i>Opegrapha varia</i> Pers.
<i>Pachyphiale carneola</i> (Ach.) Arnold
<i>Phaeophyscia chloantha</i> (Ach.) Moberg
<i>Phaeophyscia hirsuta</i> (Mereschk.) Essl.
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H.Olivier
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Fűrnh.
<i>Physcia biziana</i> (A.Massal.) Zahlbr. v. <i>biziana</i>
<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R.Laundon
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt ssp. <i>grisea</i>
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch
<i>Punctelia borrieri</i> (Sm.) Krog
<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.
<i>Thelenella modesta</i> (Nyl.) Nyl.
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th.Fr.

In questa campagna sono state rinvenute 48 specie di licheni epifiti, i più comuni dei quali sono: *Hyperphyscia adglutinata*, *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, e

Physconia grisea. Il genere più rappresentato è *Lecanora* con ben sette specie (*L. allophana*, *L. argentata*, *L. carpinea*, *L. chlorothera*, *L. hagenii*, *L. horiza* e *L. umbrina*) seguito da *Phaeophyscia* con quattro specie (*P. cloantha*, *P. hirsuta*, *P. nigricans* e *P. orbicularis*).

Rispetto alla campagna precedente è stato rilevato un numero maggiore di specie, in particolare si sono aggiunte *Acrocordia gemmata* (Ach.) A.Massal., *Caloplaca cerinella* (Nyl.) Flagey, *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau, *Gyalecta truncigena* (Ach.) Hepp, *Lecanora argentata* (Ach.) Malme, *L. umbrina* (Ach.) A.Massal, *Pachyphiale carneola* (Ach.) Arnold, *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch, *Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach. e *Thelenella modesta* (Nyl.) Nyl. Quasi la metà di queste specie è stata rilevata sugli alberi della stazione 26 che durante l'indagine 2009 erano stati erroneamente scambiati con quelli sostituiti ancora nel 2004 (v. relazione 2010). Sono state inoltre riscontrate anche specie segnalate in anni precedenti, come *Caloplaca cerinella* e *Candelariella xanthostigma*, rispettivamente nella stazione 11 e nella stazione 19 (v. schede stazione).

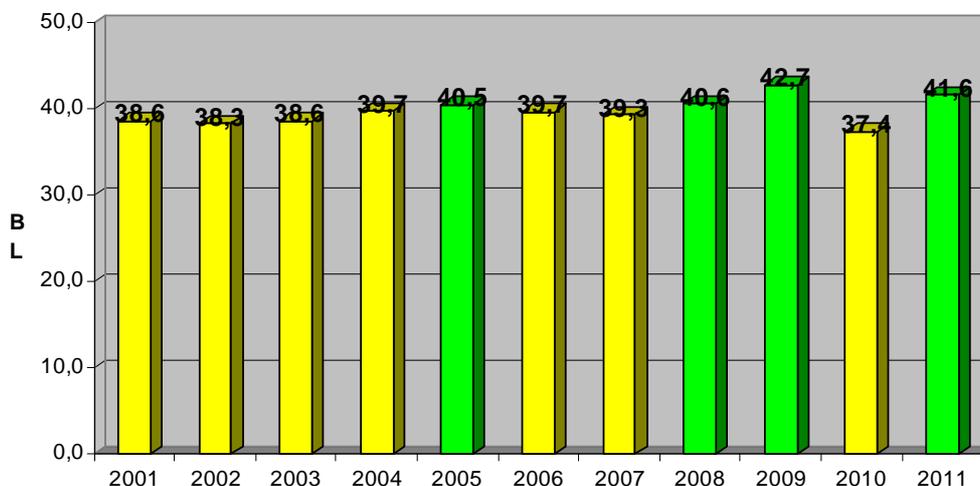
Nuove segnalazioni assolute sono *Acrocordia gemmata*, *Lecanora umbrina*, *Pachyphiale carneola*, *Pleurosticta acetabulum* e *Thelenella modesta*. Va sottolineato che *P. carneola* e *T. modesta* costituiscono addirittura nuove addizioni per la flora lichenica delle Marche.

Anche quest'anno non è stata riscontrata la specie *Strangospora pinicola*, la quale era stata segnalata in precedenza su un unico albero della stazione 11 (rilievo A) con una frequenza di 10. Come già sottolineato in precedenza, la presenza di questa specie in un simile ambiente è quanto meno dubbia. *Strangospora pinicola* è infatti un lichene acidofilo, di legno e scorza di conifera, ed è da anitrofitico a moderatamente nitrofitico, e quindi la sua ecologia non è compatibile con l'ambiente esaminato, che ospita una comunità di licheni schiettamente nitrofilii.

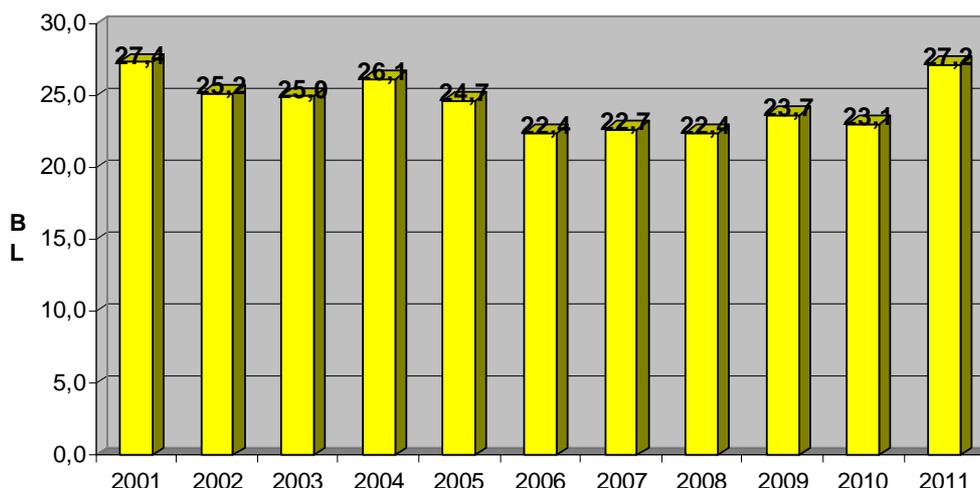
4.1.2 Confronto con le indagini precedenti

Di seguito vengono confrontati gli istogrammi che riassumono i risultati delle 10 campagne di bioindicazione svolte finora. I grafici riportano per ogni stazione l'andamento dei valori di BL e le barre degli istogrammi sono degli stessi colori delle classi di naturalità/alterazione in cui ricade il relativo valore. Oltre alle singole stazioni sono stati riportati due grafici che riassumono i valori medi di BL registrati in questi 11 anni nelle stazioni dell'intera area di studio e della sola città di Jesi.

Area di studio



Jesi



La prima differenza che si nota confrontando i risultati attuali con quelli della scorsa indagine è il miglioramento del valore medio di BL dell'area di studio, dalla classe di "semi-alterazione" alla classe di "semi-naturalità". Si è passati infatti da un valore di 37, che rientra appunto nella classe di "semi-alterazione", ad un valore di 42, che appartiene alla classe di "semi-naturalità". Questo fatto è dovuto ad un leggero aumento generale dei valori di BL registrati nelle 27 stazioni. Anche il centro urbano di Jesi ha fatto registrare un leggero miglioramento, si è passati infatti da 23 a 27, che tuttavia si riconferma nella classe di "semi-alterazione" della scala.

In figura 13 viene mostrato un quadro sinottico dell'andamento dei valori di BL delle 27 stazioni durante i dieci anni di indagini.

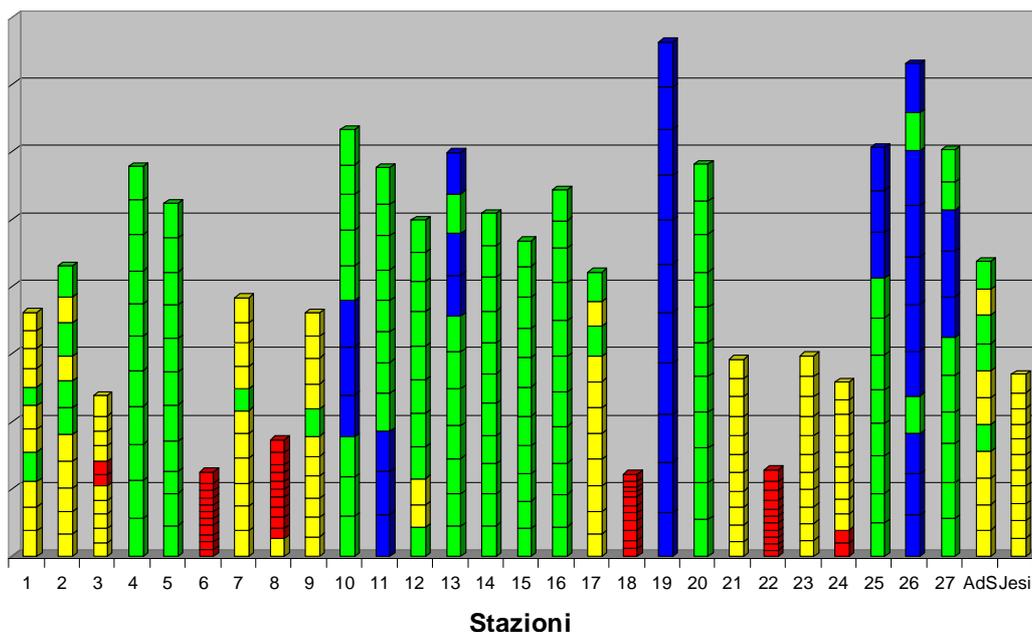


Figura 10 – Andamento riassuntivo delle 27 stazioni dell'area di studio e del centro urbano di Jesi nel periodo 2001-2011. Il colore delle barre varia in funzione della classe di naturalità/alterazione a cui appartengono le stazioni (v. p.to 3.1.5).

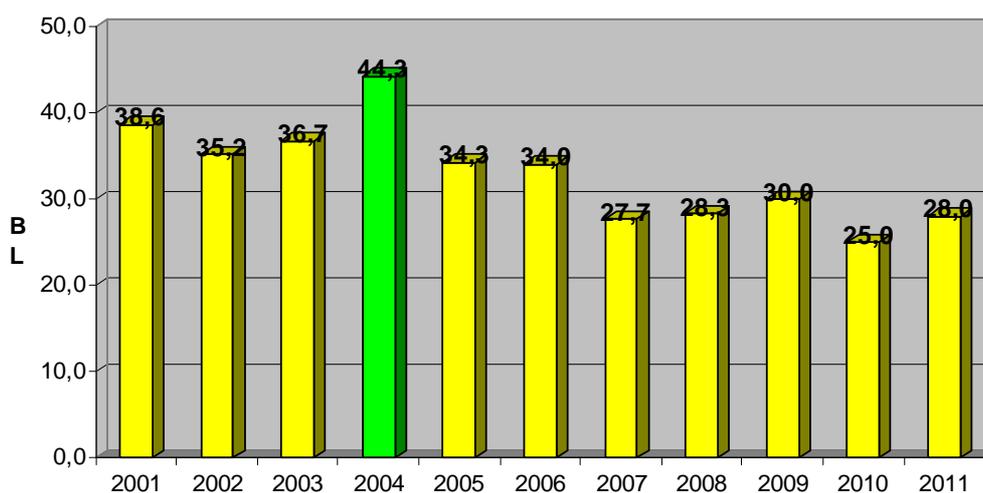
Rispetto alla precedente indagine 25 su 27 stazioni hanno fatto registrare un aumento del loro valore di BL di cui quattro (stazioni 2, 13, 17 e 26) effettuando un salto di classe positivo. Le stazioni 2 e 17 sono passate da una classe di "semi-alterazione" a una di "semi-naturalità" aumentando il loro valore di BL rispettivamente da 38 a 47 e da 37 a 41. Le stazioni 13 e 26 invece sono passate da una classe di "semi-naturalità" a una di "naturalità" aumentando il loro valore rispettivamente da 59 a 61 e da 56 a 73. Nel caso della stazione 26 tuttavia non si può parlare di un vero e proprio salto di classe in quanto il valore registrato durante la scorsa indagine si riferiva ad una stazione diversa, quella sostituita nel 2004 perché i criteri di rilevabilità non erano più rispettati e quindi nel 2010 identificata erroneamente. Se il valore rilevato in questa indagine viene invece confrontato con quello riportato nella relazione del 2009 si può notare allora che i valori di BL rientrano nella stessa classe della scala di naturalità-alterazione.

Oltre alle stazioni che hanno effettuato un salto di classe in positivo, ci sono anche stazioni che hanno fatto registrare degli incrementi importanti ma che sono rimaste nella stessa classe dell'anno precedente. Questo è il caso delle stazioni 3, 6, 7, 10, 11, 16 e 27 che hanno incrementato i loro valori da un minimo di 5 (st. 6) ad un massimo di 10 (st. 11). Il fattore che ha influito maggiormente su questi incrementi è stato l'aumento delle frequenze di specie nitrofile come *Physcia adscendens*, *P. aipolia*, *P. biziana*, *Physconia distorta* e *Xanthoria. parietina* soprattutto per quanto riguarda le stazioni 7, 11, 16 e 27. Nelle stazioni 6 e 10 invece l'aumento dei valori è stato condizionato dal cambiamento dell'esposizione del reticolo rispettivamente sugli alberi C e B, che ha portato all'individuazione di un maggior numero di specie e all'aumento della frequenza di quelle già presenti (v. sch. st. 6 e 10). Infine, in alcuni

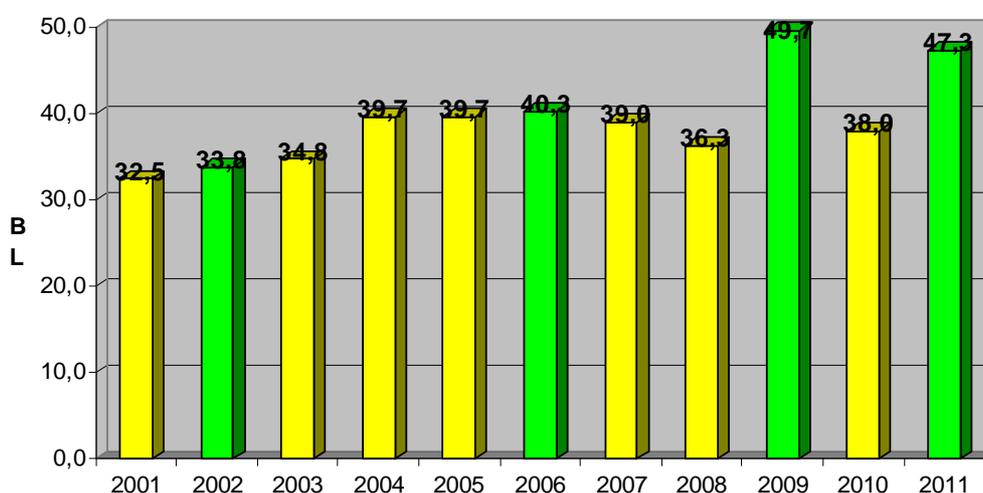
casi, l'aumento è legato a specie effimere o di ridotte se non di ridottissime dimensioni, la produzione dei cui corpi fruttiferi risente in qualche maniera delle condizioni ambientali (ad es. periodi di elevate precipitazioni, come quelli che hanno caratterizzato i mesi di ottobre-novembre 2010), e sono anche più facilmente osservabili quando il tallo è bagnato.

Contrariamente alla precedente indagine è stato registrato solo un decremento importante dei valori di BL relativo alla stazione 15, che ha portato al suo declassamento. Essa infatti è passata da un valore di 46 appartenente alla classe di "semi-naturalità" ad un valore di 38 appartenente alla classe di "semi-alterazione" della scala. Questo decremento è stato causato soprattutto dalla scomparsa delle specie *Mycocomrothelia confusa* dall'albero B e *Bacidia rubella* e *Melaspilea urceolata* dall'albero C. Ciò ha determinato una notevole diminuzione dei valori di BL dei singoli alberi e di riflesso quello della stazione.

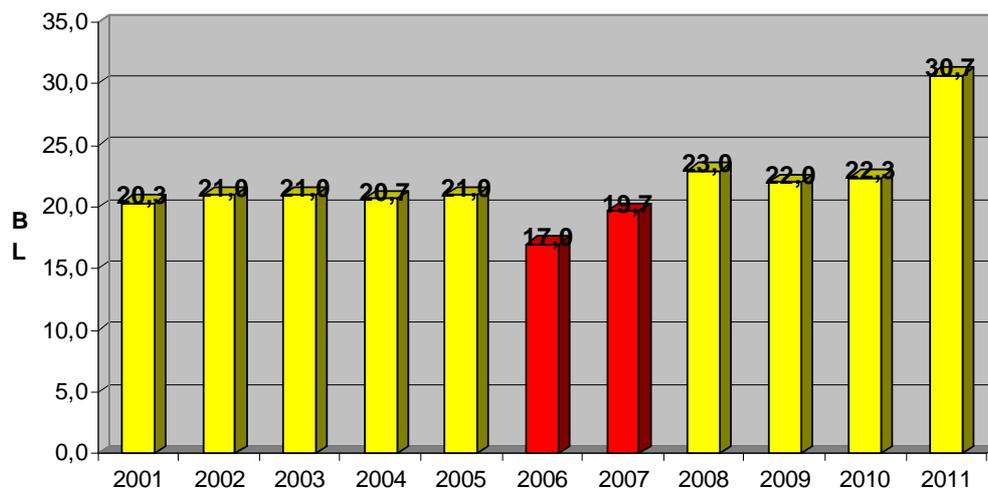
Stazione 1



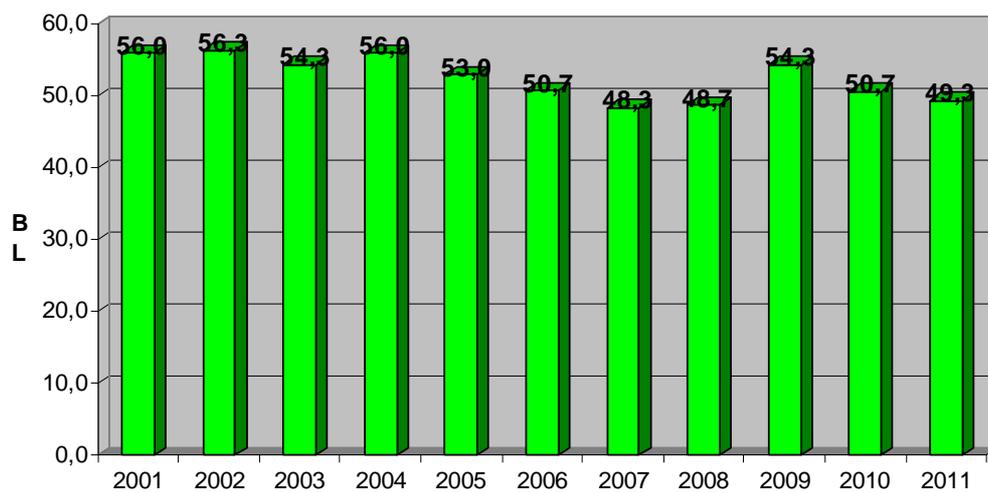
Stazione 2



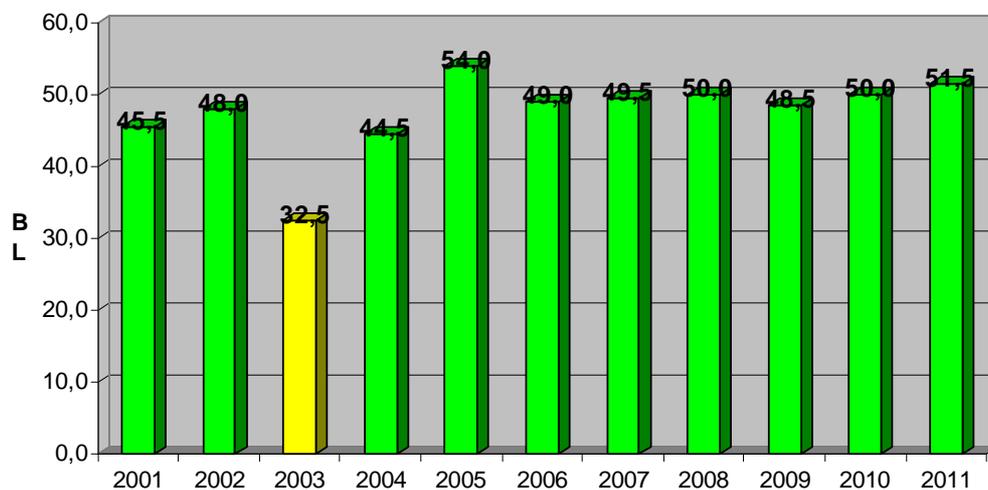
Stazione 3



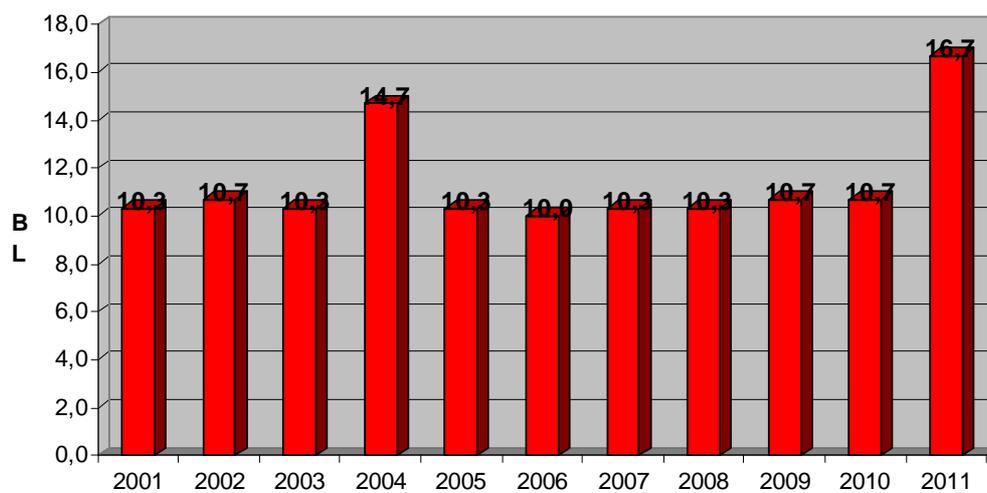
Stazione 4



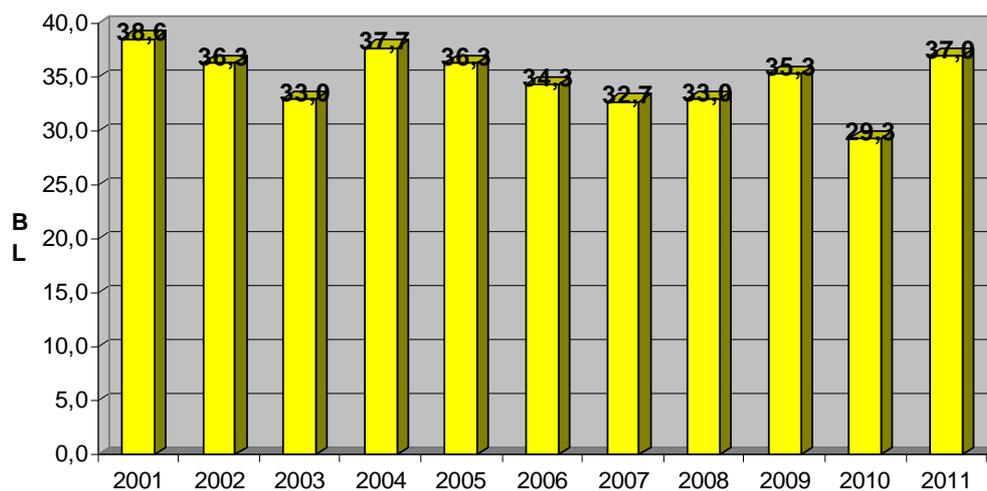
Stazione 5



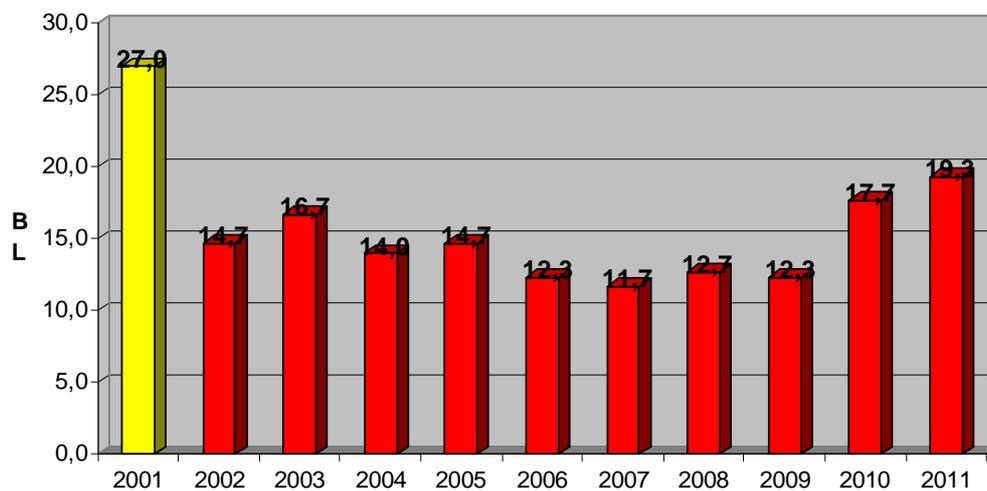
Stazione 6



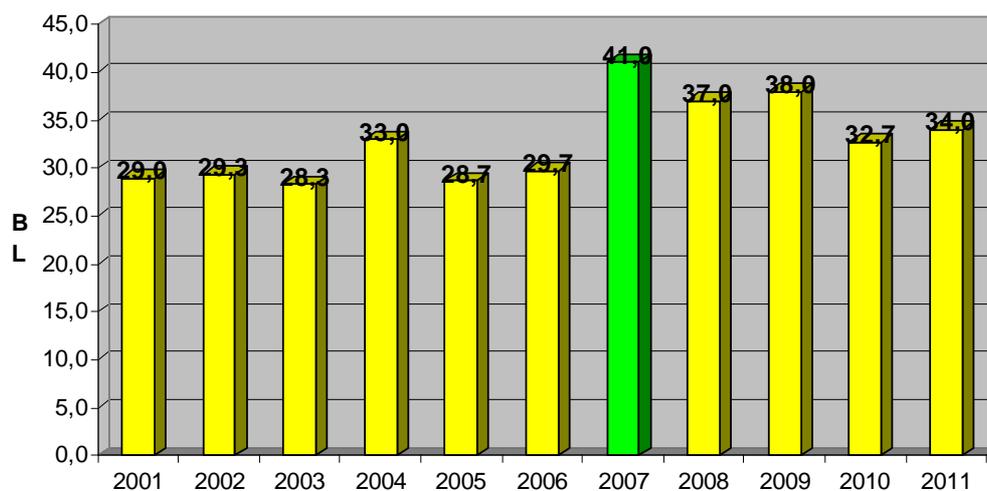
Stazione 7



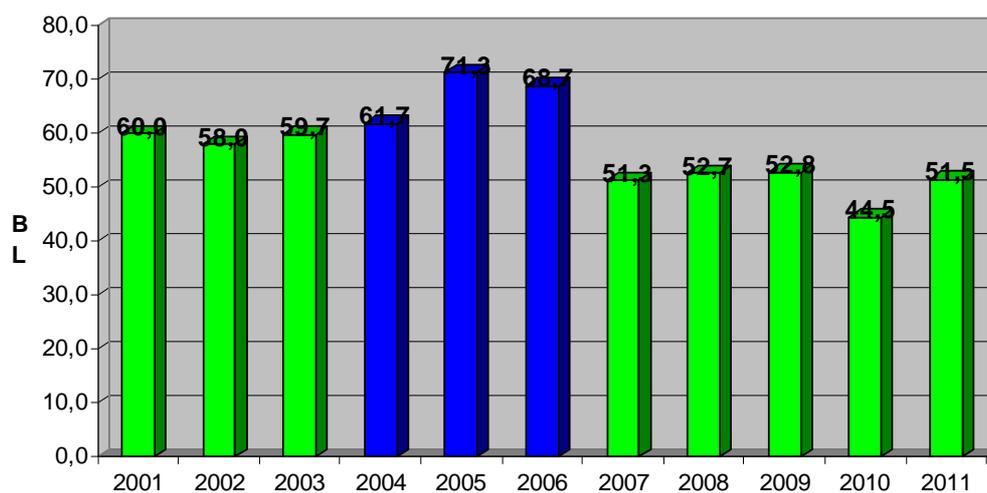
Stazione 8



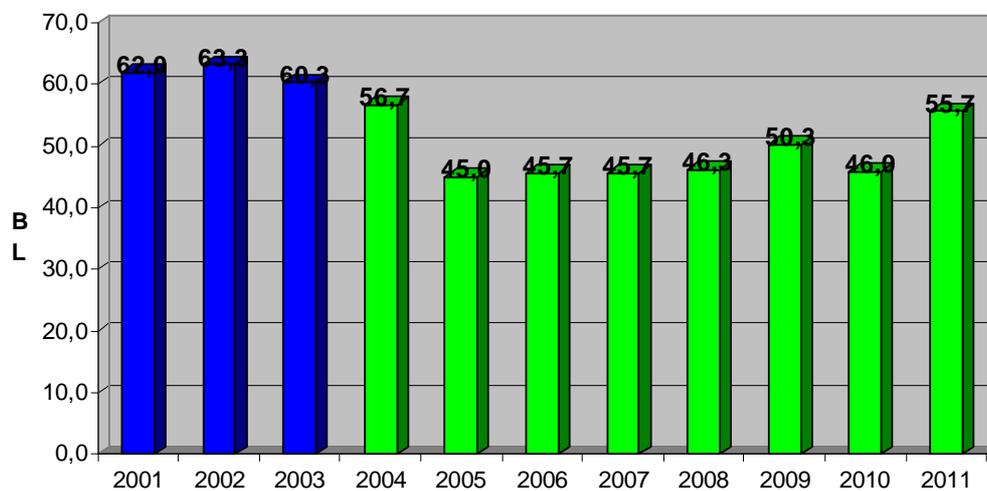
Stazione 9



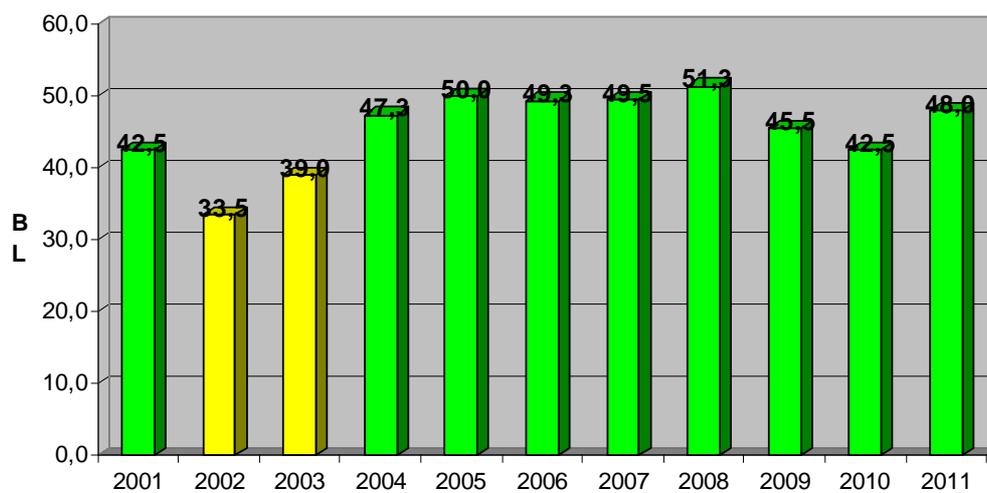
Stazione 10



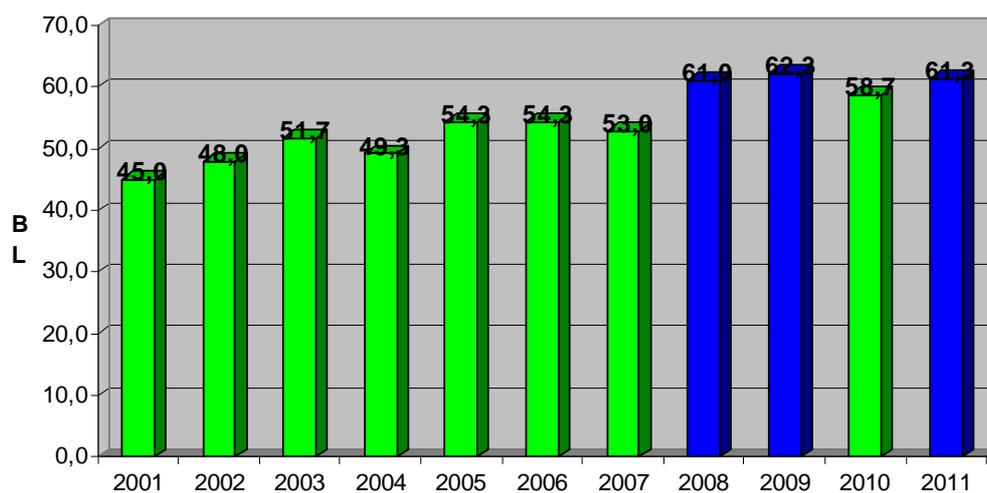
Stazione 11



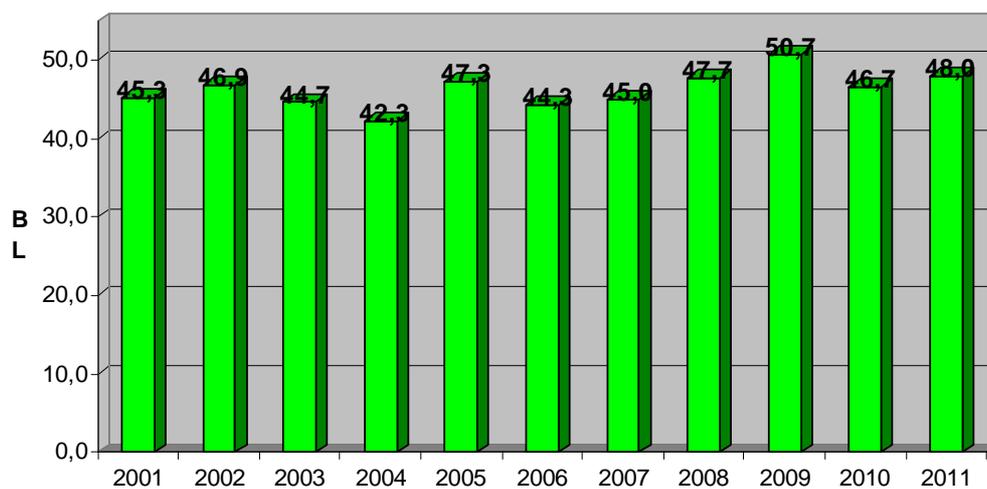
Stazione 12



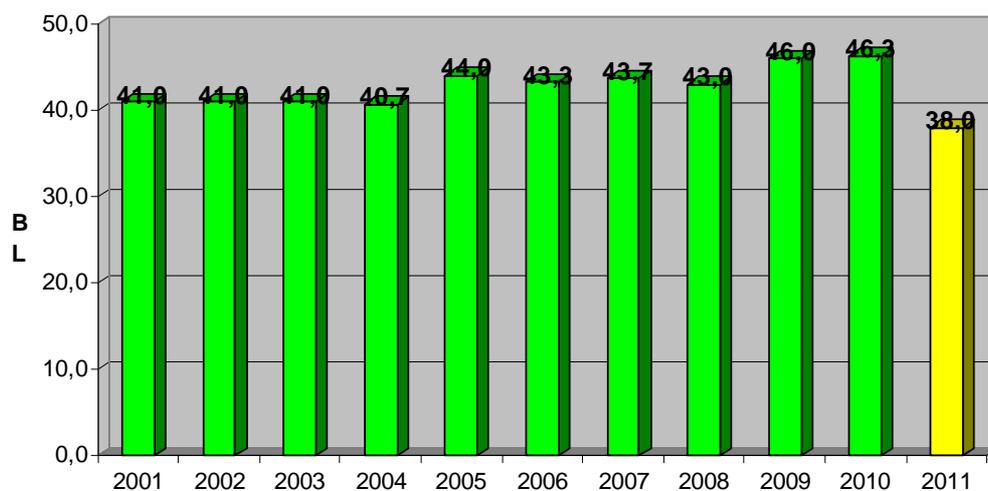
Stazione 13



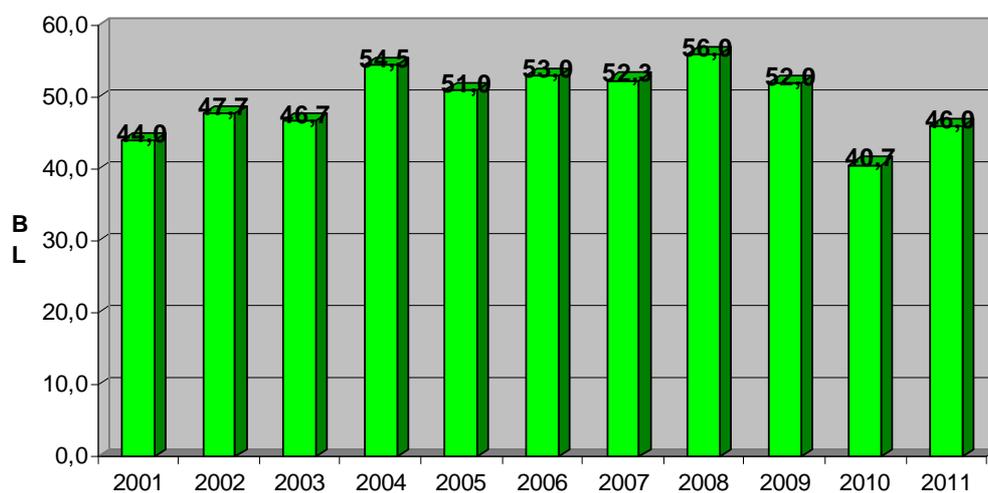
Stazione 14



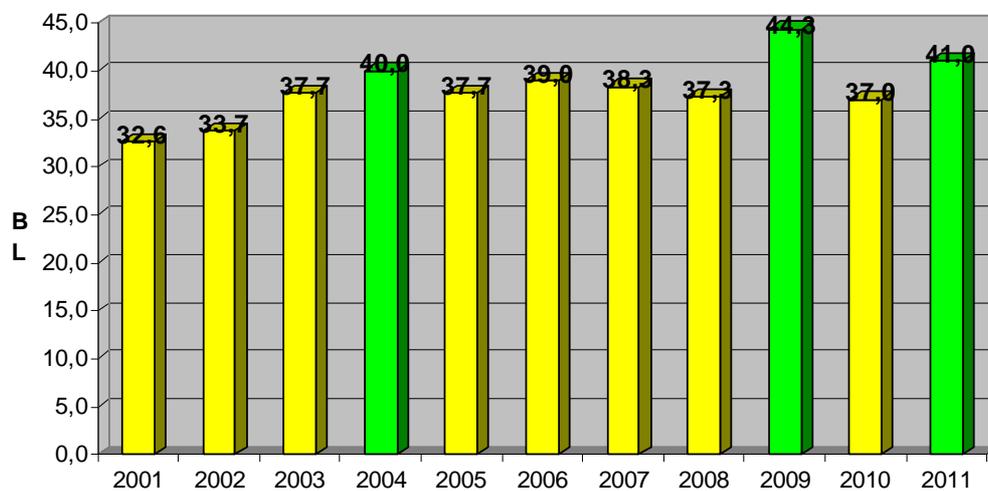
Stazione 15



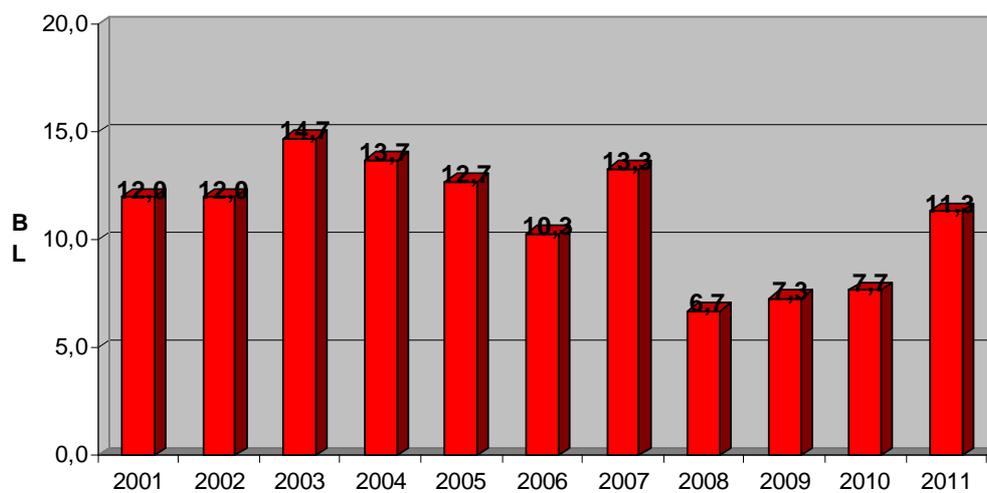
Stazione 16



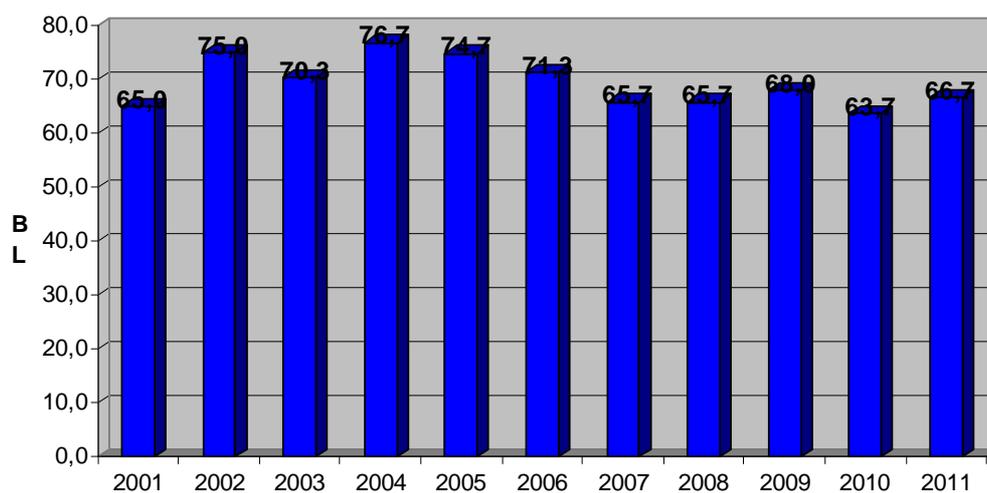
Stazione 17



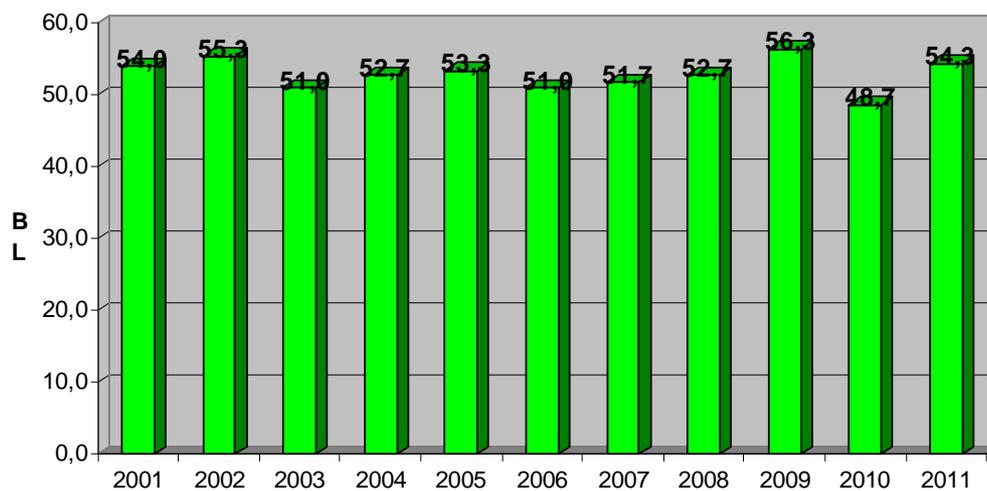
Stazione 18



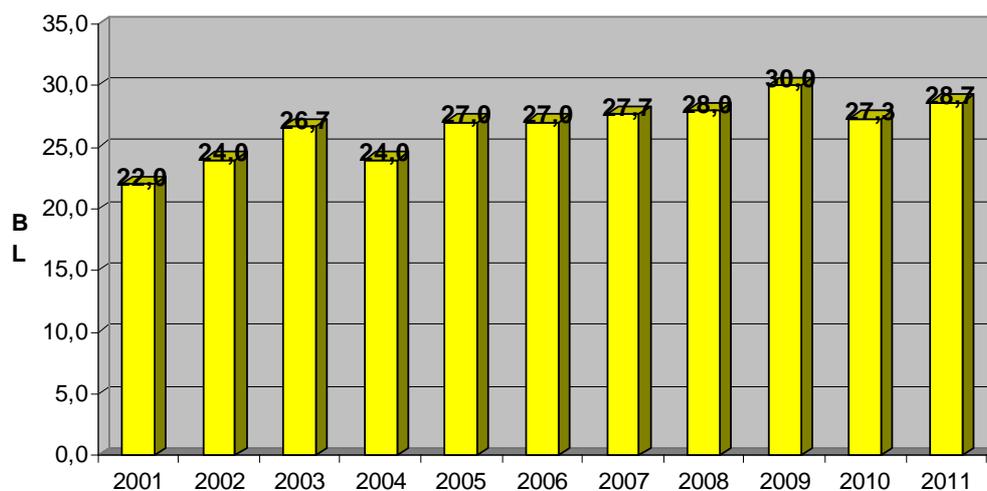
Stazione 19



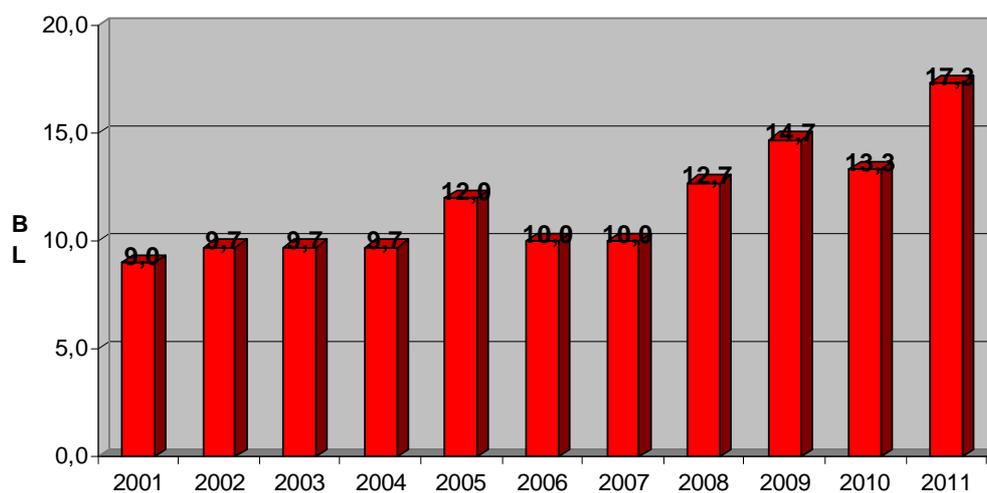
Stazione 20



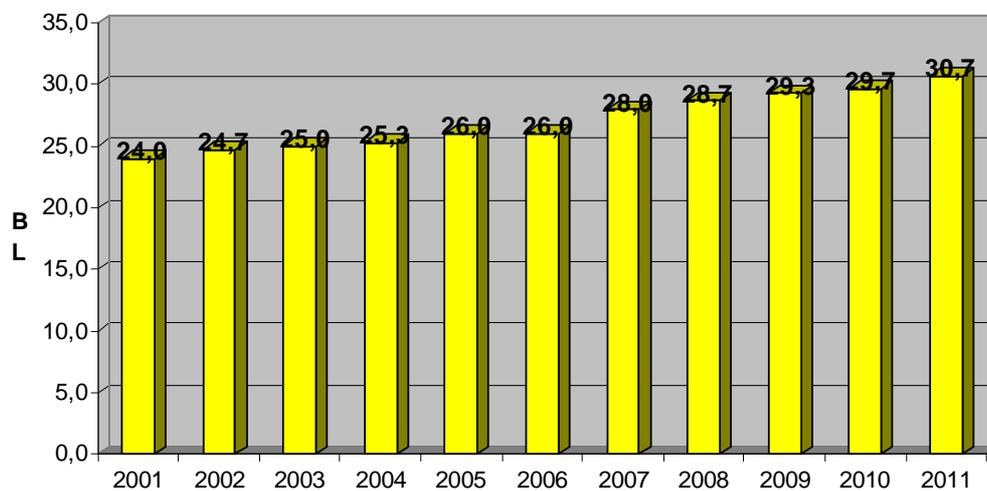
Stazione 21



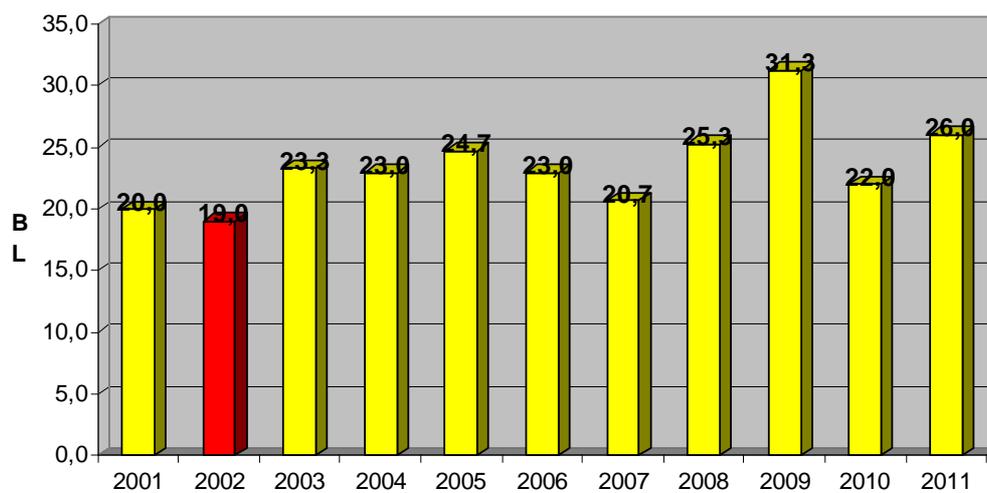
Stazione 22



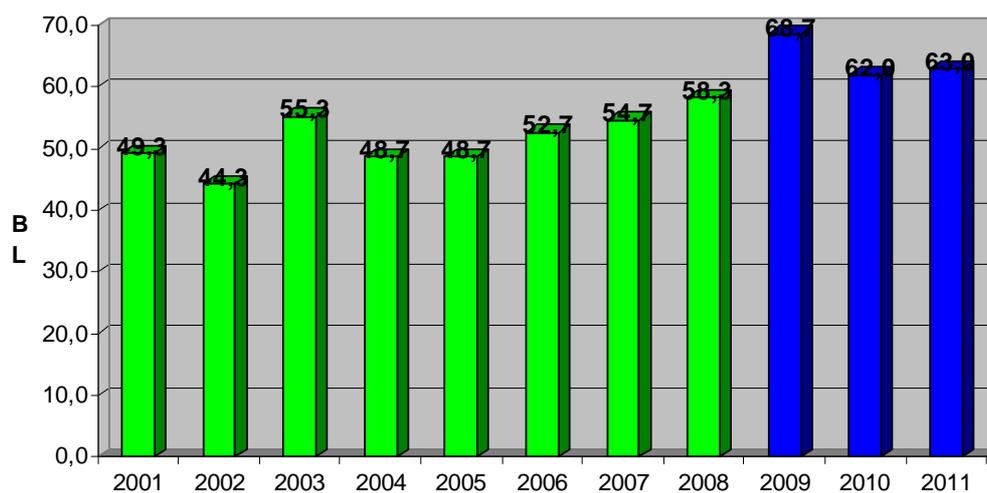
Stazione 23



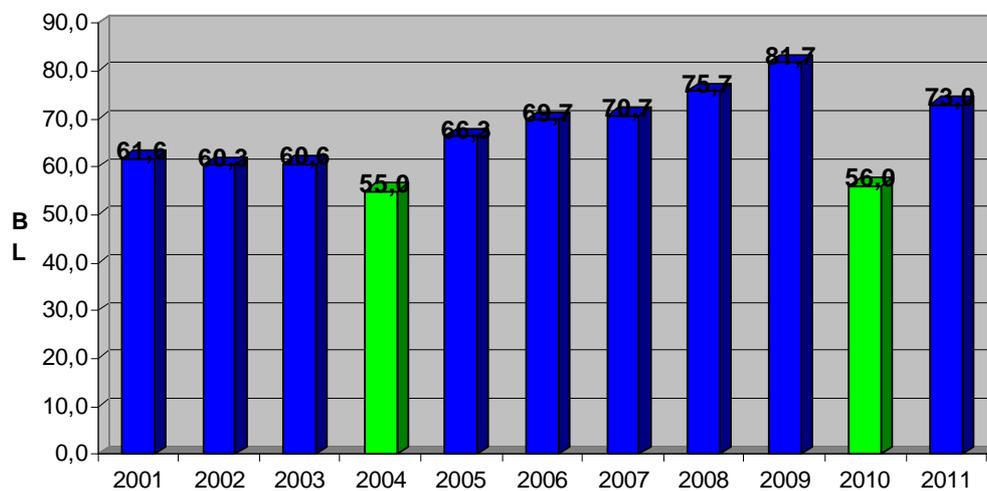
Stazione 24



Stazione 25



Stazione 26



Stazione 27

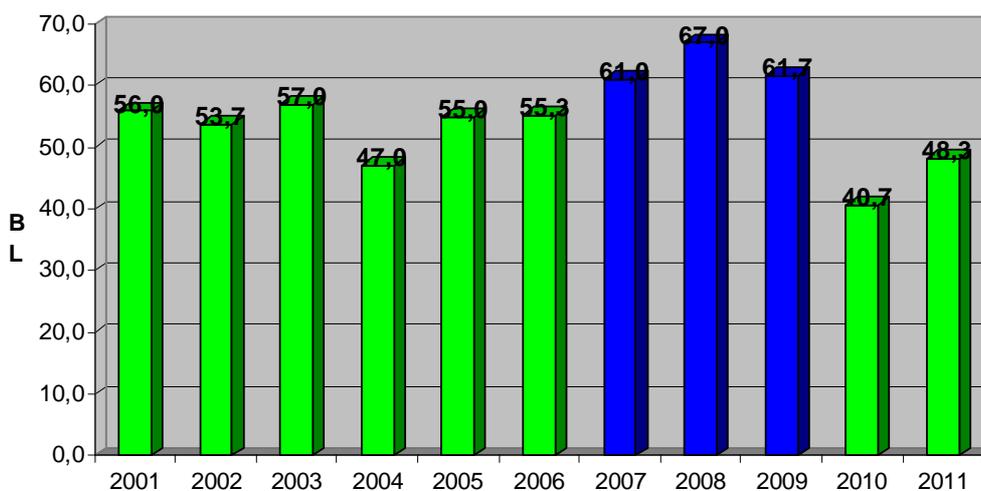


Figura 11 – Valori di BL rilevati nel periodo 2001-2011 per le stazioni 1-27. Gli istogrammi sono colorati diversamente in funzione delle classi di naturalità/alterazione a cui appartengono (v. p.to 3.1.5).

4.1.3 Commento ai risultati di Bioindicazione

Il salto di classe in positivo registrato in questa indagine denota un leggero miglioramento rispetto all'anno precedente che ha riportato l'area di studio in una situazione di "semi-naturalità" anche se con un valore medio di BL al limite tra questa classe e quella inferiore. È da notare che finora sono stati registrati ben cinque salti di classe negli ultimi sette anni di cui due dalla classe di "semi-naturalità" alla classe di "semi-alterazione" e tre in direzione opposta, dalla classe di "semi-alterazione" alla classe di "semi-naturalità" (v. Area di Studio - Fig. 11). Ciò sta a indicare che la situazione per il territorio in oggetto si sta mantenendo costante con tendenza al miglioramento. Questo fatto è legato a un generale incremento dei valori di biodiversità lichenica che trova spiegazione in parte nella comparsa di specie "nuove" rispetto alla campagna precedente (v. pto 4.1.1) e in parte ad un incremento delle frequenze delle specie più nitrofile. Le più frequenti (Tabella 5) appartengono all'alleanza *Xanthorion parietinae*. Vi fanno parte: *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia biziana*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*. Le specie di questo gruppo di comunità vengono considerate specie ad ampio spettro ecologico che ha permesso loro di diffondersi su tutto il territorio italiano. Tali specie prediligono ambienti in cui vi è un elevato apporto di azoto come ad esempio le zone ad uso agricolo dove il frequente spargimento di fertilizzanti è un'importante fonte di questo elemento. La maggior parte delle stazioni collocate nella valle del fiume Esino, zona largamente coltivata, offre una situazione ancora favorevole per lo sviluppo di comunità di licheni nitrofitici e xerofitici riferibili appunto allo *Xanthorion parietinae*. Fanno eccezione quelle stazioni, nei pressi delle

zone industriali di Jesi e Falconara Marittima (1, 9, 21, 23, 24) dove sussisterebbero condizioni adatte per lo sviluppo di tali comunità ma vi sono anche degli evidenti fattori di disturbo, identificabili nella centrale Turbogas e nella raffineria di Falconara, che potrebbero limitare lo sviluppo dei licheni con le loro emissioni. Tuttavia le stazioni 2 e 17, già segnalate nella precedente relazione per la loro retrocessione alla classe di "semi-alterazione" e poste in vicinanza della centrale turbogas dello zuccherificio SADAM, quest'anno sono ritornate nella classe di "semi-naturalità". Ciò permette di falsificare quindi l'ipotesi che ci sia un sensibile peggioramento della qualità dell'aria nei pressi dell'impianto.

Come già segnalato nelle indagini precedenti, il centro abitato di Jesi risulta essere la zona più "alterata" dell'intera area di studio, avendo ben tre stazioni su sei che rientrano nella classe di "alterazione". Queste stazioni sono accomunate dalla loro collocazione nei pressi di strade ad intensa circolazione (v. st. 18, viale della Vittoria) e quindi prevalentemente interessate da inquinamento dovuto al traffico veicolare. Le stazioni invece più periferiche denotano una condizione migliore rispetto al centro con valori di "semi-alterazione" (v. st. 3 e 7) e "semi-naturalità" (v. st. 4). Una situazione analoga si riscontra anche nel centro di Castelferretti dove la stazione 22, collocata in prossimità della via principale, rientra nella classe di "alterazione", mentre la stazione 23, collocata al di fuori del centro urbano, denota un miglioramento della situazione rientrando nella classe di "semi-alterazione". Il traffico veicolare è quindi una importante causa di rarefazione della vegetazione lichenica, e per l'area di studio rappresenta certamente un importante fattore di disturbo.

Tabella 5 – Frequenza delle specie nell'area di studio. S=numero di stazioni in cui la specie è stata rilevata; A=numero di alberi in cui la specie è stata rilevata; F=frequenza media delle specie sugli alberi campionati

Specie (2011)	S	A	F
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	27	73	9,1
<i>Xanthoria parietina</i>	25	66	7,1
<i>Physcia adscendens</i>	25	64	8,3
<i>Physconia grisea</i>	22	52	8,0
<i>Physcia biziana</i>	19	42	6,2
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	20	41	5,2
<i>Lecanora horiza</i>	12	19	3,7
<i>Opegrapha varia</i>	10	16	4,0
<i>Physconia distorta</i>	7	15	5,5
<i>Lecidella elaeochroma</i>	7	14	5,9
<i>Phaeophyscia hirsuta</i>	7	14	2,6
<i>Candelaria concolor</i>	9	13	5,4
<i>Candelariella reflexa</i>	8	12	5,2
<i>Physcia aipolia</i>	7	12	5,2
<i>Phaeophyscia chloantha</i>	6	8	3,0
<i>Melaspilea urceolata</i>	4	7	8,1
<i>Bacidia rubella</i>	4	5	6,2
<i>Gyalecta liguriensis</i>	4	5	7,0
<i>Lecanora allophana</i>	3	5	5,6
<i>Lecanora carpinea</i>	3	5	1,8
<i>Candelariella viae lactae</i>	1	3	7,0
<i>Lecanora chlarotera</i>	2	3	4,0
<i>Lepraria sp.</i>	2	3	1,3
<i>Mycomicrothelia confusa</i>	1	3	2,3
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	1	3	4,3
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	2	3	6,0
<i>Arthonia radiata</i>	2	2	2,0
<i>Caloplaca cerinella</i>	2	2	1,5
<i>Candelariella xanthostigma</i>	2	2	4,0
<i>Collema sp.</i>	2	2	5,0
<i>Gyalecta truncigena</i>	2	2	2,0
<i>Lecanora hagenii</i>	2	2	1,0
<i>Pachyphiale carneola</i>	2	2	3,0
<i>Physconia perisidiosa</i>	2	2	1,5
<i>Punctelia subrudecta</i>	2	2	1,0
<i>Ramalina fastigiata</i>	1	2	1,0
<i>Acrocordia gemmata</i>	1	1	2,0
<i>Caloplaca cerina</i>	1	1	8,0
<i>Diploicia canescens</i>	1	1	1,0
<i>Diplolepta alboatrum</i>	1	1	1,0
<i>Lecanora argentata</i>	1	1	4,0
<i>Lecanora sp.</i>	1	1	1,0
<i>Lecanora umbrina</i>	1	1	2,0
<i>Melanelixia glabra</i>	1	1	1,0
<i>Micarea prasina</i>	1	1	1,0
<i>Parmelia acetabulum</i>	1	1	1,0
<i>Punctelia borrieri</i>	1	1	10,0
<i>Thelenella modesta</i>	1	1	1,0

4.2 Bioaccumulo

In Tabella 6 vengono riportati i valori di concentrazione degli elementi nei talli trapiantati e nel materiale di controllo (B); quest'ultimo deriva dall'analisi di sette campioni prelevati dal materiale raccolto in una zona remota (v. pto 3.2.3) e non esposto. La qualità delle analisi è stata verificata analizzando campioni di materiale standard Certified Reference Material BCR® - 482 [*Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf] che ha avuto un recupero medio del 82% sugli elementi certificati, e STD-V14 (*Tsuga mertensiana*) che ha avuto un recupero medio nettamente migliore attestandosi sul 100%. I risultati delle analisi sono stati riportati per tutti gli elementi anche quando i valori di concentrazione erano al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento.

Tabella 6 – Valori di concentrazione (ppm) degli elementi analizzati in campioni di *Evernia prunastri* collocati nelle 10 stazioni sul territorio e del campione di controllo (B). Vengono riportati anche media (M), deviazione standard (D.S.) e coefficiente di variazione (C.V.) dei valori rilevati nei trapianti.

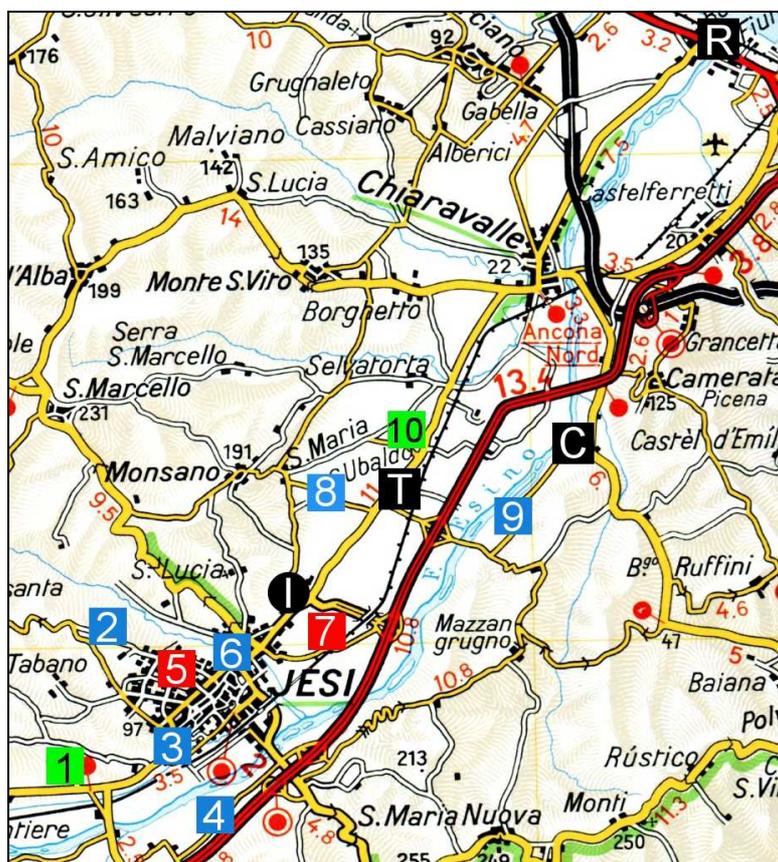
	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M	D.S	C.V.%
Ag	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	30
Al	329	200	300	400	300	300	400	400	300	300	500	339	84,3	25
As	0,59	0,50	1,30	0,50	0,90	0,60	0,90	0,60	1,00	0,60	0,90	0,76	0,26	34
Ba	8,36	9,10	8,80	13,7	10,5	11,4	9,90	11,7	11,7	10,30	8,30	10,3	1,63	16
Be	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0
Bi	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,11	0,05	0,02	44
Ca	14571	17700	32500	12900	18900	12000	18800	21600	23400	16600	14400	18488	5992	32
Cd	0,14	0,18	0,26	0,12	0,18	0,12	0,16	0,19	0,17	0,16	0,15	0,17	0,04	24
Co	0,23	0,24	0,20	0,39	0,15	0,33	0,27	0,39	0,28	0,29	0,23	0,27	0,08	28
Cr	1,51	1,10	1,40	1,70	1,10	1,60	1,90	1,50	1,70	1,70	1,80	1,55	0,28	18
Cs	0,21	0,10	0,19	0,35	0,11	0,23	0,27	0,19	0,15	0,22	0,23	0,21	0,07	36
Cu	2,66	4,35	3,46	4,72	4,30	5,61	7,80	4,18	4,98	4,73	4,69	4,68	1,17	25
Fe	397	250	450	520	350	420	480	530	390	450	650	444	109	25
Ga	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0
K	1686	1400	1600	1700	1400	2300	1800	1500	1400	1900	1400	1644	295	18
Mg	940	940	860	1120	1170	1170	970	970	970	970	810	990	122	12
Mn	62,4	57,0	58,0	95,0	63,0	67,0	74,0	61,0	59,0	61,0	56,0	64,9	11,8	18
Ni	1,13	1,30	1,60	1,50	0,70	1,30	1,50	1,20	1,30	1,40	1,60	1,32	0,26	20
Pb	5,02	5,56	8,01	5,62	3,86	5,42	6,82	6,25	4,92	5,19	6,51	5,74	1,14	20
Rb	8,07	4,70	5,70	7,90	4,80	6,50	7,80	5,30	5,00	6,90	6,40	6,28	1,19	19
Sr	26,3	33,9	55,6	28,5	35,8	25,0	34,7	39,3	42,3	32,0	23,4	34,3	9,33	27
U	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01	23
V	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,23	0,42	19
Zn	26,2	26,1	40,2	30,2	35,0	28,5	34,4	38,4	30,3	33,0	43,2	33,2	5,43	16

Come si può osservare nella tabella i valori del coefficiente di variazione percentuale (C.V.%) sono molto contenuti e quindi indicano che non ci sono forti differenze di concentrazione tra le stazioni ad eccezione dell'Arsenico, del Bismuto e del Cesio.

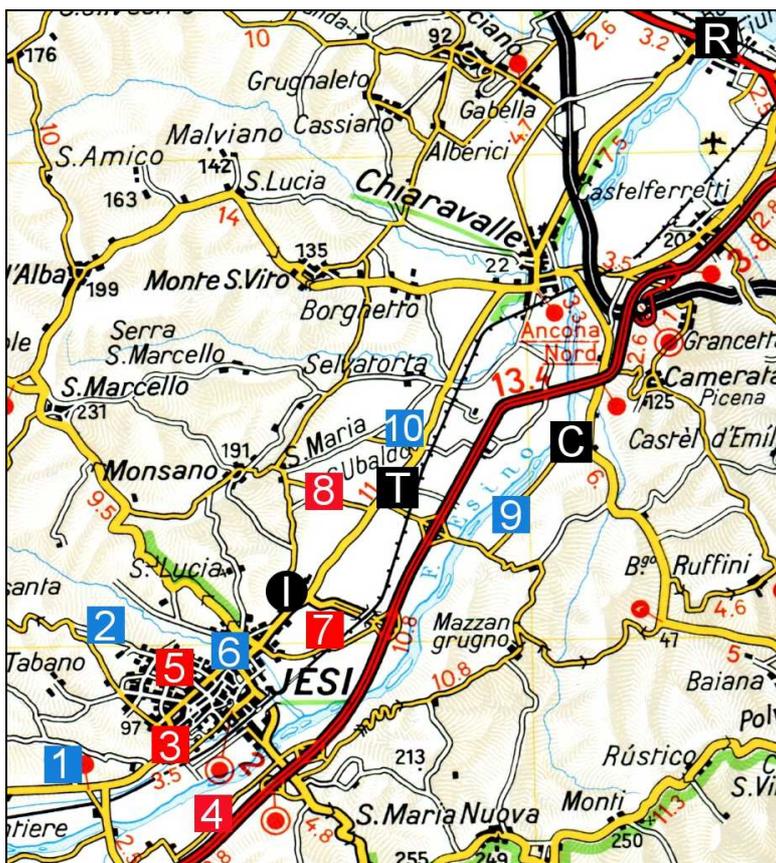
Come nelle indagini precedenti per ogni stazione è stato calcolato l'E/C Ratio di tutti gli elementi, ovvero è stato calcolato il rapporto tra la concentrazione rilevata nei trapianti e la media delle concentrazioni rilevate nei campioni di controllo. I valori ottenuti quindi sono stati interpretati applicando la scala di accumulo/perdita riportata al punto 3.2.7. Nel caso del Berillio non è stato calcolato l'E/C Ratio in quanto i suoi valori di concentrazione nei trapianti e nei controlli (v. Tabella 5) non raggiungono mai il limite di rilevabilità dello strumento. Il Berillio dunque è stato escluso dalle successive elaborazioni. Una situazione simile, ma limitata ai campioni esposti sul territorio, si è verificata per il Gallio che in alcune stazioni non hanno raggiunto il limite di rilevabilità dello strumento (v. Tabella 6). In questi casi l'E/C Ratio è stato calcolato utilizzando il limite di rilevabilità come valore di concentrazione post-esposizione e sono stati così ottenuti dei valori cautelativi che hanno permesso l'elaborazione delle carte di accumulo/perdita.

Di seguito vengono riportate le mappe degli elementi analizzati relative ai risultati di questa indagine. Nelle mappe ogni stazione è rappresentata da un quadrato del colore della classe di accumulo/perdita corrispondente e numerate in analogia a quanto riportato nelle indagini precedenti.

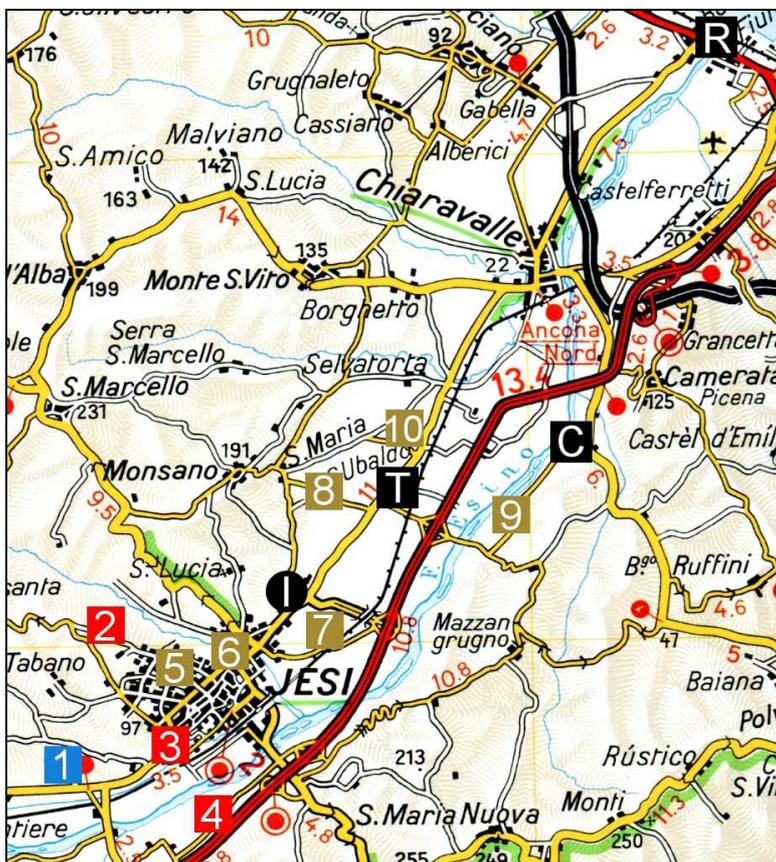
Argento (Ag)



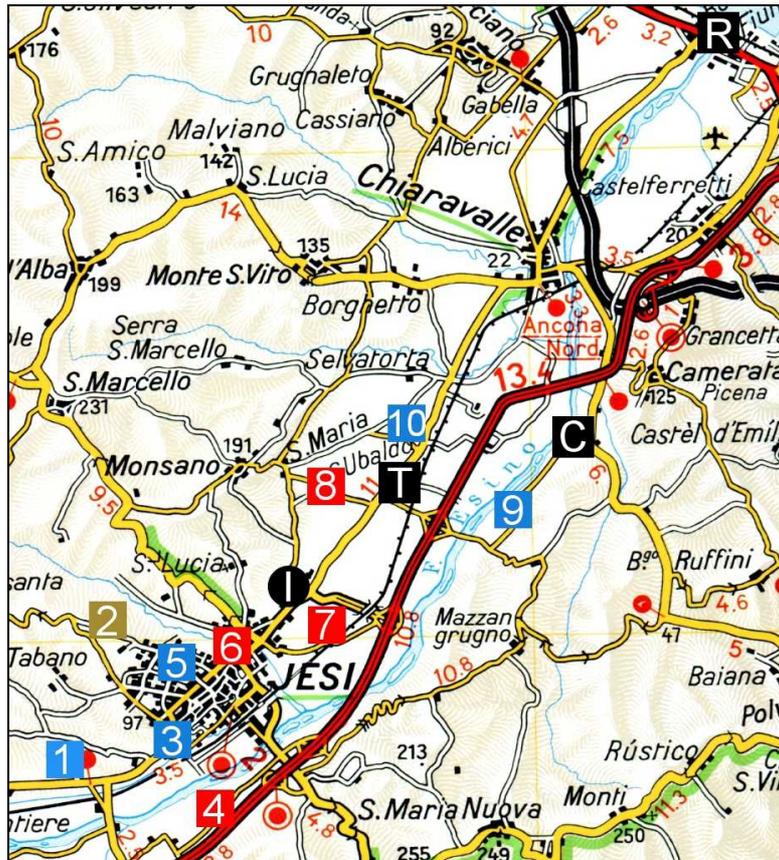
Bario (Ba)



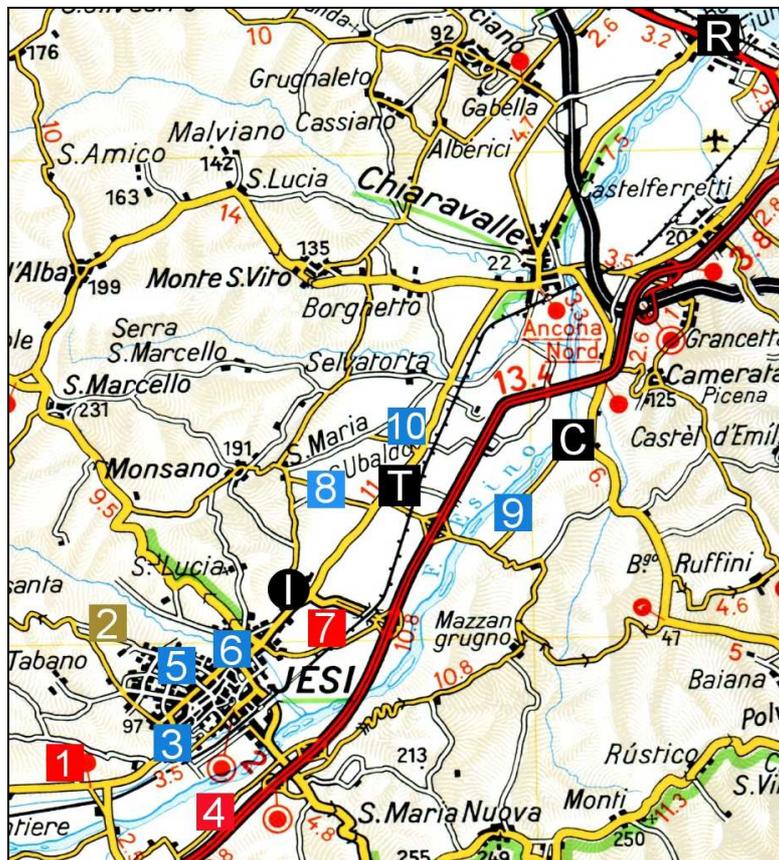
Bismuto (Bi)



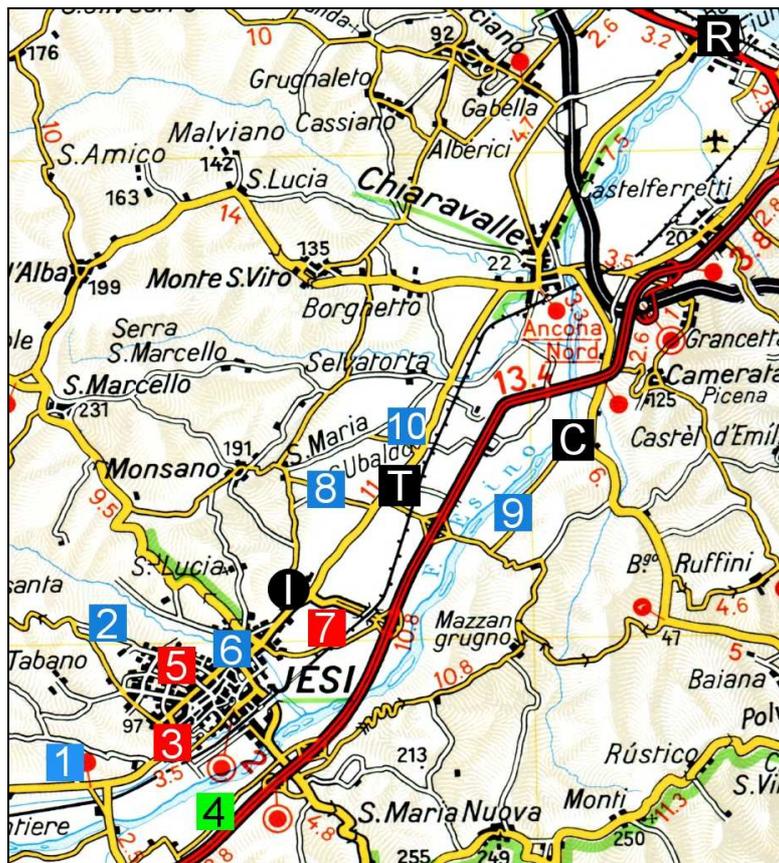
Calcio (Ca)



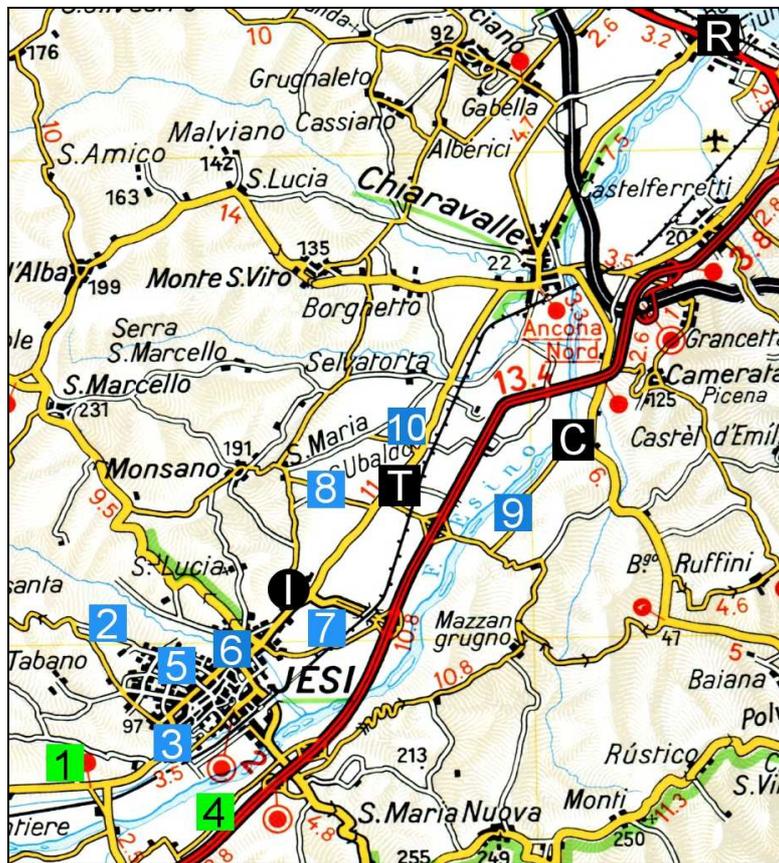
Cadmio (Cd)



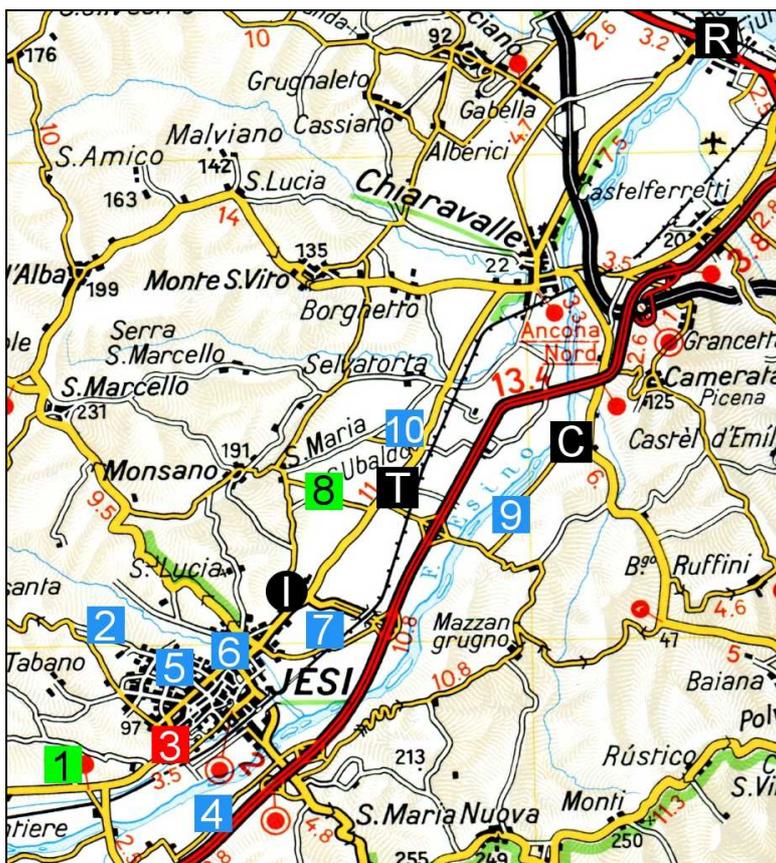
Cobalto (Co)



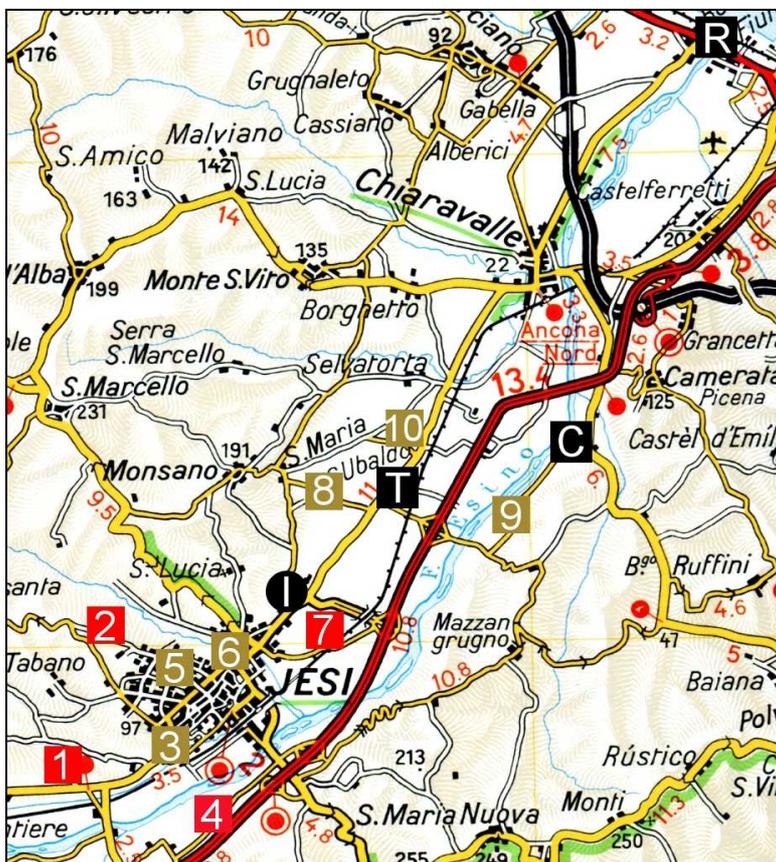
Cromo (Cr)



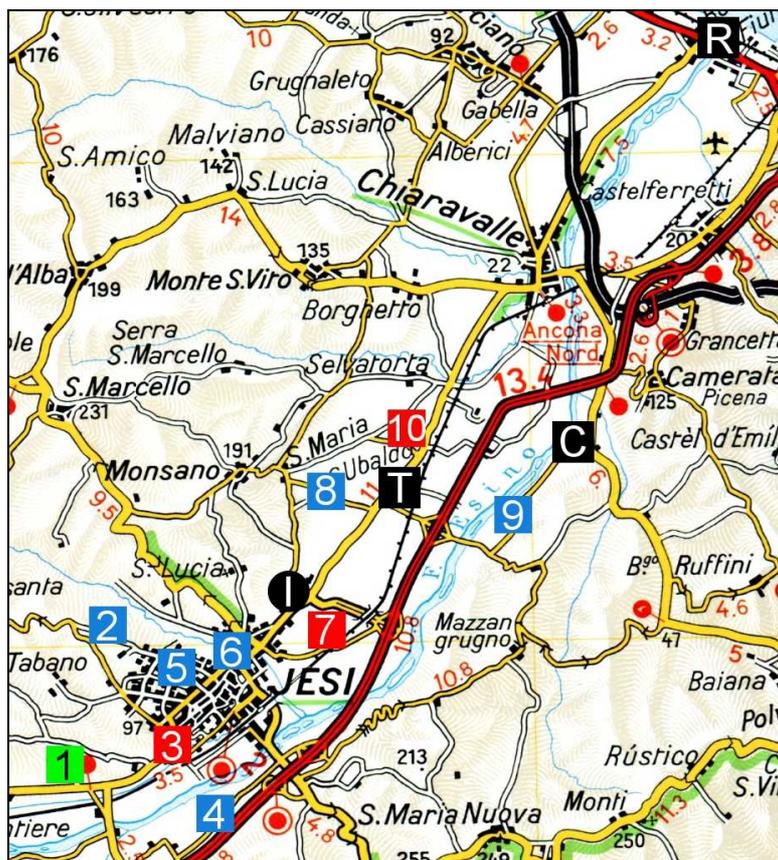
Cesio (Cs)



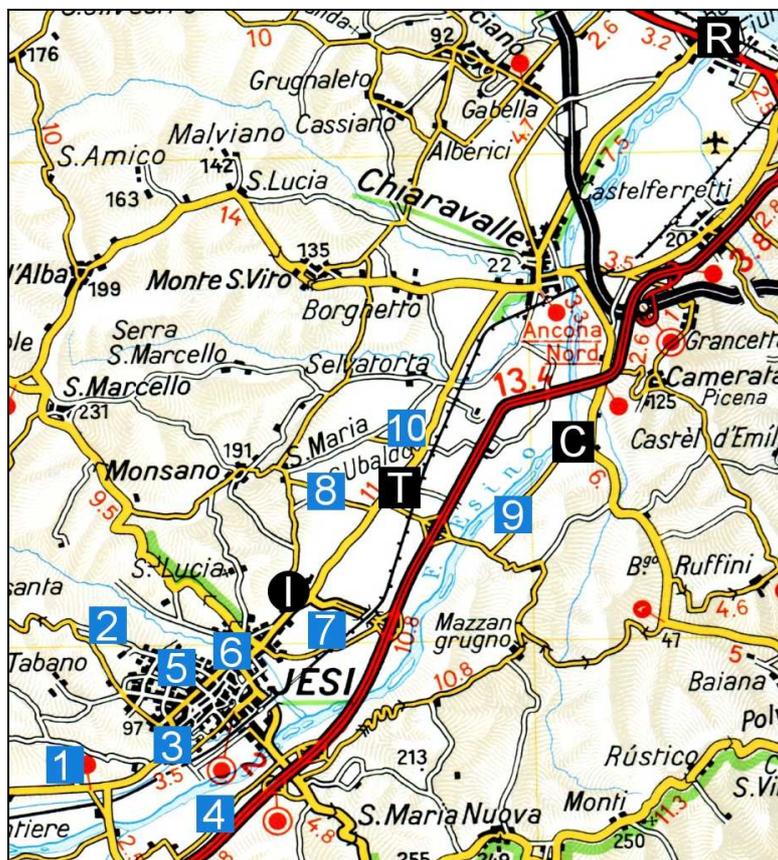
Rame (Cu)



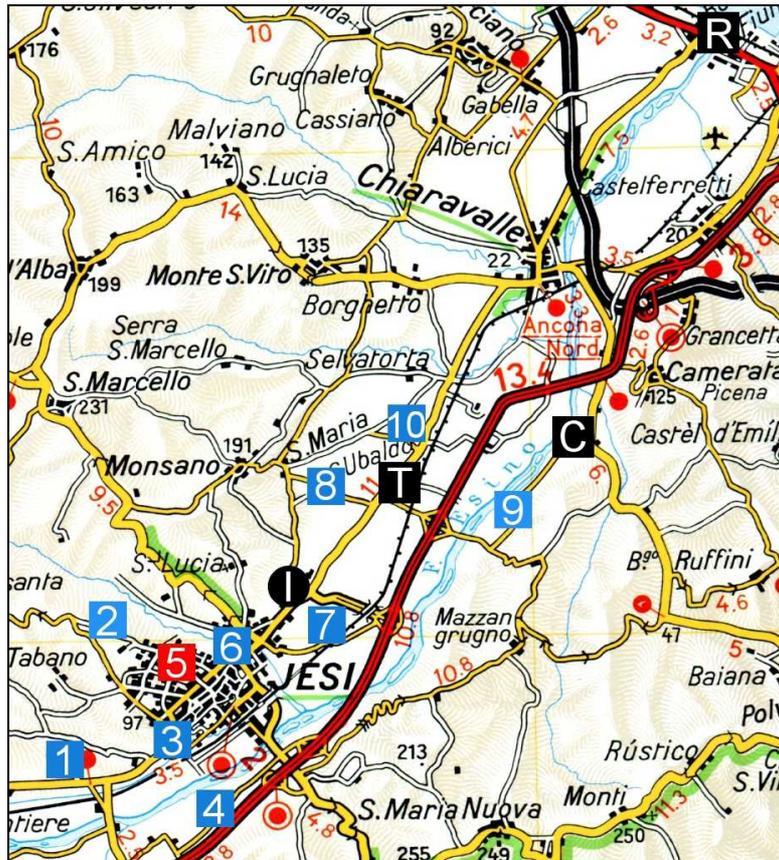
Ferro (Fe)



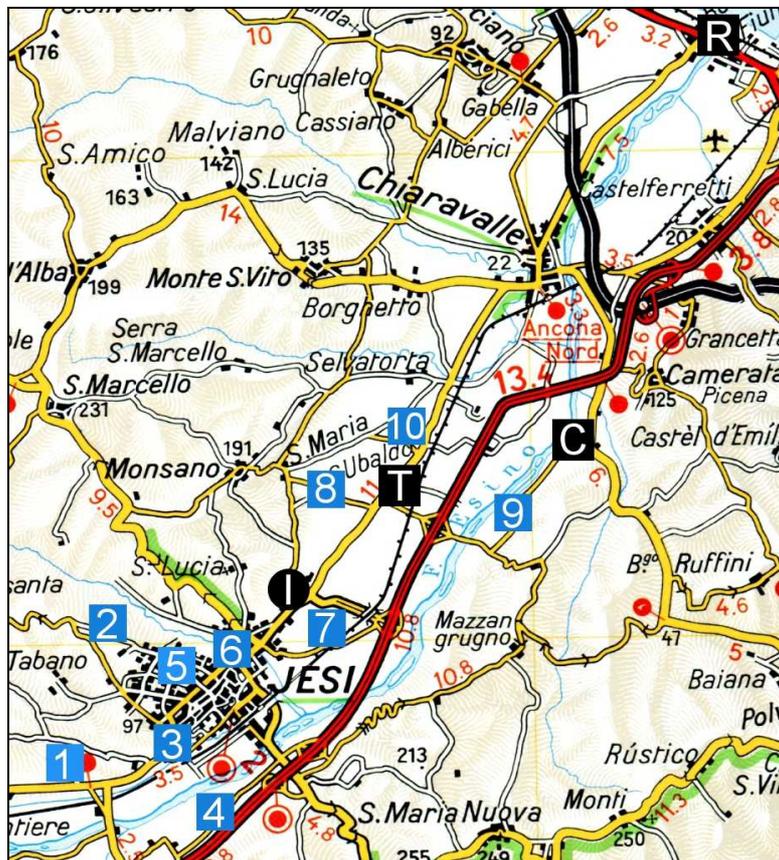
Gallio (Ga)



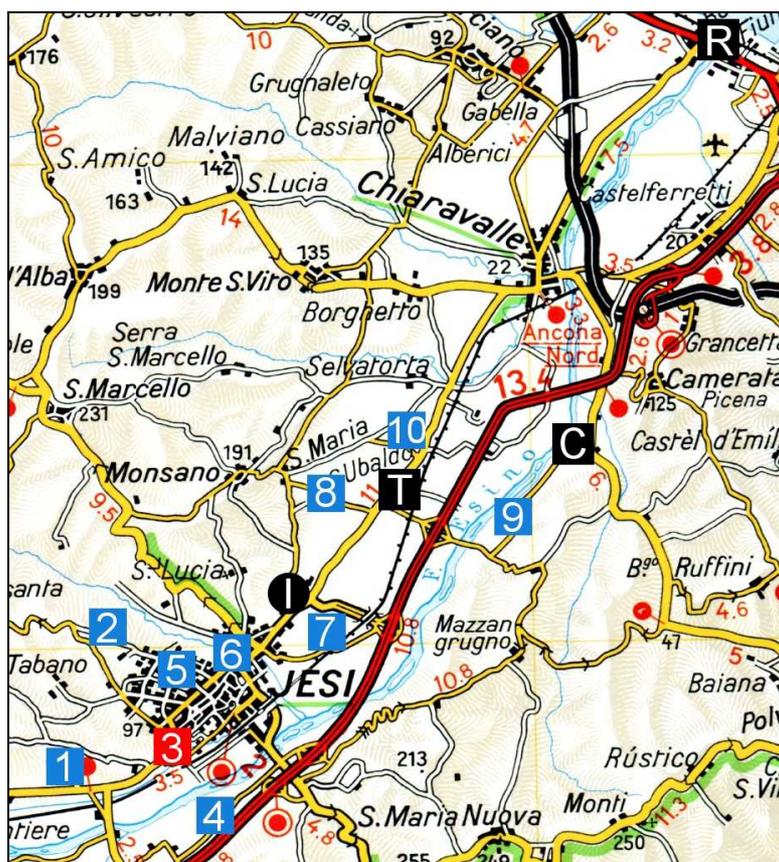
Potassio (K)



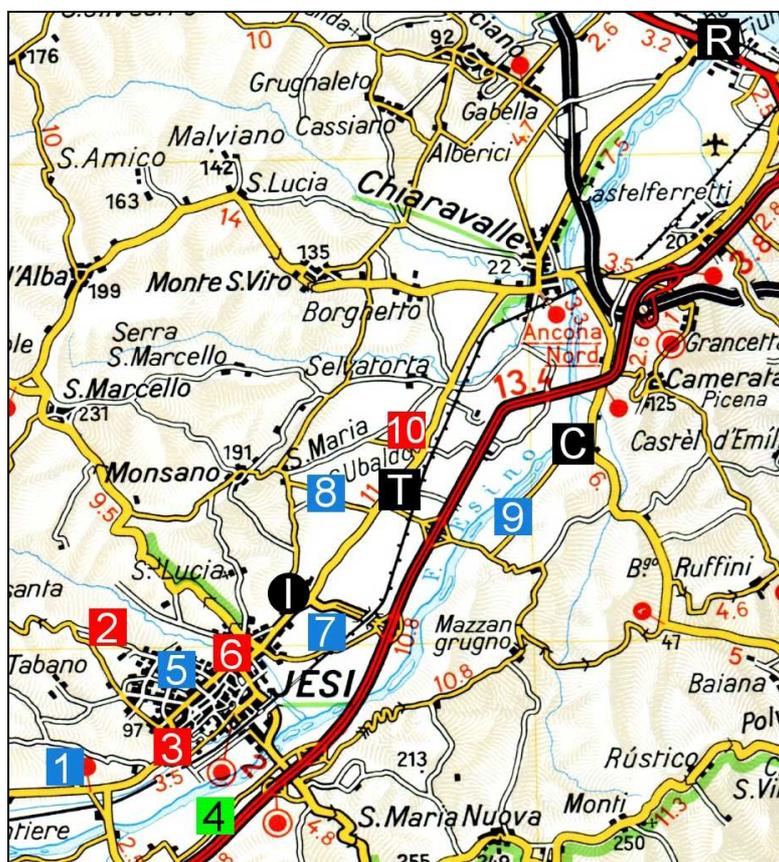
Magnesio (Mg)



Manganese (Mn)



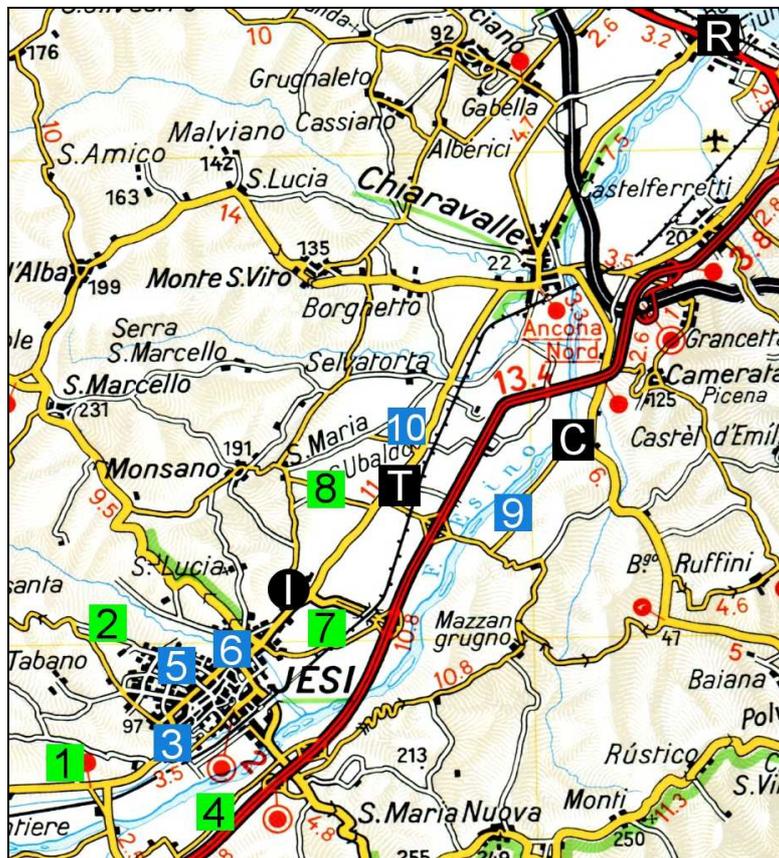
Nichel (Ni)



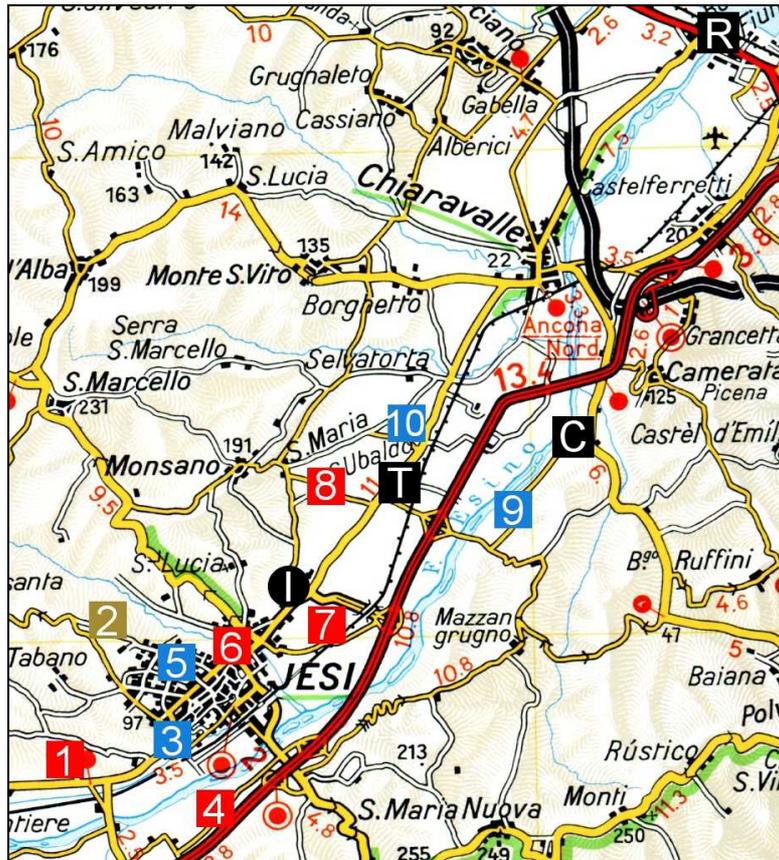
Piombo (Pb)



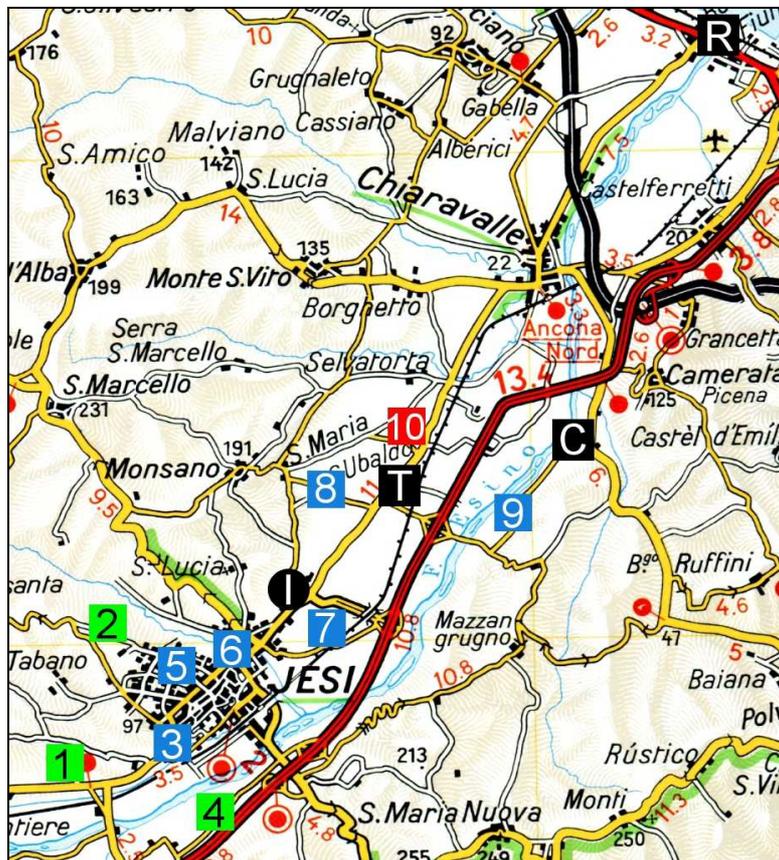
Rubidio (Rb)



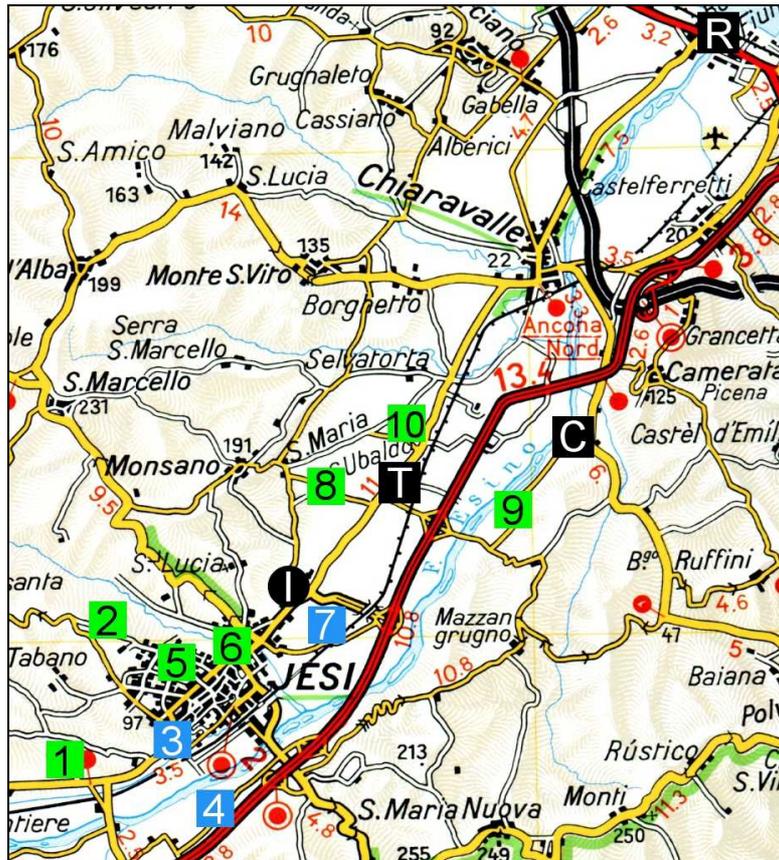
Stronzio (Sr)



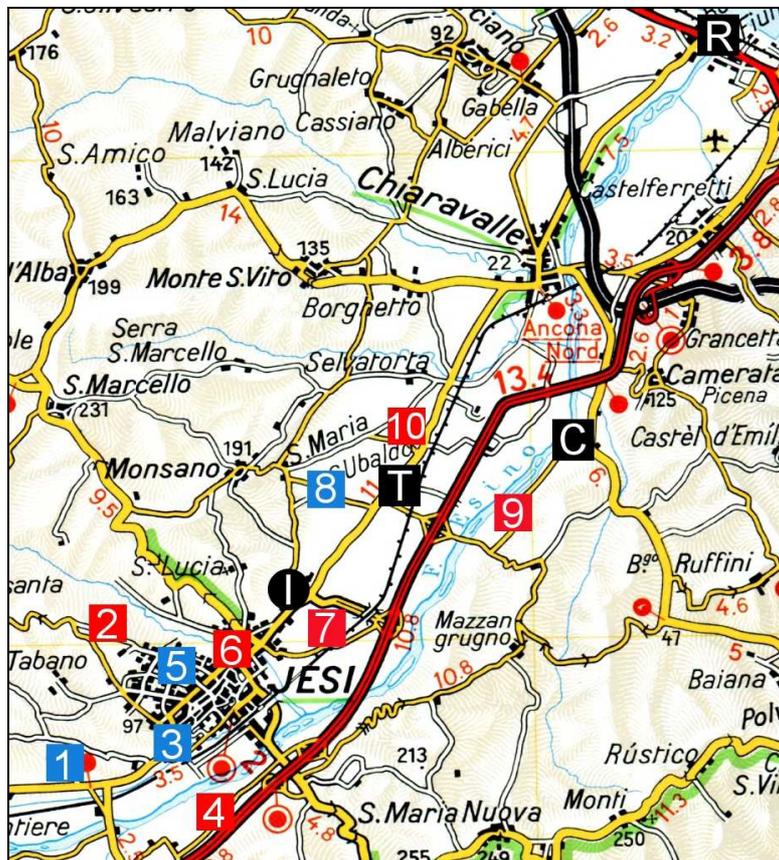
Uranio (U)



Vanadio (V)



Zinco (Zn)





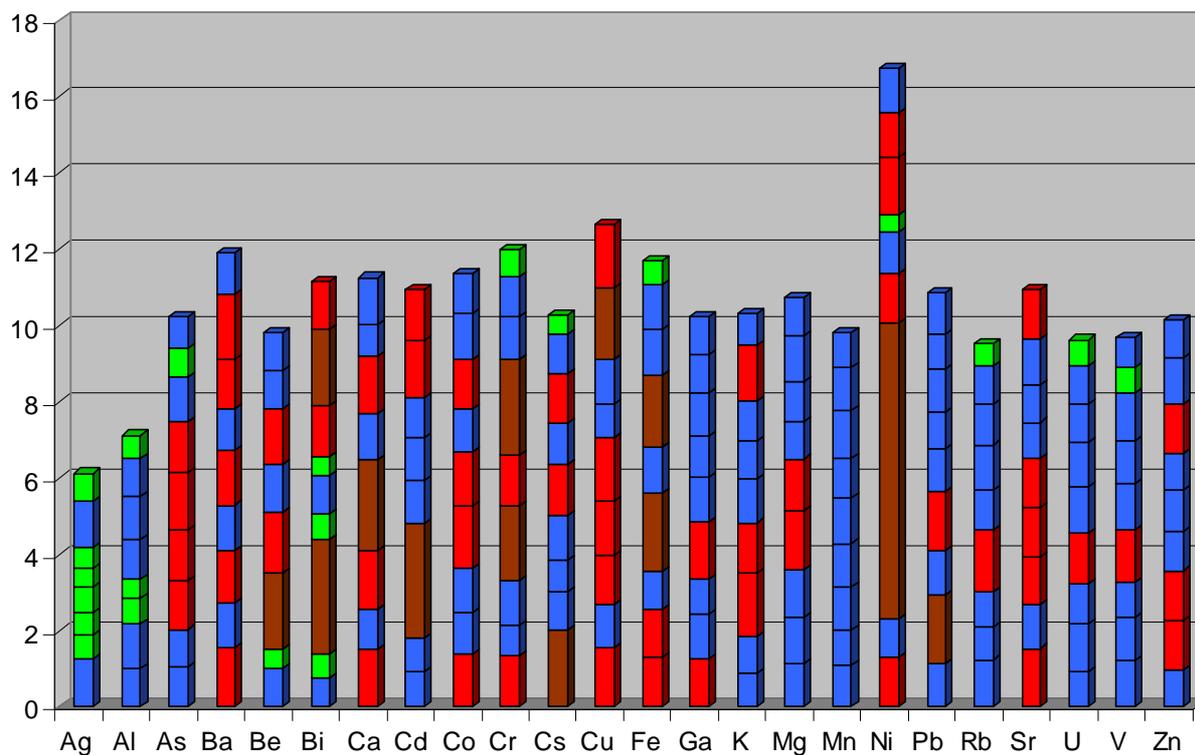
4.2.1 Confronto con le indagini precedenti

In analogia agli elaborati precedenti sono stati sviluppati dei grafici a istogrammi per ogni stazione, in cui vengono riportati gli E/C Ratio di tutti gli elementi calcolati durante le 8 indagini precedenti. Ogni istogramma è formato da poligoni del colore della classe della scala corrispondente.

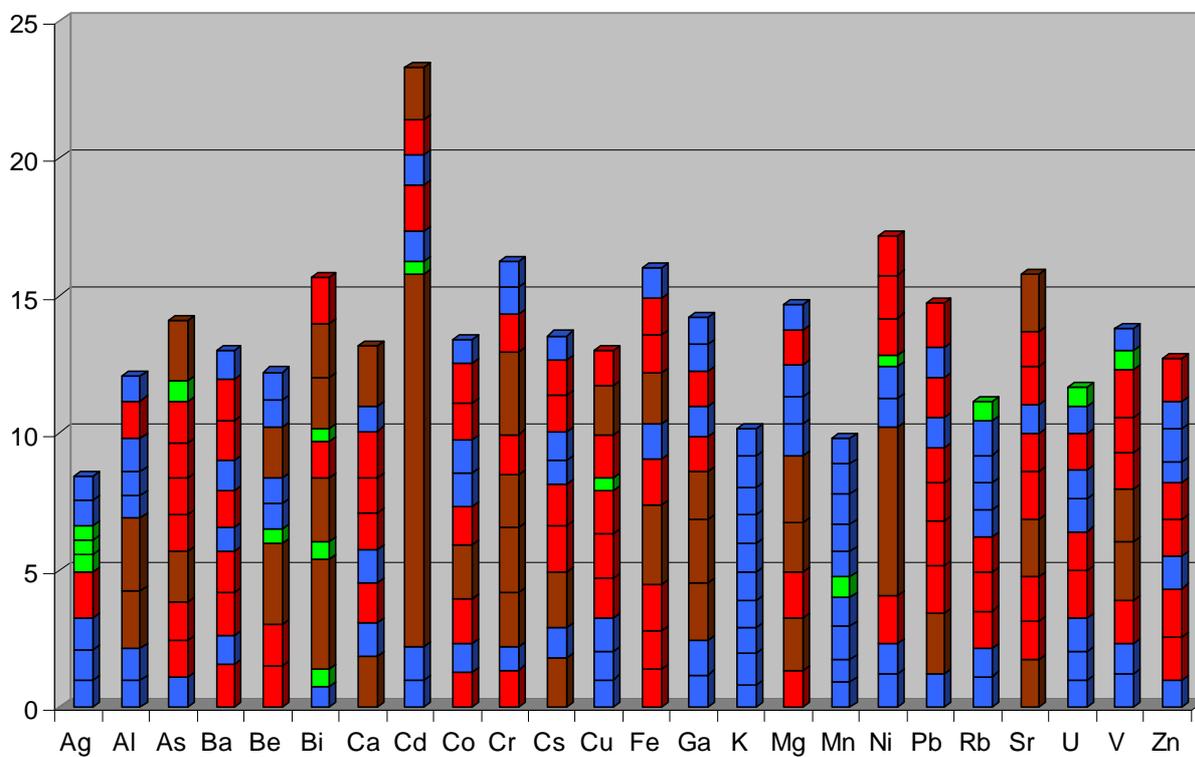
Va sottolineato che i dati ottenuti in questa indagine si riferiscono ad un periodo di esposizione diverso da quelli precedenti in quanto i campioni sono stati esposti dal 3 maggio fino al 12 agosto, quindi un confronto con le altre campagne di bioaccumulo è problematico. Anche i dati di bioaccumulo del 2006 e del 2010 non sono confrontabili con quelli degli anni precedenti e successivi in quanto si riferiscono a periodi di esposizione diversi dai canonici 3 mesi. Infine per una corretta lettura dei grafici ci si deve ricordare che non sono stati riportati i dati relativi al Cadmio per l'anno 2004, all'Alluminio, all'Argento e al Calcio per il 2005 (v. precedenti relazioni). Inoltre si deve tenere in debita considerazione la mancanza dei dati relativi alle stazioni 3 e 6 per l'anno 2009 che potrebbe aver dato origine ad un valore sottostimato dell'E/C ratio dell'area di studio per quell'anno.

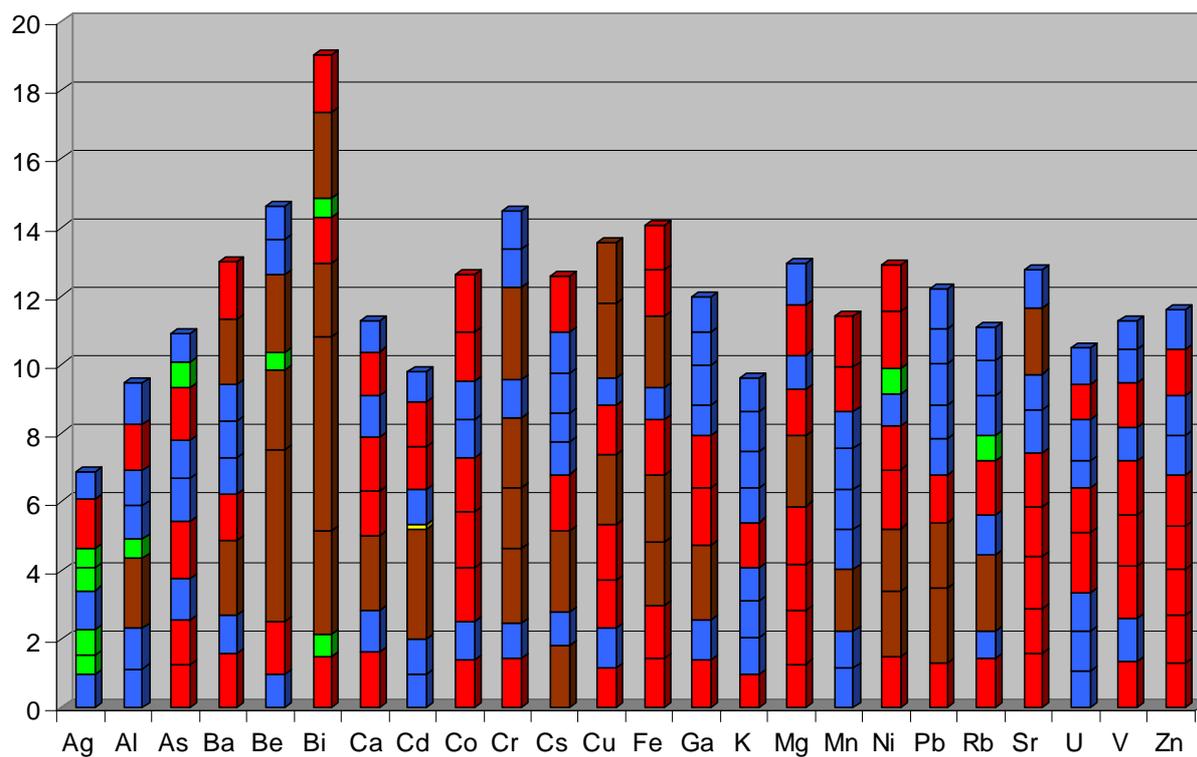
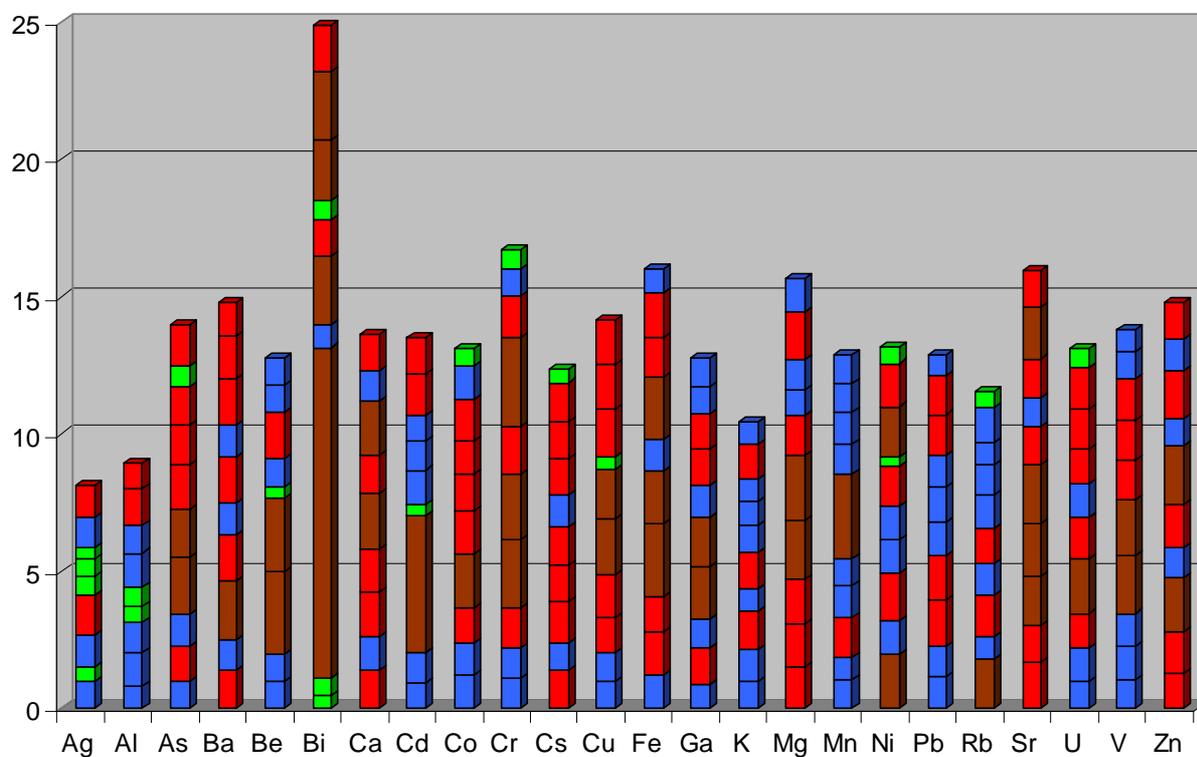
Di seguito vengono riportati i grafici di confronto delle 8 indagini di bioaccumulo (2003-2010).

Stazione 1 – Jesi Ovest

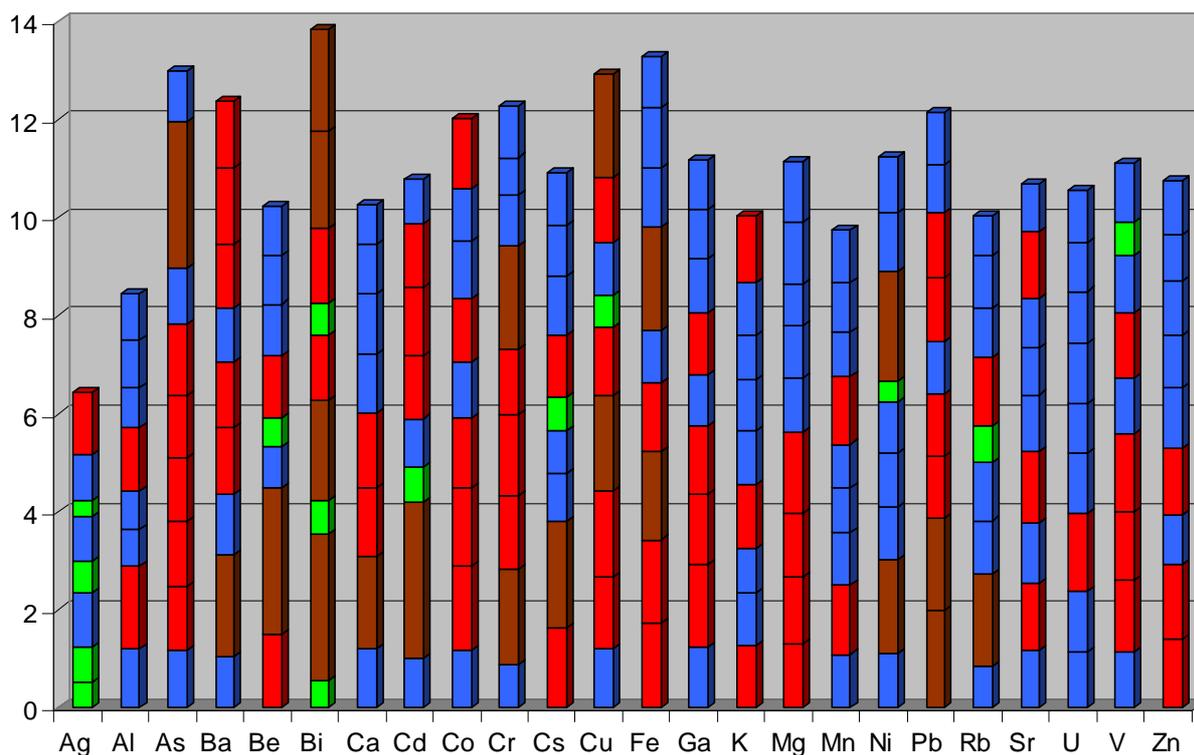


Stazione 2 – loc. Murri

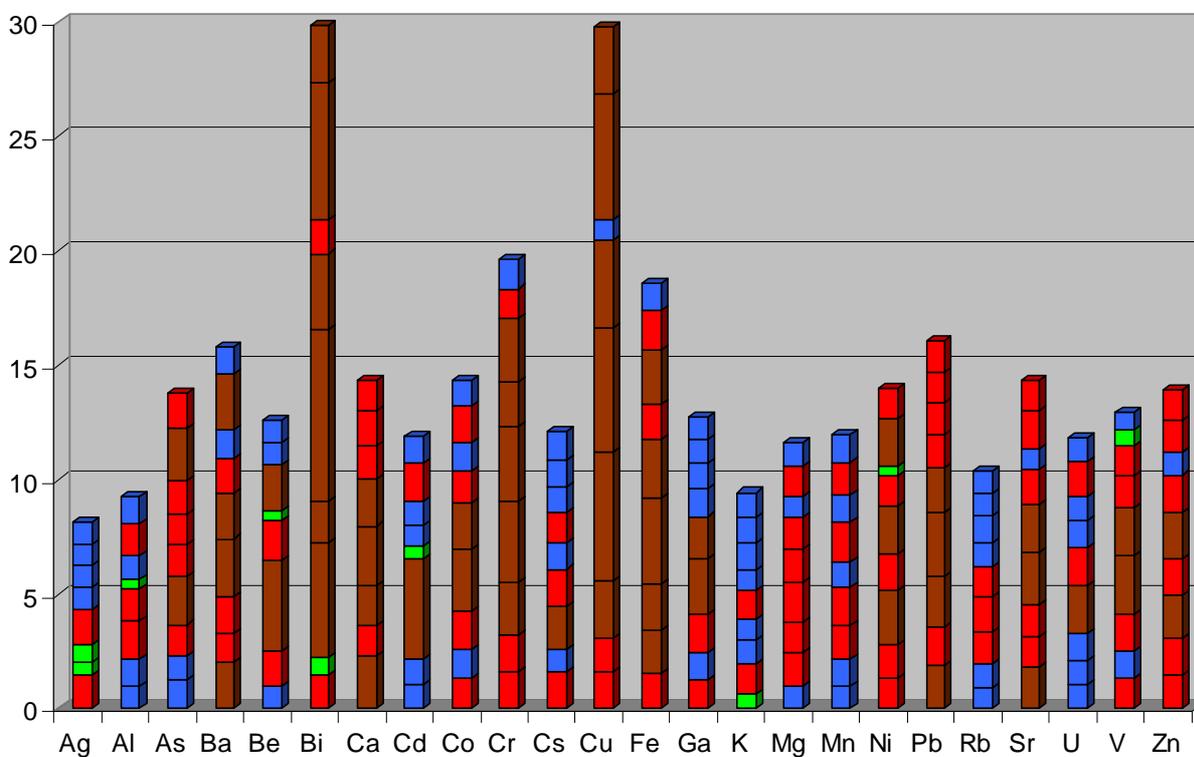


Stazione 3 – Jesi, via Ragazzi del '99**Stazione 4 – loc. Pian del Medico**

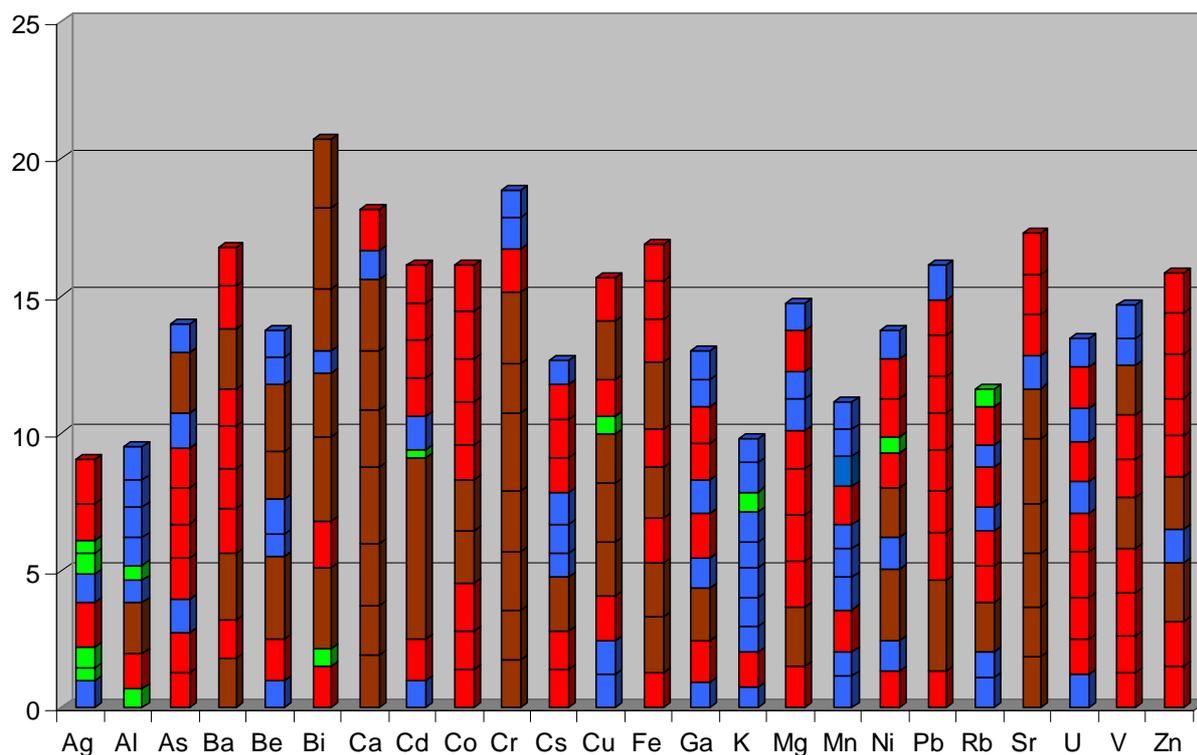
Stazione 5 – Jesi, Asilo Negromanti



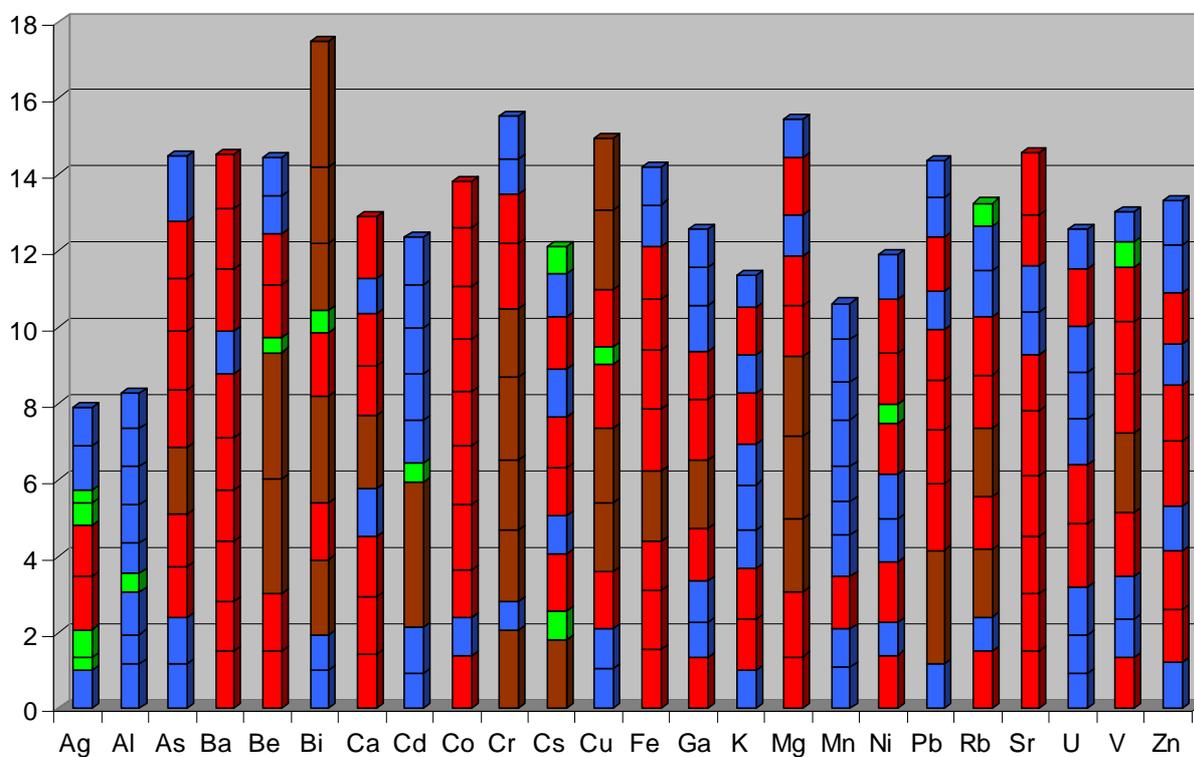
Stazione 6 – Jesi, viale della Vittoria



Stazione 7 – Zona industriale – Zipa

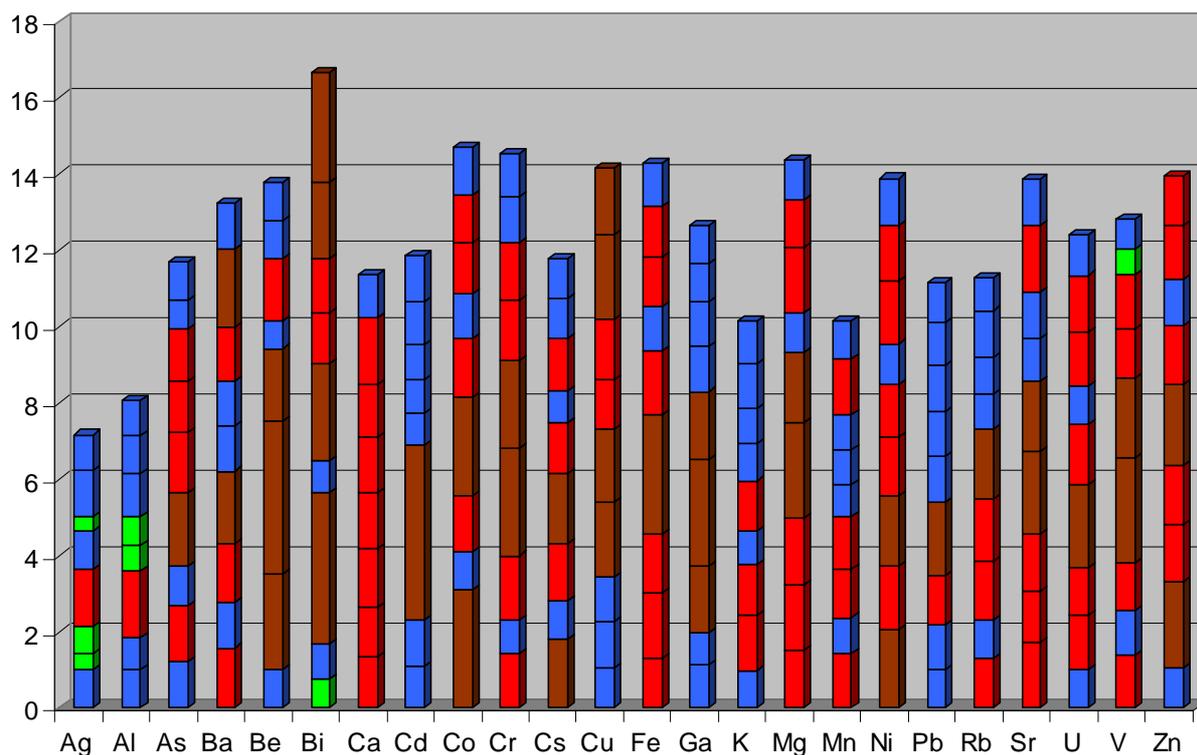


Stazione 8 – Monsano c/o ex RCD

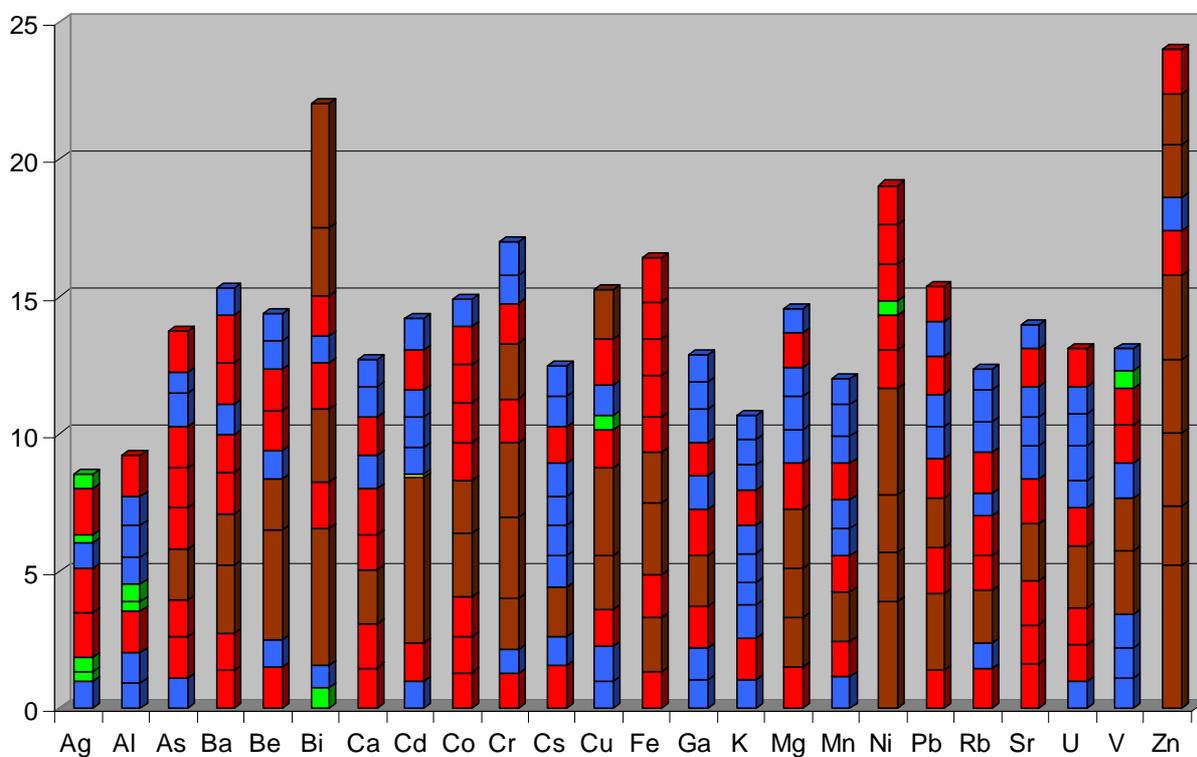




Stazione 9 – Agugliano, incrocio La Chiusa



Stazione 10 – Monsano, loc. Selvatorta



4.2.2 Commento ai risultati di Bioaccumulo

Il commento ai risultati di bioaccumulo riguarda gli elementi considerati nelle relazioni precedenti, perché sono i più interessanti da un punto di vista tossicologico nei confronti della salute umana ma anche perché si accumulano e persistono a diversi livelli degli ecosistemi. Gli elementi quindi presi in considerazione sono: Al, As, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V, e Zn. La maggior parte degli elementi che vengono immessi nell'atmosfera attraverso vie diverse (emissioni vulcaniche, sorgenti antropogeniche ecc.) ricadono infatti al suolo entrando così di fatto negli ecosistemi. Una volta immessi nell'ambiente possono così diventare biodisponibili per le piante e gli animali entrando nelle catene alimentari. Nel suolo per esempio alte concentrazioni di alcuni elementi possono alterare i normali ritmi metabolici della componente microbica (Bargagli, 1998) alterando così le dinamiche di questo comparto e di quelli direttamente dipendenti da esso.

Alluminio: l'E/C ratio medio dell'area di studio di questo elemento si è attestato ad un valore pressoché identico a quello dello scorso anno rientrando nella classe di "normalità". Non si segnalano situazioni di "accumulo forte" ma solo una situazione di "accumulo" relativamente alla stazione 10 e di "perdita" relativamente alla stazione 1. L'alluminio assieme al ferro ed al vanadio è uno degli elementi più abbondanti della crosta terrestre e la sua concentrazione nei campioni viene utilizzata per stimare la contaminazione terrigena.

Arsenico: come l'anno scorso l'E/C ratio medio rientra nella classe di "accumulo" anche se è lievemente diminuito passando da 1,35 a 1,33. Tuttavia è necessario prestare attenzione alle concentrazioni rilevate per questo elemento nei trapianti di licheni, che sono più elevate rispetto a quelle dell'anno precedente. Questo fatto però non è preoccupante in quanto già nei campioni di bianco non esposti le concentrazioni sono mediamente più elevate e perché rientrano nei valori di background per l'Italia riportati in letteratura (Bargagli 1998). Rispetto all'indagine precedente solo in una stazione (St. 2, loc. Murri) si è verificata una situazione di "accumulo forte" mentre le altre nove stazioni si sono attestate su condizioni di normalità o di accumulo senza una netta distinzione tra le zone collocate nei centri abitati e quelle in zone rurali.

Bario: rispetto all'anno scorso si è osservato un decremento del valore medio di E/C ratio per l'area di studio che è passato da 1,75, un valore al limite tra la classe di "accumulo" e "accumulo forte", ad un valore di 1,26 che rientra nella classe di "accumulo" ma che al contempo è al limite con la classe di "normalità". Le stazioni infatti che rientravano nelle classi di "accumulo" (St. 10 e 1) e "accumulo forte" (St. 3)

sono retrocesse rispettivamente alla classe di "normalità" e di "accumulo".

Anche in questo caso le concentrazioni rilevate nei campioni di bianco non esposti avevano dei contenuti di Ba più elevati rispetto a quelli dell'indagine precedente. Questo fatto può essere dovuto alla diversa zona di raccolta del materiale da esporre che potrebbe essere stata interessata da deposizioni di questo elemento. Dal momento che è un elemento molto tossico si dovrà tenere in debita attenzione il trend di accumulo dei prossimi anni.

Berillio: questo elemento non ha mai raggiunto il limite di rilevabilità dello strumento, né nel materiale di controllo né nei trapianti lichenici.

Cadmio: rispetto all'anno scorso l'area di studio è passata da una situazione di "accumulo" ad una di "naturalità" sebbene il valore di E/C ratio sia al limite tra le due classi. Questo fatto è dovuto ad un generale miglioramento della situazione del centro abitato di Jesi che ha visto passare le stazioni 3, 5, 6 e 10 da una condizione di "accumulo" ad una condizione di "naturalità". Eccezione a questo trend migliorativo riguarda la stazione 2 (loc. Murri) che ha fatto registrare una situazione di "accumulo forte". Questo accumulo tuttavia non risulta ancora preoccupante in quanto l'intervallo dei valori registrati rientra in quello riportato da Bargagli (1998) per le concentrazioni di background del territorio italiano rilevate nei licheni fruticosi.

Cromo: anche quest'anno la situazione per il cromo si è mantenuta ad un livello di "normalità" con un valore medio di E/C ratio pressoché identico a quello dell'anno scorso. Ad eccezione delle stazioni 1 e 4 che rientrano nella classe di "perdita", tutte le altre stazioni rientrano nella classe di "normalità".

Ferro: il valore di E/C ratio fatto registrare dall'area di studio è inferiore a tutti quelli registrati fin'ora nelle indagini precedenti. L'accumulo infatti si attesta ad un livello di normalità, con tre stazioni che hanno fatto registrare una situazione di "accumulo" (St. 3, 7, 10) e una stazione che ha fatto registrare una situazione di "perdita" (St. 1) rispetto ai bianchi non esposti di riferimento.

Un apporto di ferro è da considerarsi normale perché molto spesso deriva dal sollevamento delle polveri. Anche questo elemento assieme all'Alluminio viene utilizzato come indicatore di contaminazione terrigena in quanto è l'elemento più abbondante del nostro pianeta. Tuttavia per avere una stima di quale possa essere la contaminazione derivante dal sollevamento delle polveri è necessario possedere dei dati sulle concentrazioni di questi elementi nei suoli dell'area d'indagine. I valori rilevati nei trapianti sono molto bassi se confrontati con quelli rilevati in altri studi e rientrano tutti negli intervalli di background validi per il territorio italiano.

Manganese: l'E/C ratio medio per l'area di studio si è riconfermato nella classe di normalità con valori molto simili a quelli fatti registrare durante le due indagini precedenti (v. Tabella 6). Rispetto all'indagine 2010 solo la stazione 3 (Jesi - via dei Ragazzi del '99) rientra nella classe di "accumulo" della scala mentre tutte le altre rientrano nella classe di "normalità". È da notare che anche in questo caso i valori dei campioni di bianco non esposti sono più elevati rispetto a quelli rilevati nelle precedenti indagini. Questo fatto può essere ricondotto ad una deposizione più intensa nell'area di raccolta.

Tabella 7 – E/C ratio medi dell'area di studio relativi al periodo 2003 – 2011.

	2002	2003	2004	2005	2006*	2007	2008	2009	2010	2011
Ag	1,06	0,51	0,79	–	1,44	1,05	0,70	0,41	1,19	0,99
Al	0,98	1,11	1,61	–	0,92	0,69	1,06	1,08	1,13	1,03
As	1,17	1,31	1,27	1,66	1,46	1,35	1,42	1,29	1,35	1,33
Ba	1,60	1,18	1,96	1,62	1,33	1,41	1,15	1,56	1,75	1,26
Be	1,00	1,79	1,31	4,14	1,78	0,78	1,47	1,62	1,00	1,00
Bi	0,99	0,77	4,43	1,67	3,05	1,94	0,79	1,72	2,65	2,39
Ca	1,65	1,38	1,73	–	1,65	1,80	1,38	1,64	1,15	1,30
Cd	1,00	1,20	–	4,93	0,44	1,02	1,25	1,12	1,37	1,25
Co	1,49	1,17	1,54	1,95	1,65	1,28	1,32	1,37	1,39	1,19
Cr	1,49	1,05	1,93	2,34	2,36	1,58	2,52	1,36	1,04	1,02
Cs	1,56	1,03	1,80	1,45	1,18	1,01	1,20	1,33	1,18	0,96
Cu	1,18	1,18	1,50	2,12	2,46	1,79	0,64	1,39	2,24	1,83
Fe	1,37	1,72	1,65	2,43	1,80	1,25	1,99	1,35	1,35	1,13
Ga	1,20	1,14	1,63	1,83	1,69	1,19	1,24	1,22	1,00	1,00
K	0,90	1,28	1,09	0,97	1,21	1,02	1,11	0,90	1,17	0,97
Mg	1,36	1,68	1,61	1,87	1,92	1,28	1,06	1,13	1,38	1,06
Mn	1,12	1,02	1,47	1,22	0,96	1,27	1,19	1,05	1,17	1,04
Ni	1,79	1,34	1,96	2,08	1,37	1,20	0,49	1,58	1,50	1,19
Pb	1,30	2,13	1,75	1,69	1,37	1,22	1,18	1,36	1,15	1,16
Rb	1,33	0,92	1,71	1,35	1,45	0,98	1,27	0,99	1,15	0,76
Sr	1,68	1,39	1,59	1,79	1,84	1,36	1,03	1,23	1,52	1,33
U	1,03	1,20	1,26	1,82	1,45	1,18	1,21	1,23	1,25	0,98
V	1,26	1,17	1,39	1,94	1,91	1,30	1,36	1,44	0,77	0,88
Zn	1,66	1,66	1,80	1,37	1,85	1,44	1,07	1,42	1,31	1,30

*i valori di concentrazione rilevati sui talli esposti si riferiscono ad un periodo di 7 mesi

Nichel: l'accumulo di questo elemento è stato inferiore rispetto alle due indagini precedenti e di conseguenza l'area è rientrata nella classe di "normalità" della scala. Le stazioni 1, 7, 8, 9 sono passate da una situazione di "accumulo" ad una di

normalità, mentre la stazione 4 ad una situazione di "perdita". Anche in questo caso le concentrazioni dei bianchi non esposti sono più elevate di quelle dell'indagine precedente.

Piombo: l'area di studio rientra nella classe di "normalità" della scala con un valore di E/C Ratio pressoché identico a quello dell'anno precedente. Come l'anno scorso le stazioni interessate da situazioni di "accumulo" sono collocate all'interno del centro urbano di Jesi o nelle zone limitrofe.

Rame: tra gli elementi tenuti in maggiore considerazione il Rame è quello che ha fatto registrare il rapporto più alto tra esposti e materiale di controllo, collocando così l'area di studio nella classe di "accumulo forte". La situazione dunque resta quasi invariata rispetto a quella registrata per il 2010 in quanto nel 2011 le stazioni che rientrano nella classe di "accumulo forte" sono sei invece che sette. Questo accumulo di Rame può essere dovuto ai trattamenti anticrittogamici (p. es. contro i funghi parassiti) con prodotti che contengono questo elemento e che per certe colture vengono effettuati proprio nel periodo primaverile-estivo. Le concentrazioni rilevate nei talli tuttavia non sono preoccupanti in quanto rientrano tutte negli intervalli di background relativi al territorio italiano.

Vanadio: nel 2011 rispetto alle campagne precedenti non sono state osservate variazioni delle concentrazioni rispetto ai valori rilevati nei campioni di bianco facendo così ricadere l'area di studio nella classe di "normalità" della scala applicata.

Zinco: il valore medio dell'E/C ratio per l'area di studio appartiene alla classe di "accumulo" ed è identico a quello dell'anno precedente (v. Tabella 6). Rispetto alla scorsa indagine tuttavia non si segnalano stazioni appartenenti alla classe "accumulo forte", la stazione 10, che nella scorsa indagine rientrava proprio in questa classe, ha fatto registrare una situazione di accumulo.

5 Conclusioni

Con il 2010 la gestione dello studio di biomonitoraggio della qualità dell'aria nella zona interessata dalla centrale Turbogas di Jesi è stata affidata al dipartimento di Scienze della Vita dell'Università degli Studi di Trieste. Questo ormai è l'undicesimo anno che tale attività viene svolta sul territorio e ciò ha dato modo di ottenere una grande quantità di dati sia dal punto di vista degli effetti della qualità dell'aria sulla flora lichenica epifita sia sulle deposizioni di elementi in traccia nel territorio contermini l'abitato di Jesi. Lo studio di biomonitoraggio infatti ha sempre previsto un'indagine di Bioindicazione svolta rilevando le comunità licheniche epifite in 27 stazioni collocate sul territorio in direzione Sud – Ovest a partire dalla costa adriatica. Dal 2002 inoltre questo tipo di indagine è stata integrata da uno studio di bioaccumulo stazioni sul territorio del comune di Jesi.

Quest'ultima indagine di bioindicazione ha falsificato l'ipotesi che sia in corso un peggioramento della qualità dell'aria relativamente alla valle del fiume Esino. L'area di studio infatti è rientrata in una classe di "semi-naturalità" della scala di Naturalità/Alterazione ma con un valore che è ancora al limite con la classe sottostante. Le stazioni 2 e 17, segnalate nella scorsa indagine per il loro salto di classe in negativo e per la loro vicinanza alla centrale Turbogas, quest'anno hanno fatto registrare un miglioramento dei valori di biodiversità lichenica, fatto che ci permette di scartare l'ipotesi di un peggioramento della qualità dell'aria nei pressi di questo impianto. Un'altra situazione che si sta mantenendo costante riguarda i centri abitati più grandi (Jesi e Castelferretti) che manifestano il grado di alterazione più elevato in quanto le stazioni che vi sono collocate cadono nelle classi di "alterazione" e "semi-alterazione" della scala. La povertà di specie licheniche rilevate soprattutto nelle stazioni 6, 8, 18 (Jesi) e 22 (Castelferretti) è infatti dovuta all'intenso traffico che contraddistingue questi centri abitati.

Il quadro che va delineandosi dopo 11 anni di indagini indica che la situazione relativa a questa zona si sta mantenendo costante nel tempo e che, come riportato nella precedente relazione, le piccole fluttuazioni dei valori che si riscontrano di anno in anno possono essere imputabili in primo luogo alle normali fluttuazioni dei popolamenti lichenici e al fattore umano piuttosto che ad un effettivo peggioramento della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda l'indagine di bioaccumulo non sono stati osservati fenomeni eclatanti in quanto la maggior parte dei valori medi dell'E/C ratio per l'area di studio, ben 17 elementi su 24 analizzati, sono ricaduti nelle classi di "normalità" con valori di concentrazione molto contenuti. Rispetto all'indagine precedente tuttavia i valori di concentrazione di molti elementi risultano più elevati (v. pto 4.2.2), e ciò è dovuto alla



provenienza del materiale utilizzato per lo studio, il monte Amiata, un luogo interessato da un arricchimento terrigeno piuttosto pronunciato per la presenza di andosuoli vulcanici. Gli unici due elementi i cui livelli di bioaccumulo sono rientrati nella classe di "accumulo forte" sono il Bismuto e il Rame. Il primo non è stato incluso nella lista degli elementi considerati nel commento perché è uno dei metalli pesanti non tossici. Per quanto riguarda il rame invece il suo elevato valore di E/C ratio, osservato in sei stazioni su dieci, può essere dovuto all'utilizzo per le pratiche agricole di sostanze anticrittogamiche che vengono irrorate sulle colture sotto forma di aerosol. Anche in questo caso i valori di concentrazione osservati nei trapianti non risultano essere molto elevati se confrontati con quelli rilevati in altre realtà agricole, ad esempio del NE Italia (Candotto Carniel, 2009).

Anche per quest'anno lo studio di biomonitoraggio si è rivelato uno strumento utile per capire quali sono effettivamente le realtà sul territorio che vanno tenute sotto controllo. Si consiglia quindi di continuare con questa attività che è in grado di fornire indicazioni aggiuntive ai dati ottenuti con i consueti metodi di rilevazione chimico-fisica degli inquinanti atmosferici.

6 Bibliografia

ANPA, 2001. I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica. ANPA, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Manuali e Linee Guida 2/2001, Roma, 85 pp.

Bargagli R., 1998. Trace elements in terrestrial plants. An Ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery. Springer, Berlino. 324 pp.

Candotto Carniel F., 2009. Trapianti di licheni per l'identificazione di una sorgente di mercurio: un caso di studio presso Spilimbergo (NE Italia). Università degli Studi di Trieste.

Castello M., Skert N., 2005. Evaluation of lichen diversity as an indicator of environmental quality in the North Adriatic submediterranean region. *Science of the Total Environment*, 336: 201-214.

Clauzade G., Roux C., 1985. *Likenoj de Okcidenta Eŭropo*. Illustrita determinlibro. Société Botanique du Centre-Ouest, Royan.

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. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

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., Giordani P., Brunialti G., Isocrono D. & Piervittori R., 2002a. A new scale for the interpretation of lichen biodiversity values in the Tyrrhenian side of Italy. *Bibliotheca Lichenologica* 82: 235-243.

Nimis P. L., 1987. I macrolicheni d'Italia. Chiavi analitiche per la determinazione. In *Atti del Museo di Storia Naturale del Friuli Venezia Giulia – Gortania*, 8: 101-220.

Nimis P. L., 1999. Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: *Atti del Workshop: "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma 26-27 Giugno 1998: 267-277.

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.

Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P. (Eds.), 2002. *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens*. Kluwer Academic Press, Dordrecht 408 pp.

Purvis O. W., Coppins B. J., Hawksworth D. L., James P. W., Moore D. M., 1992. *The lichen flora of Great Britain and Ireland*. Natural History Museum Publications and The British Lichen Society, London. 710 pp.

Tretiach M., 1997. Additions to the Italian lichen flora. *Webbia* 51: 391-403.



Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2005. Biological measurement procedures for determining and evaluating the effects of ambient air pollution by means of lichens (bioindication). Mapping the diversity of epiphytic lichens as an indicator of air quality. VDI-Richtlinien, VDI 3957 Blatt 13, Beuth-Verlag, Berlin. 28 pp.