

**Impianto di termovalorizzazione (inceneritore) rifiuti di Modena ubicato in Via  
Cavazza n° 45. Autorizzazione Integrata Ambientale  
Det. n.311 del 30/06/2009 e s. m. i.**

**Rapporto valutativo sull'indagine ambientale per la rilevazione di inquinanti  
atmosferici mediante uso di bioindicatori, bioaccumulatori e campionamenti di  
terreni effettuata nell'intorno dell'area dell'impianto  
Anno 2015**



## INDICE

<b>Premessa</b> .....	3
<b>Verifica del rispetto delle prescrizioni inerenti l'indagine ambientale effettuata mediante l'uso di bioindicatori, bioaccumulatori e campionamenti di terreni</b> .....	4
<b>Valutazione dei dati relativi alla biodiversità Lichenica</b> .....	5
I risultati del monitoraggio della Biodiversità Lichenica: indagine anno 2013 e valutazione del trend...	7
<b>Valutazione dei dati relativi alle concentrazioni di metalli pesanti in atmosfera mediante l'impiego di licheni come bioaccumulatori</b> .....	11
I risultati del Bioaccumulo: indagine anno 2015.....	12
Bioaccumulo Licheni: confronto tra i risultati del 2009- 2011-2013-2015.....	21
<b>Valutazione dei dati relativi al contenuto di metalli pesanti nei suoli</b> .....	24
<b>Conclusioni</b> .....	27



## Premessa

In data 27/04/2016 (prot. Arpae n° PGMO/2016/0007458), è pervenuta ad Arpae la relazione annuale sull'attività di biomonitoraggio ambientale relativa all'anno 2015, effettuata da *ECOSFERA Snc* per conto di *HERAmbiente* nell'intorno dell'area dell'impianto di incenerimento sito a Modena in Via Cavazza n° 45, come prescritto nell'autorizzazione AIA.

Il contributo valutativo effettuato da Arpae sulla documentazione inoltrata da *HERAmbiente* è finalizzato alla:

- verifica del rispetto delle prescrizioni inerenti al monitoraggio ambientale;
- valutazione dell'insieme di dati raccolti e comparazione con le informazioni ambientali disponibili.

I dati relativi ai monitoraggi condotti da *ECOSFERA Snc* sono integrati e completati con i dati dell'attività di controllo e monitoraggio effettuata da Arpae.

## Verifica del rispetto delle prescrizioni inerenti l'indagine ambientale effettuata mediante l'uso di bioindicatori, bioaccumulatori e campionamenti di terreni

Il monitoraggio ambientale effettuato mediante l'uso di bioindicatori, bioaccumulatori e campionamenti di terreni nelle aree circostanti l'impianto è definito nell'Autorizzazione integrata ambientale dell'impianto di termovalorizzazione di Via Cavazza, Modena Det. n°408 del 07/10/11.

Il dettaglio di quanto previsto è riportato nella tabella seguente.

D3.2 PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE E SANITARIO							
D3.2.1 Monitoraggio e controllo: aria, suolo, biomonitoraggio							
PARAMETRO	Postazioni	MISURA	FREQUENZA		REGISTR AZIONE	REPORT	
			GESTORE	ARPA		GESTORE	ARPA
Biomonitoraggio licheni e analisi mercurio e metalli pesanti	21 punti	Determinazione quantitativa	Campionamento e analisi ogni 2 anni	Ispesioni programmate ogni 2 anni	Relazione tecnica e rapporti di prova	Ogni 2 anni	Ogni 2 anni
Terreni: Analisi mercurio e metalli pesanti	21 punti	Determinazione quantitativa	-	Campionamento e analisi metalli nei terreni ogni 2 anni	Relazione tecnica e rapporti di prova	-	Ogni 2 anni

Rispetto alle indagini svolte negli anni passati, l'attività analitica di Arpae non viene effettuata svolgendo indagini comparative, ma solo integrando i dati del gestore sul biomonitoraggio con l'attività riferita al campionamento e analisi dei terreni.

Sebbene l'attività di biomonitoraggio abbia avuto inizio nel 1994 e sia poi stata ripetuta nel 1997, nel 2002 e nel 2007, secondo quanto previsto dalle allora vigenti autorizzazioni, solo nelle ultime indagini del 2009, 2011, 2013 e 2015, a seguito della procedura di VIA e del rilascio della prima AIA, sono state riviste ed integrate le tecniche di campionamento. Per tale ragione, l'analisi riferita alle serie storiche di dati si limiterà ad analizzare questi ultimi 4 anni di monitoraggio.

I punti oggetto dell'indagine sono 21, in massima parte inseriti nel territorio comunale di Modena; la loro individuazione risale alla prima indagine del 1994 e la loro collocazione è stata mantenuta inalterata negli anni.

I rilevamenti prescritti riguardano:

- misura di biodiversità lichenica mediante applicazione del metodo ANPA (ora ISPRA) (Manuali e Linee Guida n. 2/2001);
- misura di concentrazione di metalli pesanti in atmosfera mediante l'impiego di licheni come bioaccumulatori;

a cui si aggiunge la determinazione del contenuto di metalli pesanti nei suoli da effettuarsi nei medesimi punti dell'indagine del bioaccumulo, affidata da Arpae.

L'attività di monitoraggio oggetto di questo rapporto valutativo ha avuto inizio nel mese di luglio 2015 ed è terminata a dicembre dello stesso anno.

## Valutazione dei dati relativi alla biodiversità lichenica

Le tecniche di biomonitoraggio sono impiegate per la valutazione della qualità dell'aria utilizzando specie vegetali come monitors. Tra i vegetali maggiormente utilizzati vi sono muschi e licheni. L'impiego di questi organismi è dovuto principalmente al fatto che il loro metabolismo dipende quasi esclusivamente dalle deposizioni umide e secche dell'atmosfera. Inoltre, l'assenza di cuticola a rivestimento dei loro tessuti ne favorisce l'incremento della capacità di assorbimento e di accumulo di sostanze prelevate dall'aria.

I licheni sono maggiormente impiegati come bioindicatori della "qualità dell'aria", correlando la biodiversità delle comunità licheniche presenti sui tronchi degli alberi, ai livelli ambientali di inquinanti gassosi. In pratica, variazioni del loro aspetto esteriore, della copertura e della ricchezza floristica sono correlate alla presenza di inquinanti quali: biossido di zolfo, ossidi di azoto, idrocarburi e fluoruri ecc. (Nimis, 1994b).

Le ragioni di questo comportamento sono da ricercare nei seguenti aspetti che li caratterizzano:

- l'assorbimento delle sostanze da parte del lichene avviene esclusivamente attraverso la superficie, in quanto, diversamente dalle piante superiori, questi non hanno la cuticola (strato protettivo); gli inquinanti possono quindi penetrare inalterati all'interno delle cellule fungine e algali;
- hanno un lento tasso di accrescimento e scarsa capacità di riparare rapidamente ad eventuali danni;
- durante i periodi con più umidità aumentano l'attività metabolica;
- continuano a metabolizzare a basse temperature, quindi possono subire danni anche nel periodo invernale;
- le influenze esterne possono gravemente danneggiare la fragile associazione simbiotica che li caratterizza.

Come indicato nella vigente Autorizzazione Integrata Ambientale, le campagne di biomonitoraggio devono essere effettuate secondo le Linee guida ANPA n.2/2001 - "I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica.

## Unità Campionarie Principali (UCP)

Le aree di campionamento sono state ridefinite nell'indagine del 2009 e mantenute poi inalterate in quelle successive; nella Tabella n.1 e nella relativa Figura 1 sono riportate in dettaglio le UCP campionate.

UCP Punti	Descrizione punto	Coordinate utilizzate per l'individuazione delle UCP teoriche 2009	
		UTM X	UTM Y
1	Bollitore	655095	950310
2	Bastiglia-San Clemente	658915	953317
3	Bomporto	661843	954960
4	Ravarino	666310	956885
5	Luoghetto	655800	948990
6	Cavo Argine	655725	947850
7	Navicello	657500	948200
8	Viazza	657825	946125
9	Paganina Magelli	657475	941425
10	Gherbella Fossalta	655825	942227
11	Gherbella S.Damaso	655600	941350
12	Modena Est Emilia	654300	944750
13	Hesperia	652718	943270
14	Centro città	652726	945802
15	Modena Ferrovia	652464	946202
16	Sagittario	650370	943860
17	San Giacomo	652860	948653
18	San Pancrazio	651231	949518
19	San Matteo	653745	950440
20	Depuratore Nord	654085	948660
21	Depuratore Sud	654290	948880

Tabella 1: Punti di monitoraggio

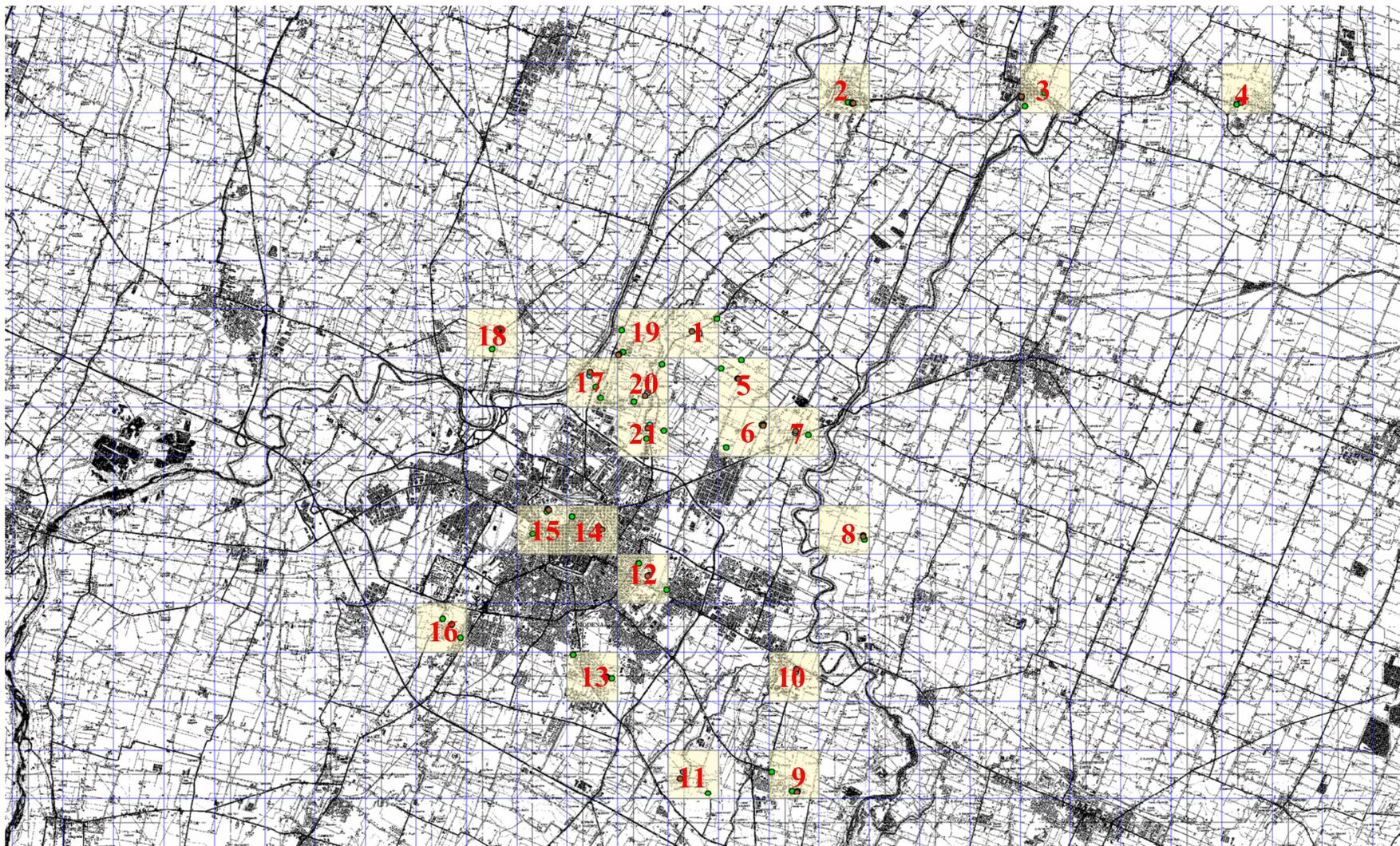


Figura 1: UCP campionate (aree colorate in giallo)

## I risultati del monitoraggio della Biodiversità Lichenica: indagine anno 2015 e valutazione del trend

L'indagine consiste nella valutazione della biodiversità lichenica (IBL) su tronchi d'albero; si valuta in particolare la somma delle frequenze delle specie presenti entro un reticolo a cinque maglie di area costante. Il reticolo di rilevamento è di dimensioni 40 x 50 cm, suddiviso in cinque unità di 10 x10 cm.

La scelta delle specie di alberi è fortemente condizionata dalle caratteristiche ambientali della pianura modenese che presenta forte urbanizzazione ed elevato sfruttamento ad uso agricolo del territorio.

In accordo con quanto definito dalla metodologia e tenendo conto della distribuzione territoriale delle varie specie arboree (dati forniti dall'Ufficio Verde del Comune di Modena), il monitoraggio è stato effettuato sul tiglio (*Tilia sp.pl.*). Solo in alcuni casi, limitati ad alcune zone agricole in cui non è stato possibile trovare alberi di tiglio idonei, è stata utilizzata la quercia (*Quercus robur*), appartenente alla stessa categoria per caratteristiche della scorza

Le attività di biomonitoraggio si sono svolte principalmente nei mesi di luglio e agosto 2015; la rispondenza procedurale delle attività previste dal monitoraggio ambientale eseguito *dal gestore* è stata verificata dal personale Arpae in data 30 luglio e 5 agosto, in occasione delle verifiche eseguite nelle UCP 2, UCP 3, UCP 5, UCP 8 e UCP 14.

In tutti i casi sono stati correttamente applicati i criteri di scelta dell'albero da campionare indicati dal metodo (inclinazione e circonferenza del tronco, assenza di fenomeni evidenti di disturbo quali verniciature o gravi malattie della pianta, parti con copertura di briofite non superiore al 25%) e quelli di posizionamento del reticolo di campionamento, evitando parti del tronco danneggiate o decorticate, parti con evidenti nodosità, parti corrispondenti alle fasce di scolo con periodico scorrimento di acqua piovana. Come richiesto, ove possibile, sono stati impiegati gli alberi già utilizzati nelle indagini precedenti, al fine di poter effettuare un confronto nel tempo.

I valori di IBL relativi a ciascuna unità campionaria principale UCP, ottenuti dalla media aritmetica dei valori provenienti da ciascun campionamento, sono sintetizzati nella Tabella n.2.

In questa tabella vengono inoltre confrontati i dati dell'anno 2015 con quelli raccolti nelle precedenti indagini, al fine di valutare eventuali tendenze in atto.

UCP	Descrizione	Indice di biodiversità lichenica				Differenza % rispetto al 2013
		2009	2011	2013	2015	
1	Bollitore	84,0	75,7	85,3	73,7	-13,6%
2	Bastiglia	92,7	80,7	66,0	59,3	-10,2%
3	Bomporto	98,3	82,3	75,2	104,4	38,8%
4	Ravarino	125,5	147,7	161	146	-9,3%
5	Luoghetto	93,5	82,8	83,0	89,5	7,8%
6	Cavo Argine	107,0	112,0	114,0	96,7	-15,2%
7	Navicello	110,0	134,3	158,3	147,3	-6,9%
8	Viazza	112,0	117,0	113	89,3	-21,0%
9	Paganini Magelli	120,7	115,8	125,7	122,2	-2,8%
10	Gherbella Fossalta	108,7	100,0	120,0	115,3	-3,9%
11	Gherbella San Damaso	126,6	124,0	n.r.*	n.r.*	
12	Modena Est	62,8	62,9	63,0	60,5	-4,0%
13	Hesperia	99,8	115,3	123,7	95,2	-23,0%
14	Centro città	76,3	81,0	87,0	88,0	1,1%
15	Modena Ferrovia	73,6	79,5	82,3	106,8	29,8%
16	Sagittario	112,2	105,8	114,4	113,8	-0,5%
17	San Giacomo	83,9	89,8	88,3	78,5	-11,1%
18	San Pancrazio	94,9	88,5	92,7	88,6	-4,4%
19	San Matteo	112,6	114,3	120,7	110,0	-8,9%
20	Depuratore nord	80,2	90,0	99,4	84,6	-14,9%
21	Depuratore sud	102,0	86,5	92,5	80,3	-13,2%

n.r.: non rilevata

Classi di Alterazione	Naturalità	Alterazione trascurabile	Alterazione bassa	Alterazione media	Alterazione alta	Alterazione molto alta
-----------------------	------------	--------------------------	-------------------	-------------------	------------------	------------------------

Tabella 2: Indice di Biodiversità Lichenica - confronto anni 2009-2011-2013-2015

Per quanto riguarda l'anno 2015 (Tabella 2 e Fig. 2), il quadro fornito dalle indagini del gestore è positivo in tutto il territorio oggetto del campionamento: la flora lichenica è quasi sempre ricca e diversificata, con percentuali di alterazione mai “alta” o “molto alta”: solo nel 15% dei casi si riscontra un’alterazione “media”, nel 75% l’alterazione è “trascurabile” o “bassa” e nel 10% si può intendere una classe pari alla “naturalità” (Tabella 3).

Intervalli di IBL	Classi di alterazione	Distribuzione percentuale dei risultati delle UCP anno 2015
>126	naturalità	10,0%
102-126	alterazione trascurabile	30,0%
77-101	alterazione bassa	45,0%
52-76	alterazione media	15,0%
26-51	alterazione alta	
0-25	alterazione molto alta	

Tabella 3 Classi di alterazione: distribuzione percentuale dei risultati

Se si confrontano i dati del 2015 con quelli dell'indagine precedente, si può osservare un leggero calo dell'indice di biodiversità lichenica, mediamente del 4,3%; solo nelle UCP 8 e 13 il calo è più evidente, rispettivamente del 21% e del 23%, ma la causa è in parte da imputare alla eccessiva ombreggiatura dei tronchi che influenza in modo negativo la crescita dei licheni. Da segnalare invece in positivo, le UCP 3 e 15 che presentano un aumento del IBL rispettivamente del 39% e del 30%, tale da risultare nella classe corrispondente ad “alterazione trascurabile”.

Analizzando i dati delle quattro campagne, si può notare che le aree con IBL più basso, corrispondente alla classe di “alterazione media”, sono le UCP 1, 2 e 12.

La prima in realtà presenta negli anni valori di IBL che si collocano tra la classe di alterazione bassa e quella media, confermando valori sostanzialmente stabili nel tempo con una media di circa 80.

Anche l'UPC 12 “Modena est” presenta livelli stabili nel tempo, su valori attorno a 60, compatibili con la collocazione della stazione che si trova nel centro cittadino dove si può supporre che l'elevata antropizzazione dell'area e la vicinanza della Via Emilia comportino l'allontanamento dalle condizioni di “naturalità”.

Cause diverse concorrono invece al peggioramento dell'IBL nella UPC 2, che per la sua collocazione dovrebbe registrare valori simili alle UPC 3 e 4 di medesima tipologia: se consideriamo il salto tra i dati osservati nel 2011 e quelli del 2013, la causa è probabilmente dovuta all'abbandono del forofita con IBL più alto perché non più idoneo, mentre l'ulteriore abbassamento misurato nel 2015 dovrà essere verificato nel prossimo biomonitoraggio tramite un controllo sempre nella zona di Bastiglia..

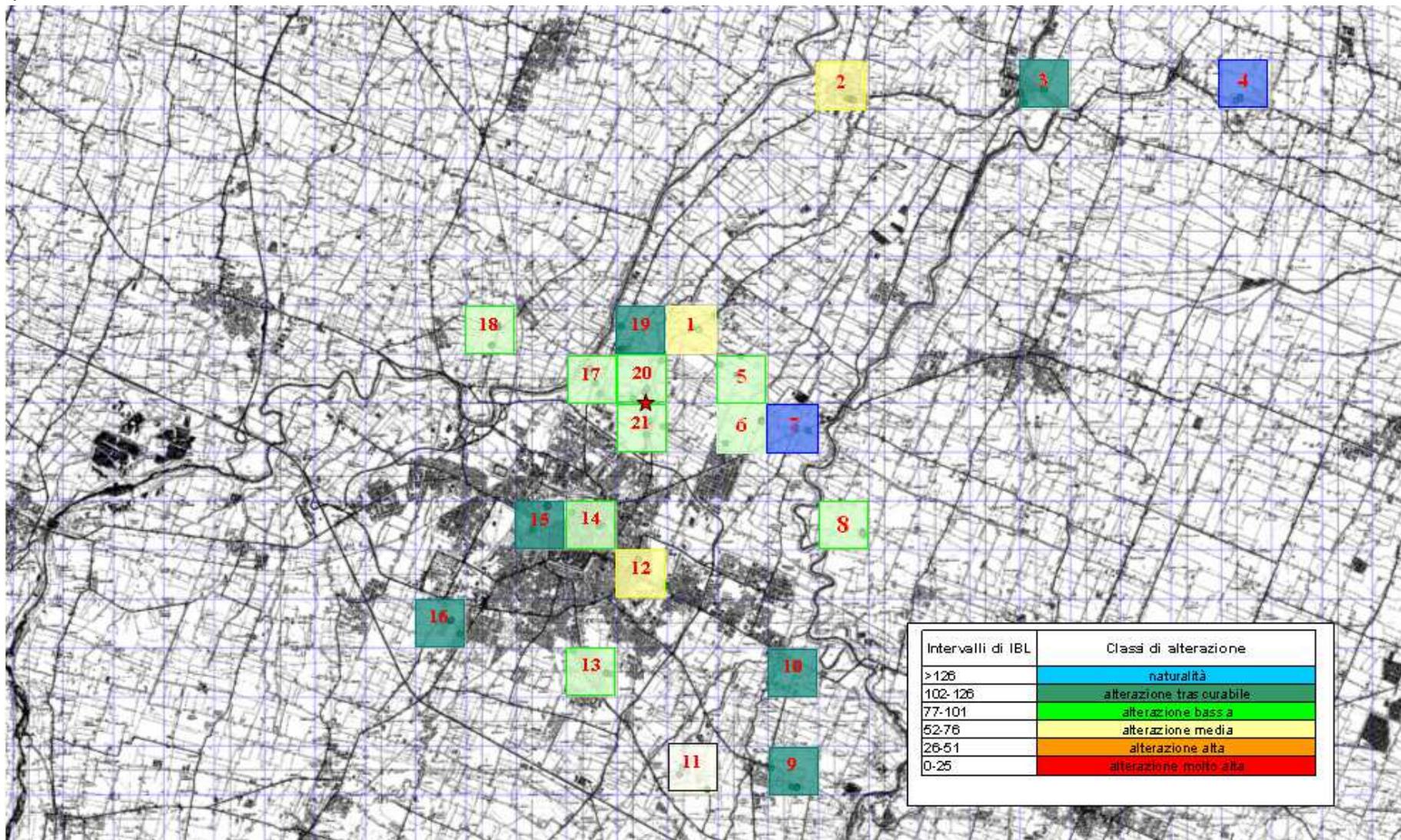
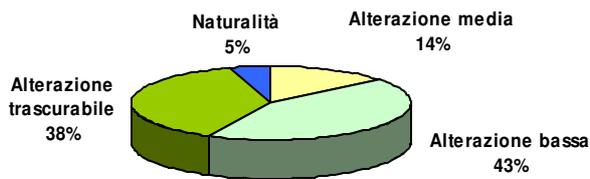
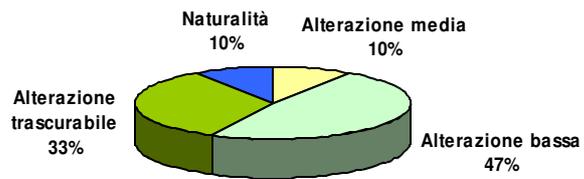


Figura 2: Indice di biodiversità lichenica - risultati anno 2015 (indagine ECOSFERA per conto di HERAmbiente)

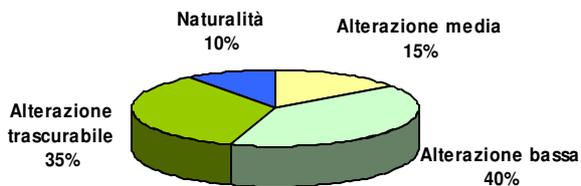
**Indice di biodiversità lichenica anno 2009**



**Indice di biodiversità lichenica anno 2011**



**Indice di biodiversità lichenica anno 2013**



**Indice di biodiversità lichenica anno 2015**

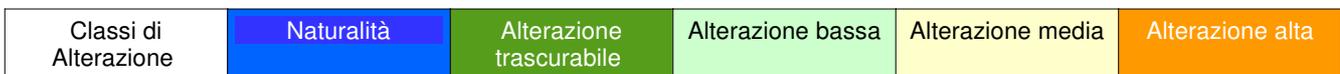
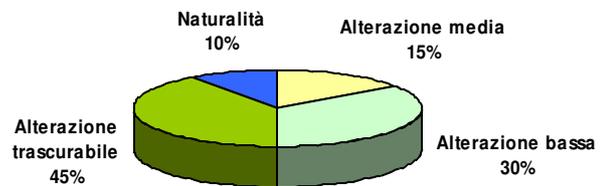


Figura 3: Distribuzione percentuale dell'Indice di biodiversità lichenica - confronto anni 2009 - 2011 - 2015

Se si esamina la distribuzione percentuale delle classi di alterazione nei campioni analizzati nel 2015, confrontandola con quella degli anni precedenti (Fig. 3), si notano variazioni di limitata entità. Si può quindi affermare che i dati raccolti nell'anno 2015 non sono nella sostanza dissimili da quanto rilevato nelle precedenti indagini.

Per migliorare la qualità dei dati, nel prossimo biomonitoraggio è opportuno che le stazioni in cui si presentano fattori confondenti non direttamente legati alla qualità dell'aria siano eliminate e sostituite con altre collocate in aree più significative in relazione all'obiettivo dell'indagine.

## Valutazione dei dati relativi alle concentrazioni di metalli pesanti in atmosfera mediante l'impiego di licheni come bioaccumulatori

I licheni sono frequentemente utilizzati come bioaccumulatori in studi di monitoraggio ambientale, grazie alla loro capacità di assorbire e accumulare al loro interno diversi inquinanti presenti in atmosfera, integrando in questo modo le informazioni ottenibili mediante il monitoraggio strumentale.

L'elevata tolleranza nei confronti dei metalli pesanti da parte dei licheni è legata alla presenza, all'interno del tallo, di ampi spazi extracellulari contenenti materiale amorfo dove i metalli vengono accumulati principalmente sotto forma di particolato: la capacità di trattenere i contaminanti in forma particellare apparentemente inibisce la loro solubilizzazione e ne impedisce il passaggio nel lume cellulare, evitandone così gli effetti nocivi. I licheni sono inoltre in grado di immobilizzare in forme biologicamente inattive gli ioni di molti metalli tossici: sono stati ad esempio evidenziati meccanismi di chelazione e di precipitazione di sali insolubili negli spazi extracellulari, regolati dai licheni con la sintesi di particolari acidi organici.

Tenendo conto della presenza limitata di flora lichenica sul territorio in esame è stata adottata la tecnica dell'espianto di "Pseudevernia furfuracea".

Questa metodologia, denominata del "trapianto lichenico" o "biomonitoraggio attivo" è stata utilizzata in diverse aree del territorio nazionale (Caniglia & Zorer, 1992; Cardarelli et al., 1993; Caniglia et al., 1993, Maffiotti & Piervittori, 1995; Piervittori, 1997; Bari et al., 1997) e prevede l'esposizione di sacchetti di licheni, opportunamente preparati, prelevati in luoghi lontani da fonti inquinanti. Analizzando i licheni prima e dopo l'esposizione è possibile ottenere indicazioni sulla deposizione avvenuta dal momento del trapianto sino al periodo della raccolta.

I punti scelti per l'esposizione di "Pseudevernia furfuracea" sono gli stessi già selezionati nelle indagini precedenti; la loro collocazione puntuale è stata effettuata ricercando un sito idoneo sia per il bioaccumulo, che per il prelievo di terreno, da effettuarsi secondo quanto previsto dal piano di monitoraggio.

## I risultati del Bioaccumulo - Indagine anno 2015

I licheni sono stati raccolti da *ECOSFERA* in un sito alpino il 19 settembre 2015, successivamente, il giorno 22 dello stesso mese, sono stati collocati nei 21 siti individuati; il ritiro è avvenuto in data 29 dicembre 2015.

I campioni sono stati successivamente analizzati in laboratorio, riferendosi al metodo indicato dalle "Linee Guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia" Nimis e Bargagli 1999.

Per la valutazione del **livello di contaminazione iniziale dei licheni prima dell'esposizione** sono stati analizzati otto campioni di bianco; i risultati sono riassunti nella Tabella n.4 che riporta anche i valori riscontrati dal gestore nelle indagini precedenti.

Metalli	Bianco anno 2009 (mg/Kg)	Bianco anno 2011 (mg/Kg)	Bianco anno 2013 (mg/Kg)	Bianco anno 2015 (mg/Kg)	Bianco anno 2015 Dev. Std (%)	Background nazionale (mg/Kg)
Alluminio	506	696,6	786,63	808,2	31,17	400-700
Antimonio	0.5	<0,5	<0,50	0,3	0,16	0,2-0,5
Arsenico	0.23	0,21	0,19	0,5	0,06	0,1-0.2
Cadmio	0.21	0,3	0,06	0,20	0,01	0,1-0.2
Cobalto	0.2	<0,2	<0,2	0,2	0,04	-
Cromo	0.9	1,7	1.35	2,0	0,24	1-2
Manganese	39.8	48,5	51,01	61,6	6,37	30-50
Mercurio	0.32	0,2	0,3	0,27	0,05	0,1-0,3
Nichel	1.1	1,0	0,61	1,6	0,19	1-2
Piombo	7	1,3	4,75	6,8	0,8	4-7
Rame	4.3	5,1	5,29	22,6	7,83	3-5
Tallio	0.5	<0,5	<0,50	0,5	-	-
Vanadio	1.5	1,8	1,75	1,8	0,12	1-2

Tabella. 4: Risultati dell'analisi di 6 campioni di bianco a confronto con i valori di background nazionale

Quasi tutti i valori dei metalli trovati nei 6 bianchi sono confrontabili negli anni e in linea con i valori trovati nelle aree di background a livello nazionale.

Alluminio e Manganese presentano concentrazioni lievemente superiori rispetto alle aree indisturbate, mentre Arsenico e Rame hanno concentrazioni decisamente più alte sia rispetto agli anni precedenti, sia rispetto ai valori delle aree di background.

Le deviazioni standard, in generale molto contenute, evidenziano l'omogeneità dei valori di contaminazione iniziale dei licheni prima dell'esposizione.

Dopo una esposizione di 99 giorni, i licheni sono stati sottoposti ad analisi per la ricerca dei metalli e le relative concentrazioni sono state confrontate con i valori di bianco.

Il campione corrispondente alla UCP 12 non è stato ritrovato al ritiro quindi non è stata possibile una valutazione di questa UCP.

In generale, la significatività delle variazioni riscontrate non è facilmente valutabile, in quanto non esistono scale interpretative valide in assoluto e applicabili in tutti i casi.

Per l'interpretazione dei risultati, il gestore propone quindi un criterio basato sulle deviazioni percentuali riscontrate nei campioni rispetto alle concentrazioni di pre-esposizione, in base alle quali vengono **individuate 6 classi di alterazione**, riassunte nella tabella seguente.

Incrementi % rispetto ai valori di pre-esposizione	Classi di alterazione	Colori di riferimento
< 10	Condizioni indisturbate	
10 – 50	Lieve alterazione	
51 – 100	Alterazione bassa	
101 – 200	Alterazione media	
201 – 300	Alterazione alta	
> 300	Alterazione molto alta	

Tabella. 5: Classi di Alterazione

Nell'interpretazione dei dati, si deve innanzitutto tener conto che questi non derivano direttamente da una misura strumentale su una matrice ambientale quale aria, acqua o suolo, ma dipendono dalla quantità di inquinante che un organismo vivente (lichene) intercetta e accumula al suo interno durante il tempo di esposizione. Tale fenomeno risulta ovviamente influenzato da numerosi fattori sia esterni (microclimatici, sostanze che possono concorrere al bioaccumulo, forma fisica dell'inquinante), che interni all'organismo stesso (tipo di organismo e condizioni di salute).

Inoltre, l'appartenenza ad una determinata classe di alterazione, così come definita, dipende dalla concentrazione del metallo nel campione di bianco e quindi dal limite di rilevabilità del metodo analitico adottato: tanto più questo limite è basso, tanto maggiore sarà il fattore di arricchimento a parità di concentrazione finale nel lichene esposto.

Per tale ragione, alti fattori di arricchimento non sempre corrispondono a concentrazioni elevate dopo l'esposizione.

Di seguito, si riporta la tabella con le concentrazioni dei metalli nei licheni relative al bioaccumulo dell'anno 2015.

		<b>Alluminio (mg/Kg)</b>	<b>Antimonio (mg/Kg)</b>	<b>Arsenico (mg/Kg)</b>	<b>Cadmio (mg/Kg)</b>	<b>Cobalto (mg/Kg)</b>	<b>Cromo (mg/Kg)</b>
	Bianco	<b>808.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.20</b>	<b>0.2</b>	<b>2.0</b>
1	Bollitore	867.1	0.4	0.5	0.16	0.3	2.6
2	Bastiglia	1044.4	0.3	0.5	0.12	0.3	2.4
3	Bomporto	1183.5	0.5	0.8	0.14	0.4	3.1
4	Ravarino	952.4	0.8	0.5	0.15	0.3	2.7
5	Luochetto	1160	0.5	0.6	0.22	0.7	3.1
6	Cavo Araine	761.5	0.4	0.4	0.18	0.3	2.1
7	Navicello	873.1	0.3	0.5	0.13	0.3	2.3
8	Viazza	920.3	0.7	0.5	0.19	0.3	2.3
9	Paganini	744.3	0.4	0.5	0.18	0.5	1.8
10	Fossalta	895.5	0.4	0.5	0.18	0.3	2.2
11	S.Damaso	894.6	0.3	0.5	0.19	0.3	2.4
12	Modena est	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
13	Hesperia	762.4	0.3	0.4	0.16	0.3	2.0
14	Centro	759.3	0.2	0.4	0.17	0.2	1.9
15	Modena Ferrovia	848.0	0.3	0.4	0.18	0.3	2.0
16	Saaitario	907.0	0.8	0.6	0.16	0.3	2.1
17	S.Giacomo	655.0	0.6	0.4	0.16	0.2	1.4
18	San Pancrazio	1079	0.5	0.5	0.18	0.3	2.8
19	San Matteo	1286.0	0.7	0.6	0.16	0.6	4.2
20	Depurat. Nord	803.7	0.4	0.5	0.15	0.3	2.3
21	Depurat. Sud	1205.2	0.4	0.6	0.14	0.3	2.6

		<b>Manganese (mg/Kg)</b>	<b>Mercurio (mg/Kg)</b>	<b>Nichel (mg/Kg)</b>	<b>Piombo (mg/Kg)</b>	<b>Rame (mg/Kg)</b>	<b>Vanadio (mg/Kg)</b>
	Bianco	<b>61.6</b>	<b>0.27</b>	<b>1.6</b>	<b>6.8</b>	<b>22.6</b>	<b>1.8</b>
1	Bollitore	69,6	0,32	1,8	6,2	11,6	1,7
2	Bastialia	58.0	0.40	1.8	5.4	12.3	2.1
3	Bomporto	59.7	0.32	2.1	6.9	15.1	2.4
4	Ravarino	68,2	0,29	1,8	6,6	20,3	2,0
5	Luoqhetto	54,4	0,34	2,0	7,6	20,8	2,5
6	Cavo Araine	70.9	0.34	1.5	6.2	13.0	1.6
7	Navicello	79.7	0.32	1.5	8.0	11.9	1.7
8	Viazza	77.1	0.23	1.6	5.9	13.5	1.8
9	Paganini	64,3	0,33	1,5	5,3	16,4	1,5
10	Fossalta	65,8	0,33	1,7	7,9	17,4	1,8
11	S.Damaso	71.5	0.26	1.7	6.0	14.3	1.8
12	Modena est	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
13	Hesperia	59,2	0,30	1,7	5,8	17,7	1,6
14	Centro	65.3	0.24	1.5	5.3	14.3	1.4
15	Modena Ferrovia	61.2	0.30	1.4	5.3	19.9	1.5
16	Sagittario	80,5	0,31	1,8	8,1	18,0	1,8
17	S.Giacomo	56,6	0,24	1,2	4,1	11,9	1,7
18	San Pancrazio	98.6	0.24	1.9	5.3	12.2	2.2
19	San Matteo	80.2	0.33	2.0	9.5	15.7	2.4
20	Depurat. Nord	56.1	0.31	1.6	5.8	15.8	1.8
21	Depurat. Sud	58.6	0.31	2.0	6.9	18.6	2.4

Tabella 6: Bioaccumulo - concentrazione dei metalli nei licheni e arricchimenti percentuali (in scala di colori) - HERAmbiente anno 2015

In relazione al problema segnalato nella nostra precedente valutazione riferita ai risultati dell'anno 2013 riguardante l'influenza del pali telefonici di legno trattati con cromo-arseniato di rame sui risultati ottenuti nei licheni esposti su questo supporto, il gestore ha eseguito un approfondimento sulle UCP in cui si era evidenziato il problema (UCP 1, 7 e 8), esponendo campioni in doppio sia sui supporti utilizzati in precedenza che su pali inerti, quali pali in cemento. I risultati di questa indagine hanno confermato l'ipotesi di Arpae, evidenziando un effettivo e consistente trasferimento di metalli (soprattutto arsenico, ma anche cromo e rame) dal palo al lichene.

Come si evince dalla tabella, i dati di bioaccumulo del 2015 nelle UCP 1, 7 e 8 non risentono più di questa problematica.

Di seguito si riportano le mappe raffiguranti le classi di alterazione riscontrate per i metalli analizzati.

**Bioaccumulo – Alluminio anno 2015**

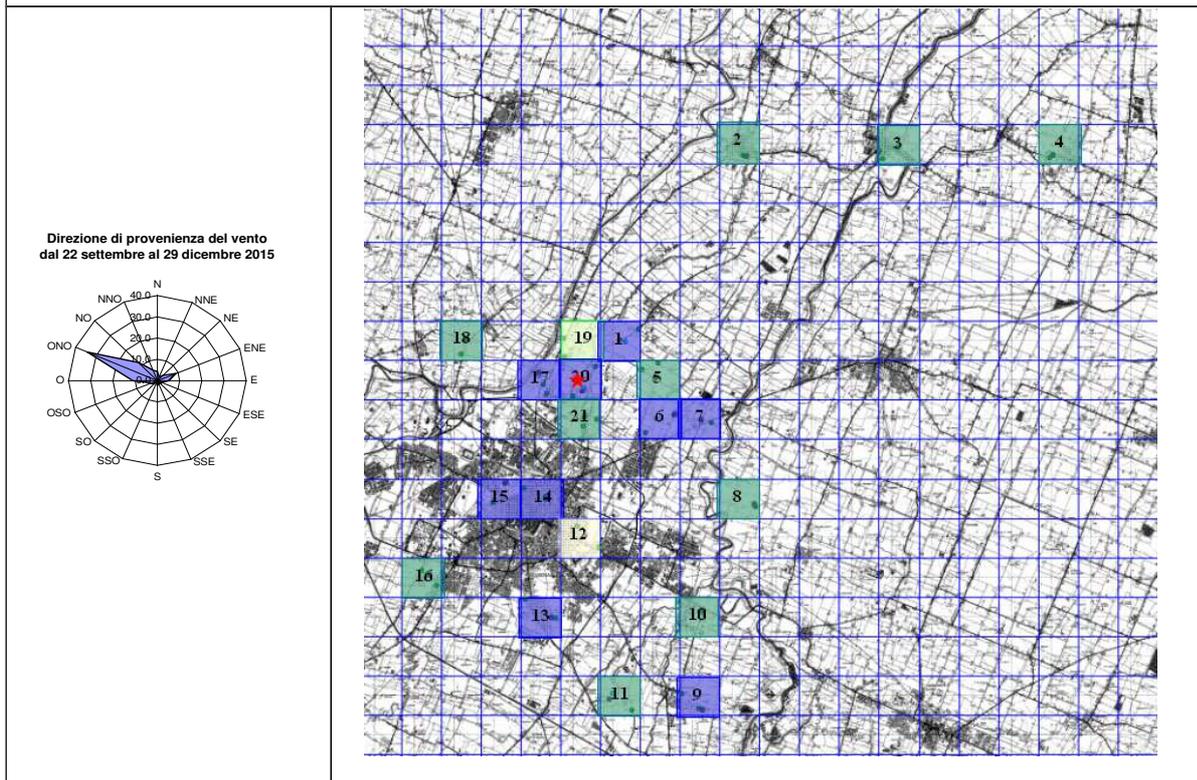


Figura 4: Alluminio - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Antimonio anno 2015**

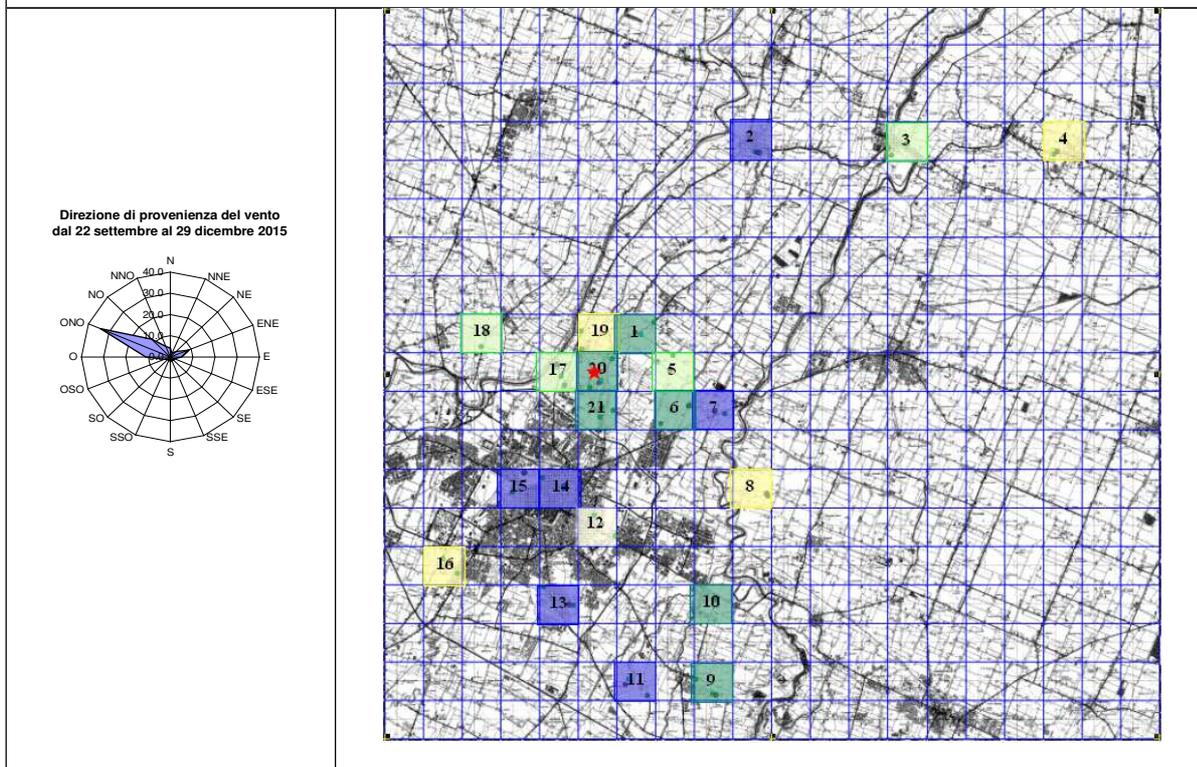


Figura 5: Antimonio - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Arsenico – anno 2015**

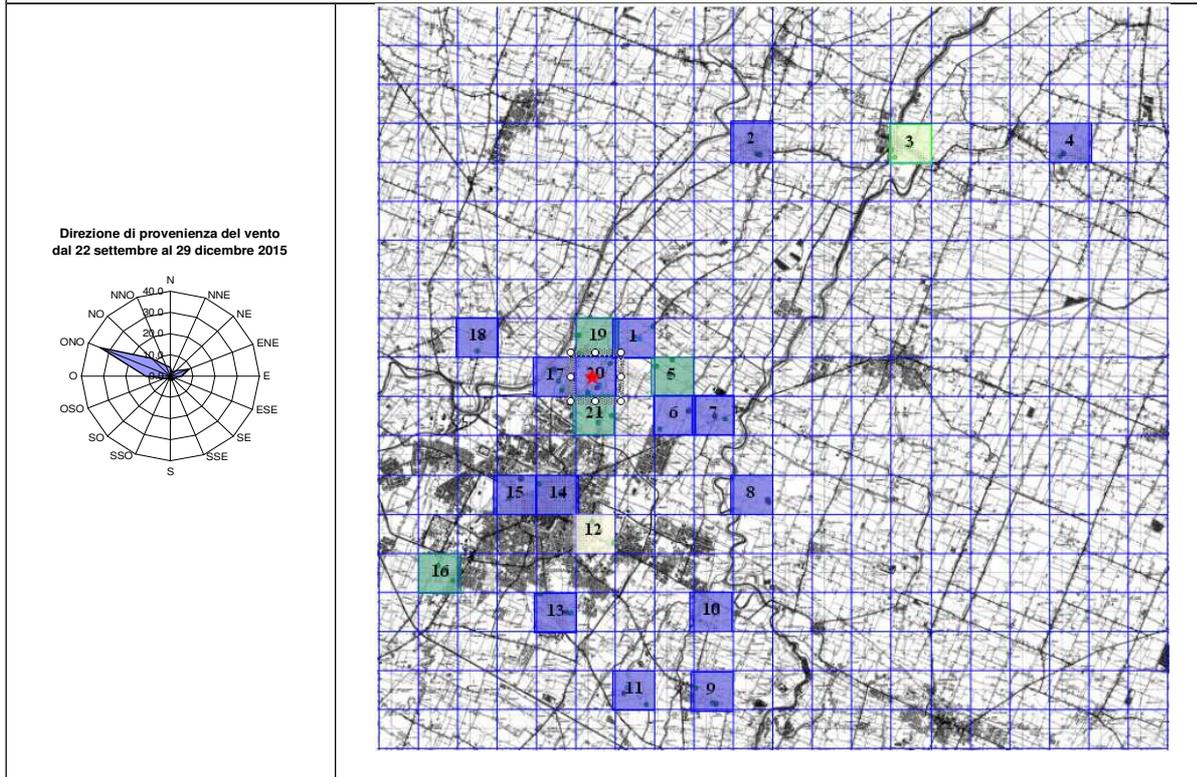


Figura 6: Arsenico - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Cadmio – anno 2015**

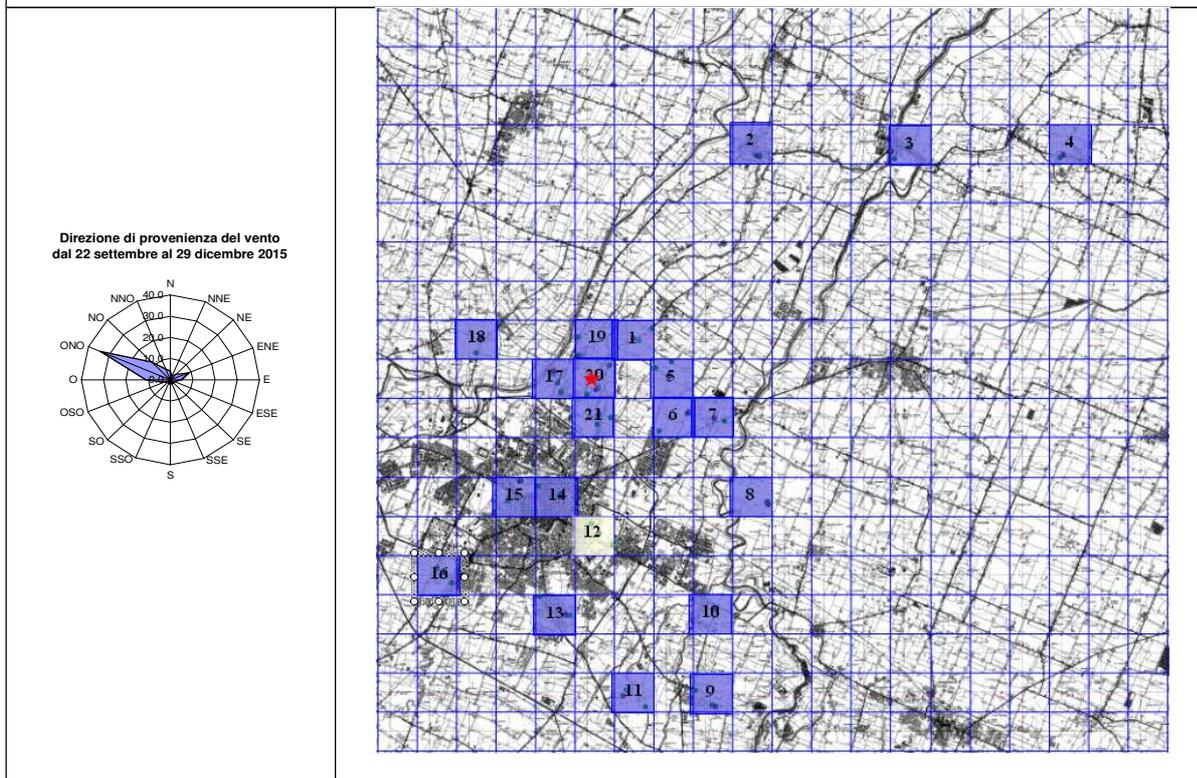


Figura 7: Cadmio - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Cobalto – anno 2015**

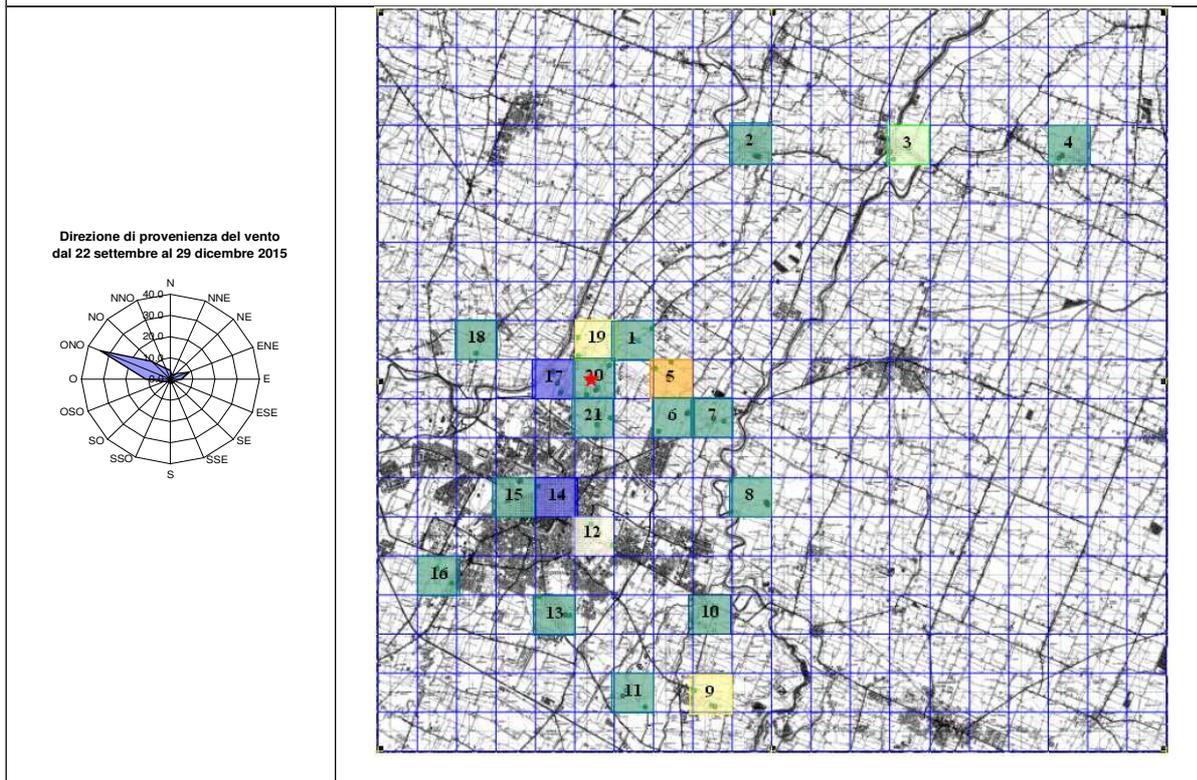


Figura 8: Cobalto - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Cromo – anno 2015**

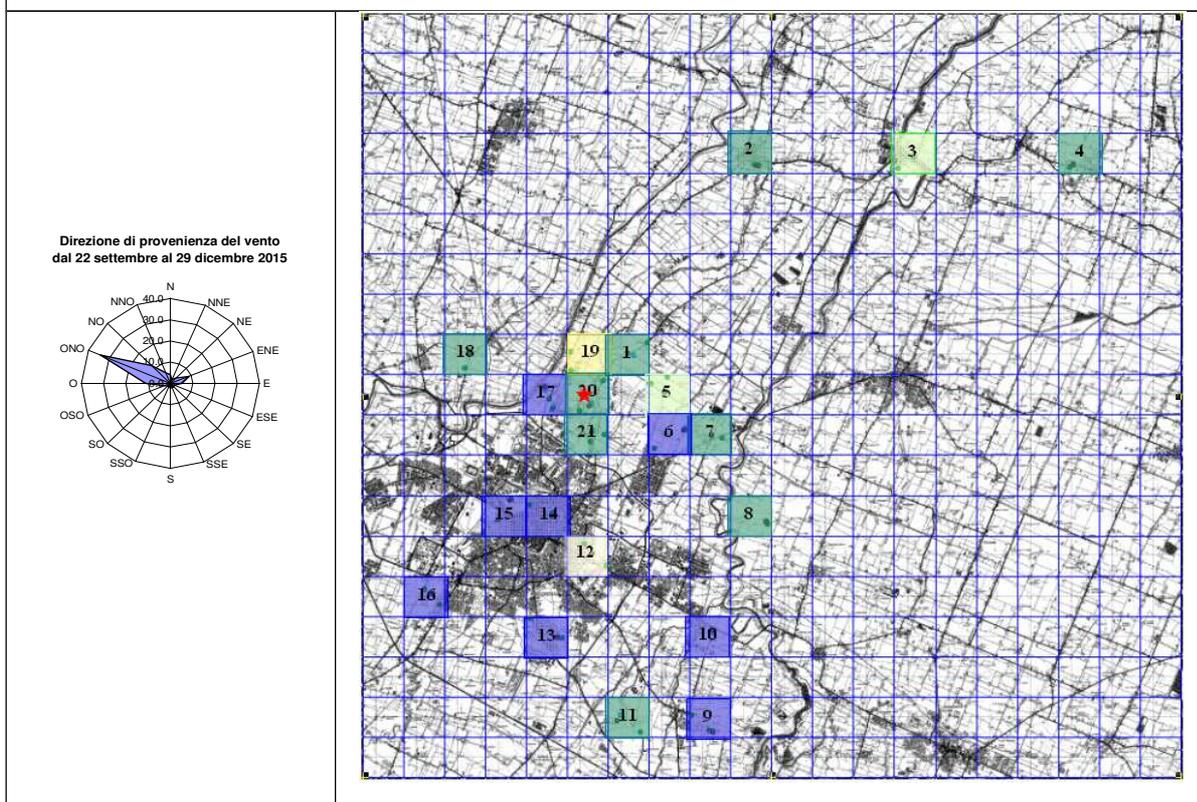


Figura 9: Cromo - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Manganese – anno 2015**

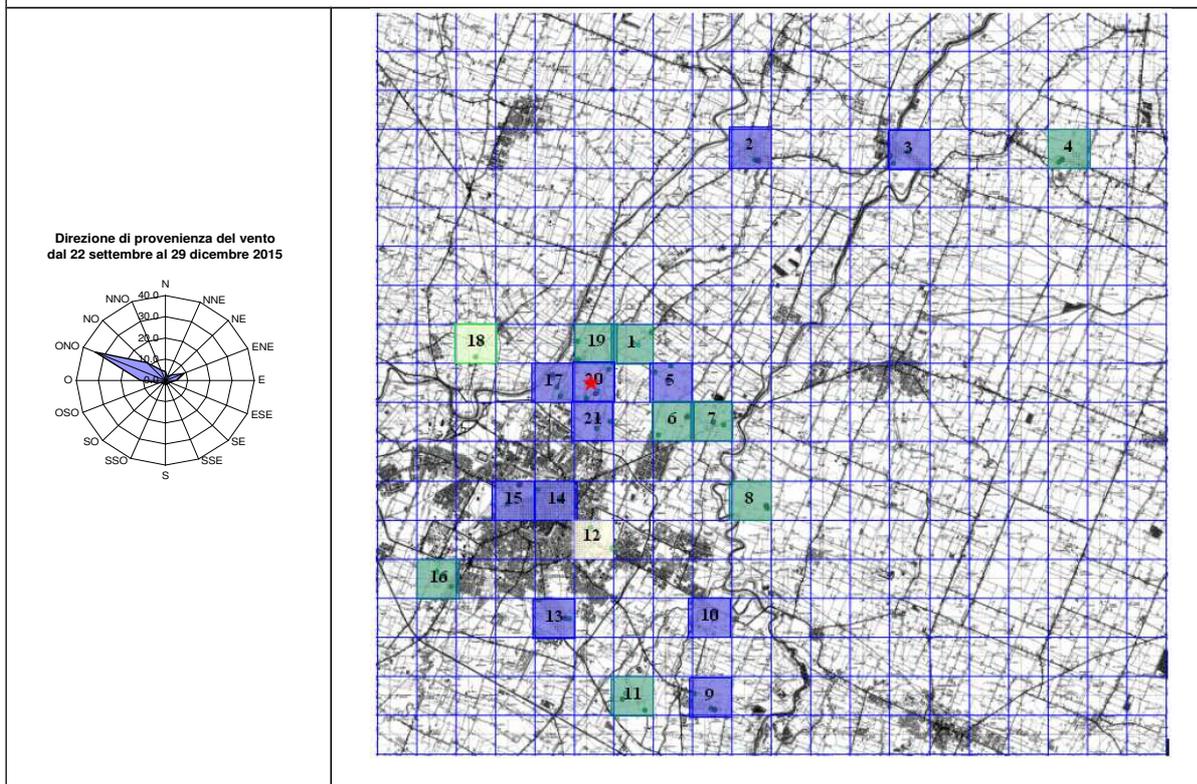


Figura 10: Manganese - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Mercurio – anno 2015**

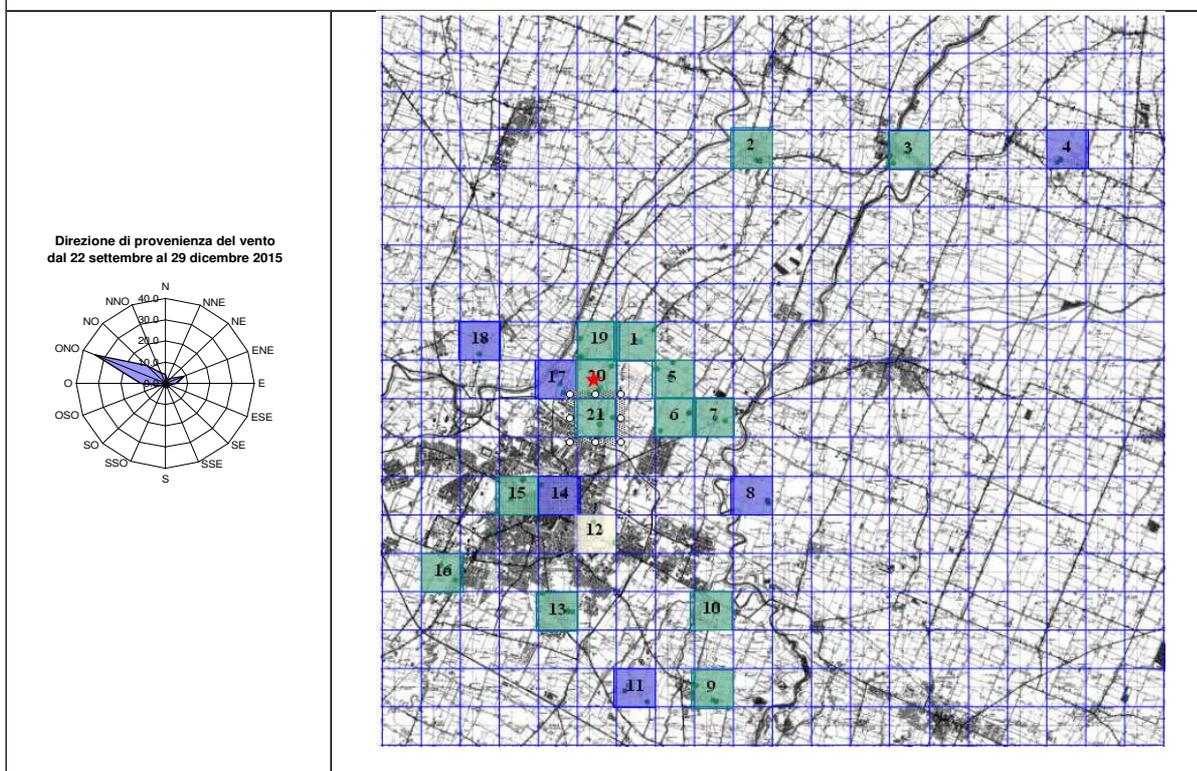


Figura 11: Mercurio - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Nichel – anno 2015**

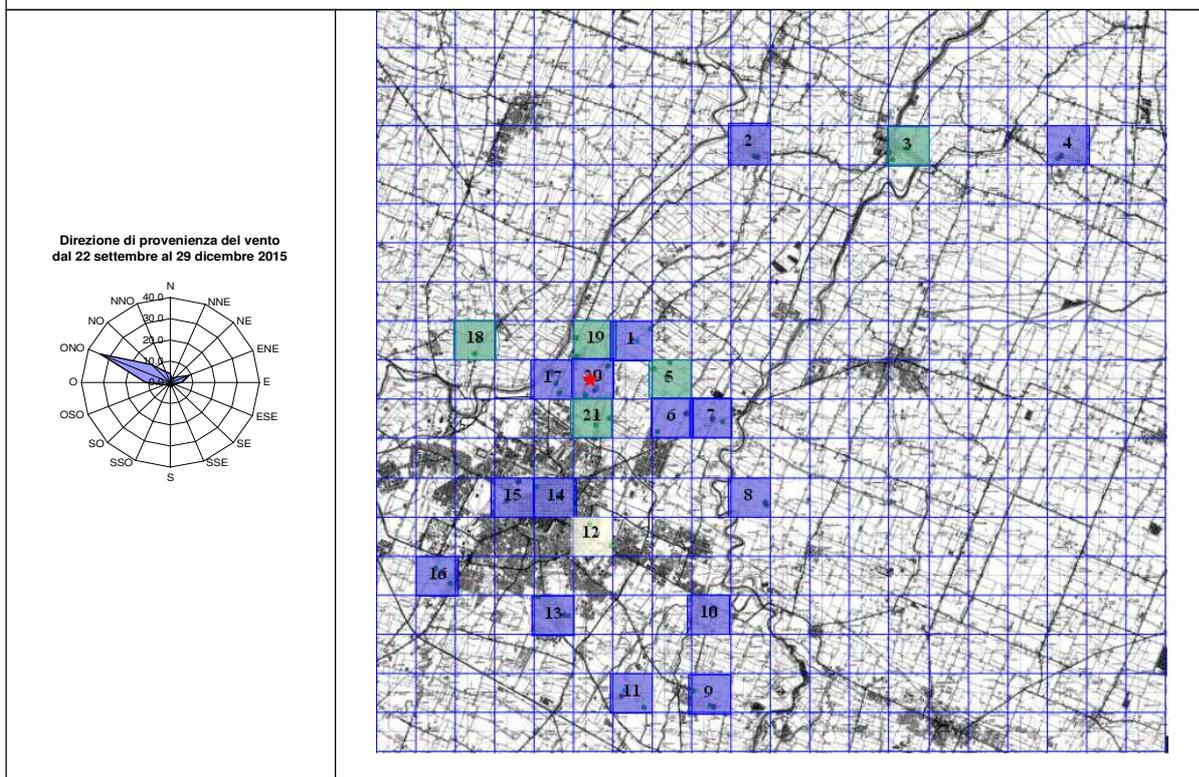


Figura 12: Nichel – distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Piombo – anno 2015**

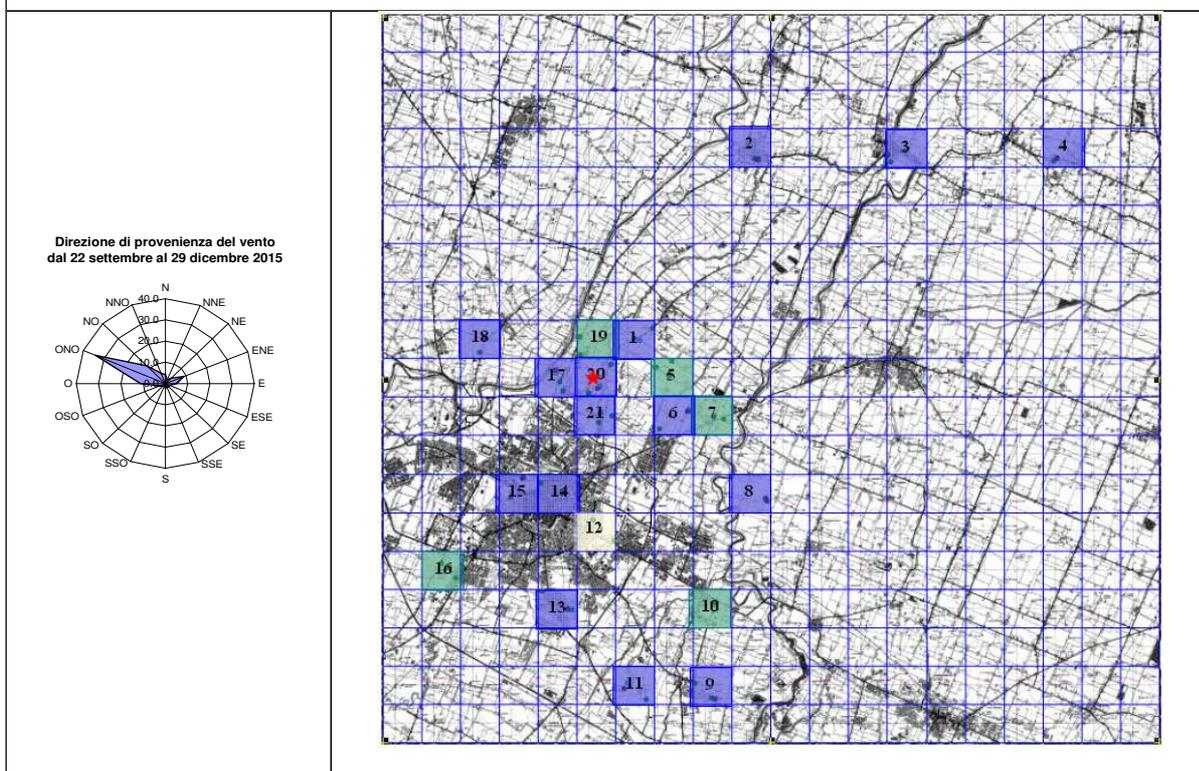


Figura 13: Piombo - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Rame – anno 2015**

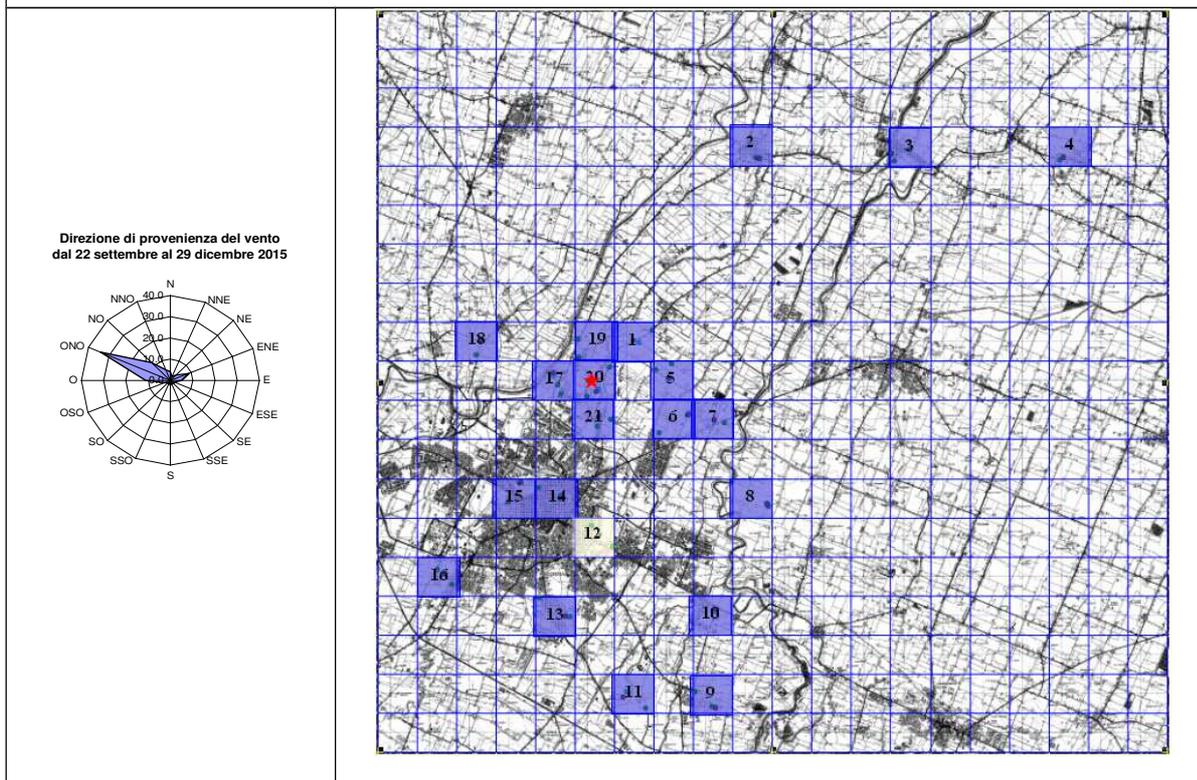


Figura 14: Rame - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

**Bioaccumulo – Vanadio – anno 2015**

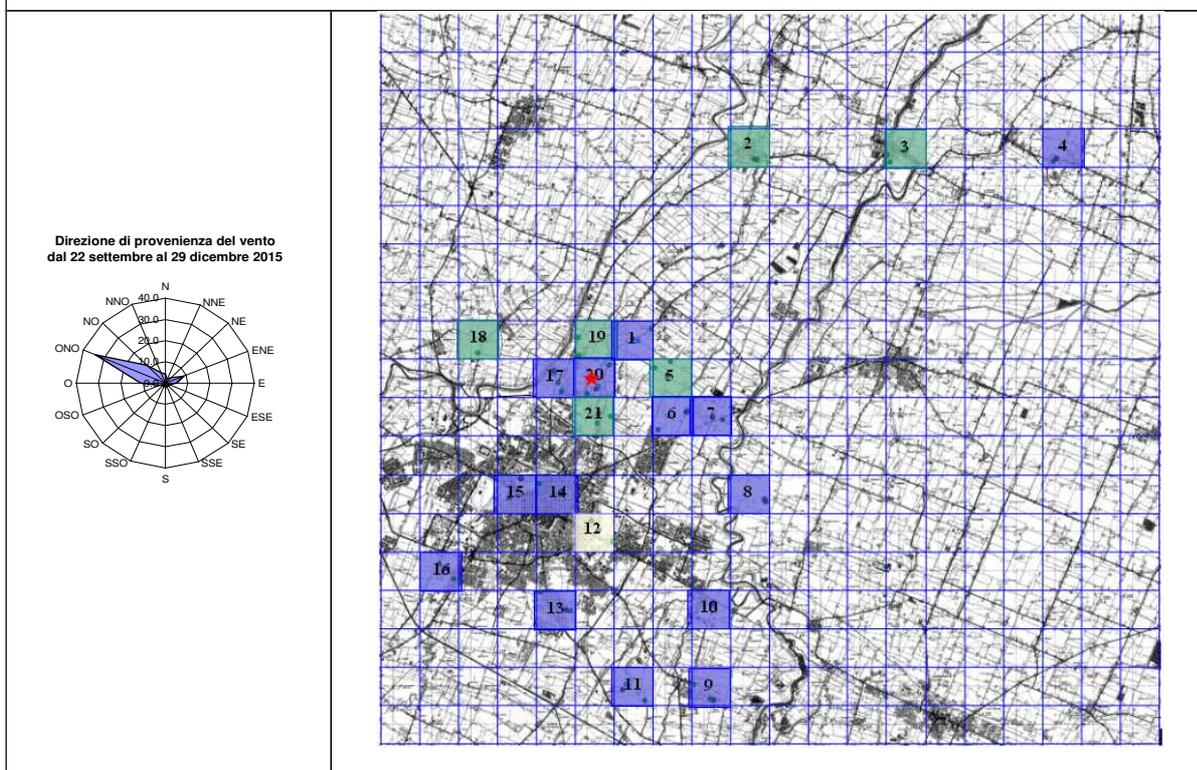


Figura 15: Vanadio - distribuzione spaziale delle classi di alterazione

In generale, vi sono alcuni metalli che mostrano arricchimenti percentuali molto ridotti a cui corrispondono classi di alterazione da "indisturbata" a "lieve"; questi sono Alluminio, Arsenico, Cromo, Cadmio, Manganese, Mercurio, Nichel, Rame, Piombo, Vanadio.

Per Antimonio e Cobalto alcune UCP mostrano alterazione media con un solo caso di alterazione alta riferita al cobalto nella UPC 5; la distribuzione di queste occorrenze in relazione alla direzione dei venti non evidenzia correlazioni con la sorgente indagata, anche tenendo conto della limitata presenza di questi metalli nelle emissioni dell'inceneritore.

## Bioaccumulo Licheni: confronto tra i risultati del 2009, 2011, 2013 e 2015

Nelle tabelle seguenti sono riportati gli arricchimenti rilevati nelle tre indagini fino ad ora effettuate. Alla luce dei risultati sopra evidenziati, i valori di arsenico, cromo e rame rilevati nelle 3 UCP in cui sono stati utilizzati come supporto pali telefonici, sono da ritenersi non validi, quindi non verranno considerati nell'analisi che segue.

		Alluminio				Antimonio				Arsenico			
		2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
	<b>bianco</b>	<b>506</b>	<b>697</b>	<b>787</b>	<b>808.15</b>	<b>&lt; 0,5</b>	<b>&lt; 0,5</b>	<b>&lt; 0,5</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.5</b>
1	Bollitore	886	1481	1120	867.1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.4	d.i.	d.i.	d.i.	0.5
2	Bastiglia	869	1191	1020	1044	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.5
3	Bomporto	779	1168	1066	1183.5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.8
4	Ravarino	995	1708	946	952.4	< 0,5	< 0,5	0.7	0.8	0.4	0.4	0.3	0.5
5	Luoghetto	770	1346	1238	1160	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.5	0.4	0.4	0.2	0.6
6	Cavo Argine	995	1298	995	761.5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4
7	Navicello	928	1268	1084	873.1	< 0,5	< 0,5	0.6	0.3	d.i.	d.i.	d.i.	0.5
8	Viazza	945	1503	1295	920.3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.7	d.i.	d.i.	d.i.	0.5
9	Paganini	938	1097	861	744.3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.5
10	Fossalta	895	1371	1026	895.5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.4	0.3	0.3	<0,1	0.5
11	S.Damaso	863	1631	1020	894.6	< 0,5	< 0,5	1.1	0.3	0.4	0.3	<0,1	0.5
12	Modena est	749	1151	852	n.d.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	n.d.	0.3	0.3	<0,1	n.d.
13	Hesperia	772	1143	798	762.4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.3	0.3	0.3	<0,1	0.4
14	Centro	844	1404	802	759.3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.2	0.4	0.3	<0,1	0.4
15	Modena Ferrovia	n.d.	n.d.	889	848	n.d.	n.d.	< 0,5	0.3	n.d.	n.d.	0.5	0.4
16	Sagittario	712	1202	1048	907.0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.8	0.4	0.3	<0,1	0.6
17	S.Giacomo	928	1692	1115	655.0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4
18	San Pancrazio	970	1643	1255	1079.0	< 0,5	< 0,5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.6	0.5
19	San Matteo	963	1764	1072	1286	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.7	0.4	0.4	0.5	0.6
20	Depurat. Nord	884	1286	1178	803.7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5
21	Depurat. Sud	972	1628	1022	1205.2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0.4	0.9	0.3	0.4	0.6

		Cadmio				Cobalto				Cromo			
		2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
	<b>bianco</b>	<b>0.22</b>	<b>0.30</b>	<b>0.06</b>	<b>0.20</b>	<b>&lt;0.2</b>	<b>0.20</b>	<b>&lt;0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>1.7</b>	<b>1.4</b>	<b>2.0</b>
1	Bollitore	0.33	0.20	0.09	0.16	0.3	0.4	0.4	0.3	d.i.	d.i.	d.i.	2.6
2	Bastiglia	0.35	0.22	0.08	0.12	0.3	0.4	0.3	0.3	1.9	3.1	2.3	2.4
3	Bomporto	0.37	0.27	<0.05	0.14	0.3	0.2	0.4	0.4	1.6	2.5	2.3	3.1
4	Ravarino	0.30	0.33	0.13	0.15	0.4	0.3	0.3	0.3	2.1	4.1	2.1	2.7
5	Luoghetto	0.35	0.24	0.11	0.22	0.2	<0.2	0.4	0.7	2.0	3.9	3.4	3.1
6	Cavo Argine	0.34	0.31	0.08	0.18	0.4	0.2	0.3	0.3	2.2	2.9	2.1	2.1
7	Navicello	0.34	0.21	0.14	0.13	0.4	0.3	0.2	0.3	d.i.	d.i.	d.i.	2.3
8	Viazza	0.29	0.31	0.18	0.19	0.4	0.4	0.4	0.3	d.i.	d.i.	d.i.	2.3
9	Paganini	0.27	0.20	<0.05	0.18	0.3	0.2	<0.2	0.5	1.7	2.7	1.8	1.8
10	Fossalta	0.35	0.19	0.08	0.18	0.2	0.4	0.4	0.3	1.8	3.8	2.6	2.2
11	S.Damaso	0.27	0.22	0.10	0.19	0.2	0.3	0.4	0.3	2.1	4.2	2.9	2.4
12	Modena est	0.29	0.24	0.09	n.d.	0.3	<0.2	0.3	n.d.	1.9	3.2	2.2	n.d.
13	Hesperia	0.27	0.22	<0.05	0.16	0.2	0.2	0.3	0.3	1.6	3.1	1.9	2.0
14	Centro	0.30	0.23	0.12	0.17	0.2	0.4	<0.2	0.2	1.8	3.4	1.9	1.9
15	Modena Ferrovia	n.d.	n.d.	0.11	0.18	n.d.	n.d.	0.2	0.3	n.d.	n.d.	2.1	2.0
16	Sagittario	0.25	0.30	0.17	0.16	0.2	0.3	0.3	0.3	1.5	2.9	2.2	2.1
17	S.Giacomo	0.26	0.39	0.08	0.16	0.3	0.4	0.2	0.2	2.3	3.9	3.1	1.4
18	San Pancrazio	0.25	0.27	0.14	0.18	0.2	0.4	0.4	0.3	2.1	4.0	2.8	2.8
19	San Matteo	0.30	0.23	0.17	0.16	0.4	0.4	0.4	0.6	2.3	4.9	2.8	4.2
20	Depurat. Nord	0.31	0.45	0.08	0.15	0.4	0.2	0.3	0.3	2.1	3.9	2.8	2.3
21	Depurat. Sud	0.30	0.35	0.07	0.14	0.2	0.3	0.2	0.3	2.4	3.9	2.4	2.6

		Manganese				Mercurio				Nichel			
		2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
	<b>bianco</b>	<b>39.8</b>	<b>48.5</b>	<b>51.0</b>	<b>61.6</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.300</b>	<b>0.27</b>	<b>1.1</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>1.6</b>
1	Bollitore	59.1	62.7	51.3	69.5	0.4	0.3	0.344	0.32	1.7	1.8	1.3	1.8
2	Bastiglia	50.9	55.2	83.9	58.0	0.4	0.2	0.333	0.40	1.7	1.8	1.3	1.8
3	Bomporto	43.2	46.1	53.2	59.7	0.3	0.3	0.331	0.32	1.4	1.6	0.9	2.1
4	Ravarino	61.2	63.7	63.7	68.2	0.4	0.3	0.347	0.29	1.9	2.3	1.1	1.8
5	Luoghetto	51.5	64.4	67.9	54.4	0.4	0.3	0.323	0.34	1.6	1.7	1.3	2.0
6	Cavo Argine	70.2	70.8	48.8	70.9	0.4	0.3	0.274	0.34	1.8	1.5	0.7	1.5
7	Navicello	48.9	61.8	85.3	79.7	0.4	0.2	0.305	0.32	1.7	1.6	1.2	1.5
8	Viazza	70.6	75.8	56.4	77.1	0.4	0.3	0.320	0.23	1.8	2.1	1.5	1.6
9	Paganini	59.3	70.0	55.1	64.3	0.4	0.2	0.287	0.33	1.7	1.3	0.8	1.5
10	Fossalta	60.0	77.8	74.7	65.8	0.4	0.3	0.357	0.33	1.6	1.8	1.3	1.7
11	S.Damaso	51.7	58.7	71	71.5	0.4	0.3	0.358	0.26	1.7	2.0	1.2	1.7
12	Modena est	55.2	35.4	60.6	n.d.	0.4	0.3	0.390	n.d.	1.7	1.7	1	n.d.
13	Hesperia	44.0	43.1	54.2	58.2	0.4	0.3	0.359	0.30	1.4	2.1	0.8	1.7
14	Centro	53.3	59.4	64.6	65.3	0.4	0.3	0.312	0.24	1.6	1.8	0.7	1.5
15	Modena Ferrovia	n.d.	n.d.	57.9	61.2	n.d.	n.d.	0.347	0.30	n.d.	n.d.	1.0	1.4
16	Sagittario	45.5	56.3	53.9	80.5	0.4	0.3	0.319	0.31	1.7	1.6	0.9	1.8
17	S.Giacomo	58.9	130.4	60.2	56.6	0.4	0.3	0.333	0.24	1.9	2.2	1.1	1.2
18	San Pancrazio	55.0	46.4	80.6	98.6	0.4	0.3	0.316	0.24	1.7	1.6	1.2	1.9
19	San Matteo	64.6	83.0	51.4	80.2	0.4	0.3	0.315	0.33	1.9	2.2	0.9	2.0
20	Depurat. Nord	51.3	58.5	62.5	56.1	0.4	0.2	0.335	0.31	1.9	2.3	2.3	1.6
21	Depurat. Sud	66.5	176.8	58.3	58.6	0.4	0.3	0.309	0.31	1.8	2.0	0.9	2.0

		Piombo				Rame				Vanadio			
		2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
	<b>bianco</b>	<b>7.0</b>	<b>1.3</b>	<b>4.75</b>	<b>6.8</b>	<b>4.3</b>	<b>5.1</b>	<b>5.29</b>	<b>22.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>	<b>1.75</b>	<b>1.8</b>
1	Bollitore	10.0	4.0	6.0	6.2	d.i.	d.i.	d.i.	11.6	2.0	2.9	2.4	1.7
2	Bastiglia	10.0	3.0	6.0	5.4	9.4	9.3	8.7	12.3	2.0	2.6	2.1	2.1
3	Bomporto	8.0	3.0	6.0	6.9	8.3	8.0	8.1	15.1	1.8	2.2	2.3	2.4
4	Ravarino	8.0	3.0	6.0	6.6	10.3	14.7	8.3	20.3	2.1	3.2	2.0	2.0
5	Luoghetto	9.0	3.0	9.0	7.6	11.8	13.7	13.9	20.8	1.7	2.7	2.6	2.5
6	Cavo Argine	10.0	4.0	6.0	6.2	11.3	10.2	9.2	13.0	2.1	2.2	2.0	1.6
7	Navicello	10.0	4.0	8.0	8.0	d.i.	d.i.	d.i.	11.9	2.0	2.7	2.2	1.7
8	Viazza	13.0	5.0	8.0	5.9	d.i.	d.i.	d.i.	13.5	1.9	3.0	2.7	1.8
9	Paganini	11.0	2.0	6.0	5.3	8.8	9.3	8.5	16.4	1.9	2.4	2.0	1.5
10	Fossalta	12.0	3.0	8.0	7.9	9.6	13.5	12.9	17.4	1.8	2.6	2.2	1.8
11	S.Damaso	8.0	5.0	11.0	6.0	8.7	13.5	10.4	14.3	1.8	3.0	2.1	1.8
12	Modena est	11.0	2.0	8.0	n.d.	11.1	11.2	10.4	n.d.	1.7	2.4	1.9	n.d.
13	Hesperia	9.0	3.0	7.0	5.8	8.9	11.3	8.5	17.7	1.7	2.5	1.9	1.6
14	Centro	9.0	5.0	7.0	5.3	9.4	12.3	8.1	14.3	2.0	2.5	1.8	1.4
15	Modena Ferrovia	n.d.	n.d.	7.0	5.3	n.d.	n.d.	9.3	19.9	n.d.	n.d.	1.8	1.5
16	Sagittario	14.0	4.0	7.0	8.1	9.0	9.4	9	18.0	1.9	2.4	2.2	1.8
17	S.Giacomo	13.0	4.0	7.0	4.1	15.3	13.4	10.2	11.9	2.0	2.8	2.3	1.7
18	San Pancrazio	11.0	4.0	9.0	5.3	9.7	9.6	11.1	12.2	2.1	2.8	2.5	2.2
19	San Matteo	14.0	5.0	6.0	9.5	12.1	17.1	11.4	15.7	2.0	3.3	2.3	2.4
20	Depurat. Nord	12.0	4.0	9.0	5.8	11.0	13.2	10.5	15.8	1.8	2.5	2.5	1.8
21	Depurat. Sud	16.0	5.0	8.0	6.9	11.6	12.5	10.1	15.6	1.9	2.8	2.3	2.4

n.d. non disponibile - d.i. dato invalidato

Tabella 7: Bioaccumulo - concentrazione dei metalli nei licheni e arricchimenti percentuali (in scala di colori) - HERAmbiente anni 2009-2011-2013-2015

L'analisi comparativa dei dati raccolti nel 2015 rispetto a quelli degli anni 2009, 2011 e 2013 conferma un miglioramento evidente per Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Nichel, Piombo, Rame e Vanadio che nel 2015 mostrano arricchimenti molto limitati corrispondenti a classi di alterazione da "indisturbata" a "lieve".

Anche Mercurio e Manganese risultano stabili o in lieve miglioramento sempre con classi di alterazione da "indisturbata" a "lieve"

Un lieve peggioramento si rileva per l'Antimonio su diverse UCP, e per il Cobalto sulle UCP 5 e UCP 9, con alterazioni "medie" solo in un caso; per l'Antimonio può aver influito anche una riduzione del limite di rilevanza analitico.

Il Tallio non è riportato nella tabella in quanto sempre inferiore al limite di rilevanza in tutti gli anni di monitoraggio.

## Valutazione dei dati relativi al contenuto di metalli pesanti nei suoli

Per ottenere un quadro conoscitivo più completo delle aree di campionamento, come previsto dal piano di monitoraggio, è stato valutato anche il contenuto di metalli pesanti nel suolo nelle stesse UCP già individuate per le indagini sulla biodiversità lichenica e sul bioaccumulo.

I terreni sono stati prelevati nelle giornate del 22-23 settembre 2015 da personale Arpae. I punti di indagine sono stati scelti in corrispondenza di quelli utilizzati per lo studio sul bioaccumulo, previa verifica dell'idoneità del suolo. La metodica di campionamento è quella prevista al punto 84 dell'Allegato II – Det. n.602 del 23/12/2008.

I dati delle analisi di questi 21 punti sono stati confrontati con le medie dei rilevamenti effettuati nel 2015 nei 6 punti prescritti in AIA nell'intorno dell'inceneritore (Albareto, Tagliati, Munarola, San Giacomo, Parco XXII Aprile e Gaggio). Per la valutazione dei dati, si è preso inoltre a riferimento, sia il valore indicato dal D.Lgs.152/06, relativo alla bonifica dei siti contaminati per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico, sia i risultati di indagini condotte sulla caratterizzazione dei terreni modenesi ed emiliani in genere.

Nella tabella n.8 vengono riportati i dati del monitoraggio dei terreni a confronto con i valori limite previsti dalla normativa sopra citata.

		<b>Sb</b> (mg/kg)	<b>As</b> (mg/kg)	<b>Cd</b> (mg/kg)	<b>Co</b> (mg/kg)	<b>Cr</b> (mg/kg)	<b>Mn</b> (mg/kg)	<b>Hg</b> (mg/kg)	<b>Ni</b> (mg/kg)	<b>Pb</b> (mg/kg)	<b>Cu</b> (mg/kg)	<b>Tl</b> (mg/kg)	<b>V</b> (mg/Kg)
1	Bollitore	<0.5	5.0	0.5	10	55	1178	<0.1	43	37	67	<0.5	56
2	Bastiglia	<0.5	5.0	<0.5	9	60	969	<0.1	37	18	72	<0.5	48
3	Bomporto	<0.5	6.0	<0.5	12	73	945	<0.1	53	33	47	<0.5	67
4	Ravarino	<0.5	4.0	<0.5	8	42	1109	<0.1	29	16	86	<0.5	41
5	Luoghetto	<0.5	4.0	<0.5	8	45	1231	<0.1	32	18	105	<0.5	47
6	Cavo Argine	<0.5	4.0	<0.5	10	65	1077	<0.1	42	21	30	<0.5	60
7	Navicello	<0.5	4.0	<0.5	10	54	1307	<0.1	39	18	46	<0.5	52
8	Viazza	<0.5	4.0	<0.5	10	58	1192	<0.1	40	20	56	<0.5	55
9	Paganini	<0.5	5.0	<0.5	11	63	1444	<0.1	42	24	82	<0.5	60
10	Fossalta	<0.5	5.0	<0.5	11	66	1047	<0.1	45	23	42	<0.5	65
11	S.Damaso	<0.5	5.0	<0.5	10	51	1037	<0.1	36	16	65	<0.5	52
12	Modena est	<0.5	5.0	<0.5	14	74	1232	<0.1	54	37	49	<0.5	72
13	Hesperia	<0.5	5.0	<0.5	11	62	1062	<0.1	46	24	32	<0.5	58
14	Centro	<0.5	6.0	<0.5	10	69	968	<0.1	47	50	45	<0.5	54
15	Modena Ferrovia	<0.5	5.0	<0.5	11	65	1161	<0.1	43	23	90	<0.5	71
16	Sagittario	<0.5	5.0	<0.5	9	60	926	<0.1	42	35	62	<0.5	51
17	S.Giacomo	<0.5	5.0	<0.5	11	57	926	<0.1	42	39	89	<0.5	51
18	San Pancrazio	<0.5	5.0	<0.5	9	52	1005	<0.1	37	20	53	<0.5	45
19	San Matteo	<0.5	6.0	<0.5	11	67	1081	<0.1	47	28	37	<0.5	56
20	Depuratore Nord	<0.5	4.0	<0.5	9	58	913	<0.1	37	53	35	<0.5	48
21	Depuratore Sud	1.4	8.0	0.7	16	118	1232	0.3	81	119	77	<0.5	87
<b>Punti controllo ricadute inceneritore: dati medi dell'anno 2013 (media di 6 campionamenti)</b>													
Albareto		0.6	6.7	0.3	11	55	1116	0.2	41	30	79	0.3	53
Tagliati		0.5	6.3	0.3	12	76	827	0.1	49	22	43	0.4	79
Munarola		1.2	4.0	0.3	9	58	840	0.1	36	40	118	0.3	47
S.Giacomo		0.7	6.3	0.3	11	72	892	0.2	45	35	90	0.3	58
Parco XXII Aprile		1.1	7.0	0.3	9	64	758	0.2	40	49	72	0.3	52
Gaggio		0.6	5.3	0.3	12	59	1191	0.1	44	22	64	0.3	58
<b>Limite (mg/Kg) DL 152/06</b>		<b>10,0</b>	<b>20,0</b>	<b>2,00</b>	<b>20,0</b>	<b>150,0</b>	<b>-</b>	<b>1,0</b>	<b>120,0</b>	<b>100,0</b>	<b>120,0</b>	<b>1,0</b>	<b>90</b>

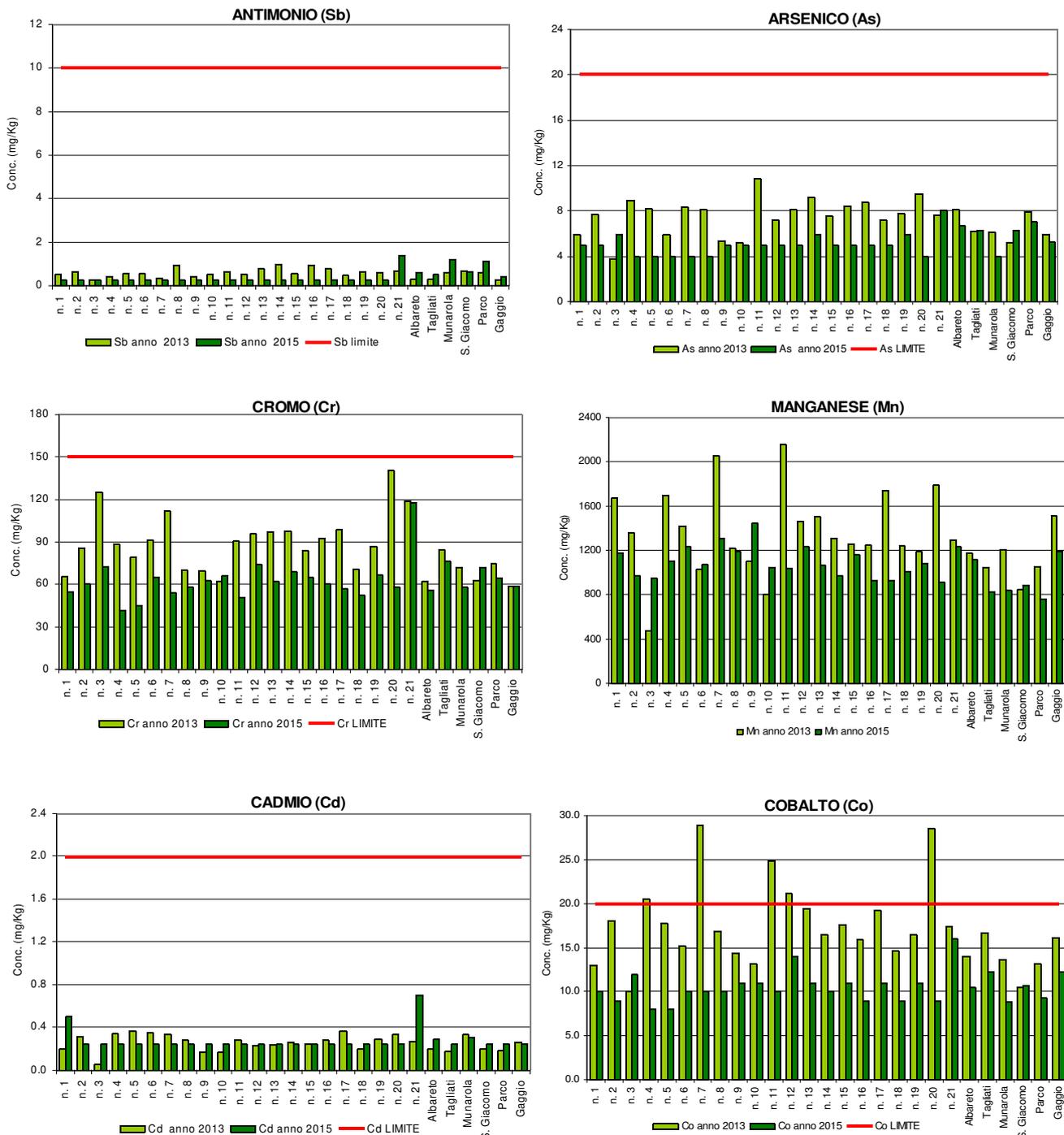
Tabella 8: Risultati dell'analisi dei terreni a confronto con i limiti

I dati nella maggior parte dei casi sono coerenti con le concentrazioni rilevate nelle postazioni monitorate con cadenza bimestrale nell'area attorno all'inceneritore, ottenute come media dei sei campionamenti effettuati nell'anno 2015. La maggior variabilità che si osserva è dovuta alla diversa natura del dato, in un caso rappresentato da un unico campione, nell'altro da una media di sei. Non si evidenziano correlazioni tra le UCP

caratterizzate da alterazioni più elevate nelle indagini di bioaccumulo e la composizione del terreno analizzato nelle vicinanze.

Un unico campione, quello relativo alla UCP 21 Depuratore Sud, ha livelli di metalli più elevati, con un dato di Piombo leggermente superiore ai limiti. Questo non sembra correlato a specifici eventi di contaminazione, ma piuttosto all'intrinseca variabilità nel campionamento che conduce in alcuni casi a sporadici eventi di superamento non confermati nei precedenti/successivi controlli. Queste evenienze sono accorse in alcuni singoli campioni anche nei 6 punti di controllo collocati nell'area intorno all'inceneritore (nel caso del Piombo alcuni campioni con concentrazioni simili sono state trovate nella postazione di Munarola), eventi che non si sono poi ripetuti, fornendo nel tempo una composizione media coerente con le caratteristiche dei suoli locali.

Di seguito si riporta il confronto tra i livelli rilevati nell'anno in esame e quelli del 2013.



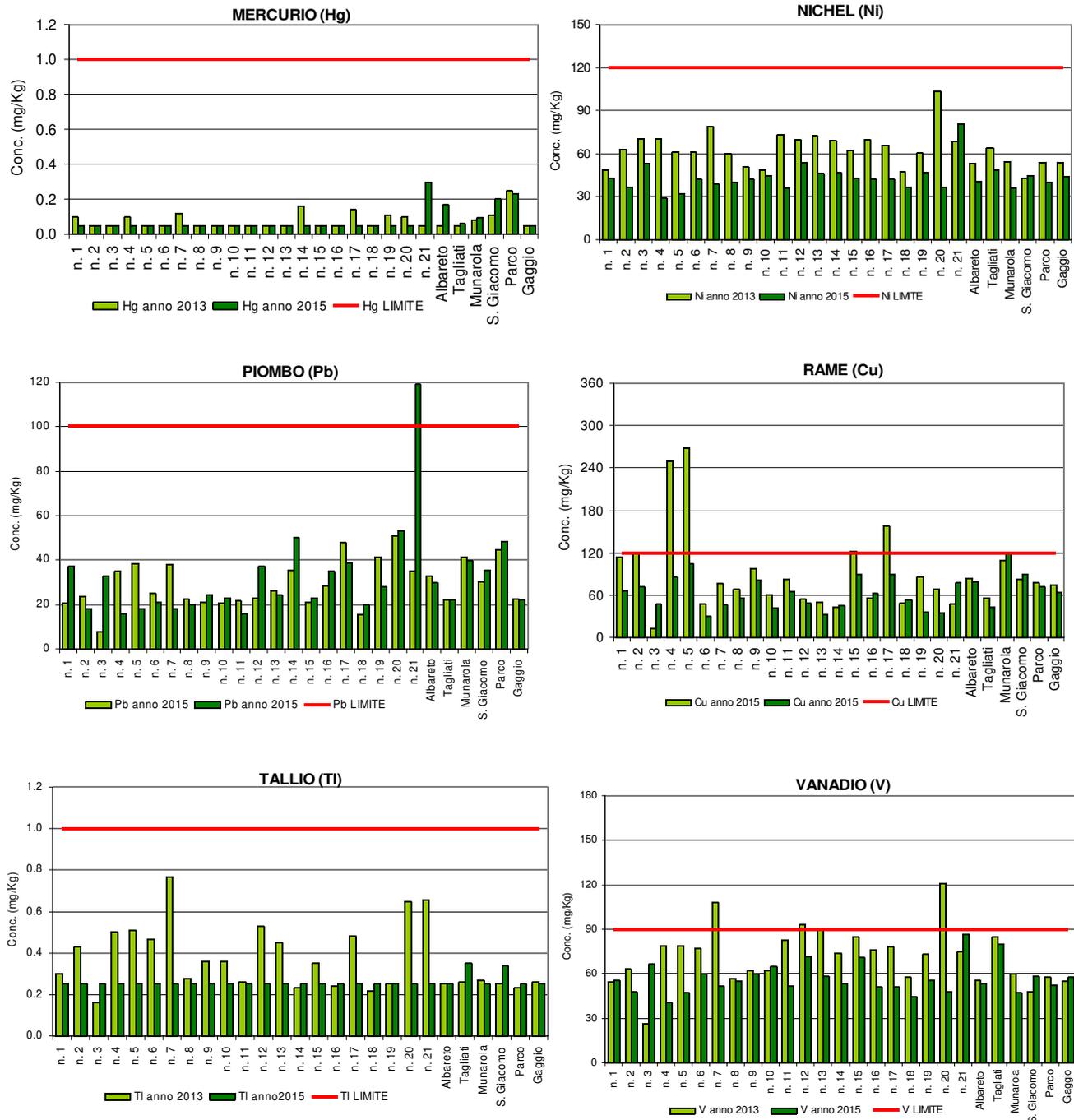


Figura 17: Risultati dell'analisi dei terreni a confronto con i limiti (linea rossa dei grafici)

Il confronto evidenzia un calo per tutti i metalli, a parte il Piombo e Manganese, che risultano in alcuni casi superiori all'anno precedente.

## Conclusioni

L'indagine ambientale per la rilevazione di inquinanti atmosferici mediante uso di biondicatori, bioaccumulatori e campionamento terreni, eseguita da *ECOSFERA* per conto di *HERAmbiente* nel 2015, rispetta le prescrizioni riportate Det. n. 408 del 7/10/2011.

La documentazione consegnata soddisfa inoltre i requisiti tecnici minimi ed è conforme a quanto prescritto nell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

L'analisi dei dati acquisiti nel 2015, effettuata dalla scrivente Agenzia tenendo conto dei dati forniti dal gestore e da quanto rilevato con i monitoraggi sui suoli, evidenzia una situazione non dissimile da quella rilevata nelle precedenti campagne.

I dati di **Biomonitoraggio** forniscono un quadro positivo in tutto il territorio oggetto del campionamento: la flora lichenica è quasi sempre ricca e diversificata, con percentuali di alterazione mai "alta" o "molto alta": solo nel 15% dei casi si riscontra un'alterazione "media", nel 75% l'alterazione è "trascurabile" o "bassa" e nel 10% si può intendere una classe pari alla "naturalità".

Se si confrontano i dati del 2015 con quelli dell'indagine precedente, si può osservare un leggero calo dell'indice di biodiversità lichenica, mediamente del 4,3%; solo nelle UCP 8 e 13 il calo è più evidente, rispettivamente del 21% e del 23%, ma la causa è in parte da imputare alla eccessiva ombreggiatura dei tronchi che influenza in modo negativo la crescita dei licheni.

Il **Bioaccumulo**, è stato valutato come nelle indagini precedenti, calcolando la percentuale di arricchimento dei metalli in licheni espuntati da un sito non contaminato (sito alpino) ed esposti da settembre a fine dicembre 2015 nei 21 punti prescelti.

Per quanto riguarda Alluminio, Arsenico, Cromo, Cadmio, Manganese, Mercurio, Nichel, Rame, Piombo, Vanadio, il bioaccumulo mostra arricchimenti percentuali molto ridotti a cui corrispondono classi di alterazione da "indisturbata" a "lieve".

In relazione al problema segnalato nella precedente indagine, legato alla cessione del legno dei pali del telefono trattato con cromo-arseniato di rame, verso il lichene appeso a tale supporto, il gestore ha eseguito un approfondimento sulle UCP critiche (1, 7 e 8), installando campioni doppi sia sui supporti utilizzati in precedenza che su pali inerti, quali i pali in cemento. I risultati di questa indagine hanno confermato l'ipotesi di Arpae, evidenziando un effettivo e consistente trasferimento di metalli (soprattutto arsenico, ma anche cromo e rame) dal palo al lichene.

I dati di arsenico, cromo e rame delle UCP 1, 7 e 8 corrispondenti agli anni 2009, 2011 e 2013 sono quindi stati invalidati; nel 2015 queste UCP presentano arricchimenti non rilevanti corrispondenti a classi di alterazione da "indisturbata" a "lieve".

Per Antimonio e Cobalto alcune UCP mostrano alterazione media con un solo caso di alterazione alta riferita al cobalto nella UCP 5; la distribuzione di queste occorrenze in relazione alla direzione dei venti non evidenzia correlazioni con la sorgente indagata, anche tenendo conto della limitata presenza di questi metalli nelle emissioni dell'inceneritore.

Per quanto riguarda i **metalli nei terreni**, prelevati nei 21 punti corrispondenti alle indagini di bioaccumulo, si rilevano concentrazioni coerenti con quelle rilevate nelle postazioni monitorate con cadenza bimestrale nell'area attorno all'inceneritore, ottenute come media dei sei campionamenti effettuati nell'anno 2015. La maggior variabilità che si osserva è dovuta alla diversa natura del dato, in un caso rappresentato da un unico campione, nell'altro da una media di sei. Non si evidenziano correlazioni tra le UCP caratterizzate da alterazioni più elevate nelle indagini di bioaccumulo e la composizione del terreno analizzato nelle vicinanze.

Un unico campione, quello relativo alla UCP 21 Depuratore Sud, ha livelli di metalli più elevati, con un dato di Piombo leggermente superiore ai limiti. Questo non sembra correlato a specifici eventi di contaminazione, ma piuttosto all'intrinseca variabilità nel campionamento che conduce in alcuni casi a sporadici eventi di superamento non confermati nei precedenti/successivi controlli.

Il confronto tra i livelli rilevati nel 2015 e quelli della campagna precedente (2013) evidenzia un calo per tutti i metalli, a parte il Piombo e Manganese, che risultano in alcuni casi superiori all'anno precedente.