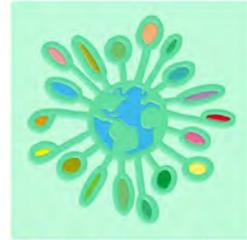




Provincia di Perugia
Assessorato Politiche Ambientali



Studio Naturalistico

*Biomonitoraggio Ambientale
con api e licheni nella
Provincia di Perugia anni 2001 - 2003*

Ricerca di quattordici inquinanti nell'area dei cementifici eugubini

sessione licheni:

Il anno di biomonitoraggio



Assessorato alle Politiche Ambientali

Vicepresidente

Assessore: Palmiro Giovagnola

Area Promozione Risorse Ambientali

Direttore: Lucio Gervasi

Servizio Protezione, Gestione e Educazione Ambientale

Dirigente: Roberta Burzigotti

Autori della ricerca

Sessione Api:

Nicola Palmieri

Sessione Licheni:

Massimo Panfili e Valentina Fioretto

Coordinamento del Progetto

Nicola Palmieri

In copertina:

Comune di Gubbio

INDICE

INTRODUZIONE	1
STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO	1
RISULTATI	2
<i>Dati Area A</i>	2
<i>Cloruri solubili</i>	3
<i>Fluoruri solubili</i>	6
<i>Solfati solubili</i>	9
<i>Alluminio</i>	12
<i>Arsenico</i>	15
<i>Cadmio</i>	18
<i>Cromo</i>	21
<i>Rame</i>	24
<i>Ferro</i>	27
<i>Mercurio</i>	30
<i>Nichel</i>	33
<i>Piombo</i>	36
<i>Titanio</i>	39
<i>Vanadio</i>	42
GRAFICI DI CONFRONTO	45

<i>Dati Area B</i>	52
<i>Cloruri solubili</i>	53
<i>Fluoruri solubili</i>	56
<i>Solfati solubili</i>	59
<i>Alluminio</i>	62
<i>Arsenico</i>	65
<i>Cadmio</i>	68
<i>Cromo</i>	71
<i>Rame</i>	74
<i>Ferro</i>	77
<i>Mercurio</i>	80
<i>Nichel</i>	83
<i>Piombo</i>	86
<i>Titanio</i>	89
<i>Vanadio</i>	92
GRAFICI DI CONFRONTO	95
CONCLUSIONI	102
MONITORAGGIO NELLA CITTÀ DI GUBBIO	103
INTRODUZIONE	103
STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO	103
<i>Localizzazione stazioni</i>	103

RISULTATI	104
<i>Dati Area G</i>	104
<i>Cloruri solubili</i>	105
<i>Fluoruri solubili</i>	107
<i>Solfati solubili</i>	109
<i>Alluminio</i>	111
<i>Arsenico</i>	113
<i>Cadmio</i>	115
<i>Cromo</i>	117
<i>Rame</i>	119
<i>Ferro</i>	121
<i>Mercurio</i>	123
<i>Nichel</i>	125
<i>Piombo</i>	127
<i>Titanio</i>	129
<i>Vanadio</i>	131
CONCLUSIONI	133
RINGRAZIAMENTI	134
BIBLIOGRAFIA	135

INTRODUZIONE

Nel corso dell'anno 2002-2003 si è compiuto il secondo studio di biomonitoraggio con i licheni nelle aree limitrofe ai cementifici di Barbetti e Colacem di Gubbio, al fine di proseguire il percorso di indagine avviatosi nel 2001 con lo studio, promosso dall'Assessorato all'Ambiente della Provincia di Perugia: "*Biomonitoraggio Ambientale con api e licheni nella Provincia di Perugia anni 2001-2002. Ricerca di tredici inquinanti nell'area dei cementifici eugubini*".

Nella relazione conclusiva al primo anno di ricerca veniva evidenziato come la mancanza di precedenti studi di biomonitoraggio e quindi della relativa storicizzazione dei dati, rendeva più problematica l'interpretazione oggettiva sulla diffusione e la deposizione degli inquinanti. Attualmente considerando l'acquisizione dei dati ottenuti nei due anni di studio, si può definire un profilo abbastanza definito sulle dinamiche di propagazione degli inquinanti. Ciò permette di individuare, attraverso i modelli cartografici, le aree più soggette a rischio localizzando non solo gli "hot spot" determinati dall'accumulo di inquinanti, ma anche una quantificazione in termini di concentrazioni. Ciò non rimane finalizzato e limitato alla ricerca effettuata, ma è propedeutica e coadiuvante anche per ricerche effettuabili mediante centraline chimiche.

I licheni quali biomonitors, infatti, non sono definibili come alternativa ad altri mezzi di indagine, ma per le note proprietà di bioaccumulatori sono in grado di rilevare quantità di inquinanti anche minime e possono allo stesso tempo monitorare aree limitate o molto estese, indirizzando eventuali altri apparati di rilevamento in siti ben precisi.

STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO

La localizzazione e il posizionamento delle stazioni con i talli lichenici trapiantati ha seguito gli stessi criteri del primo anno di studio sia per quanto riguarda l'area A (cementificio Barbetti) che per quanto riguarda l'area B (cementificio Colacem).

In entrambe le aree la densità di campionamento (area A = 3; area B = 3.2) è rimasta invariata per mantenere coerente il confronto fra i due anni.

Per quanto riguarda gli inquinanti, nel secondo anno sono stati aggiunti i Solfati solubili ai composti e agli elementi del primo anno (Cloruri e Fluoruri solubili, Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Ti, V), per ampliare il numero di contaminanti e approfondire l'indagine.

RISULTATI

Dati area A

Ciascuna delle 12 stazioni è stata contrassegnata con un codice alfanumerico (es. **S1B**), dove la prima lettera ed il numero indicano la stazione ed il suo numero progressivo, mentre l'ultima lettera fa riferimento al cementificio Barbetti.

Stazione	Località
S1B	Casanova
S2B	Fontilorso Ovest
S3B	Case Castello
S4B	Case Croce
S5B	Fontilorso Est
S6B	Casanova (bivio s.s. Contessa)
S7B	Scotonara
S8B	Case Fonte Arcano
S9B	Case Corso
S10B	Podere Settestrate
S11B	Case Orti
S12B	Madonna di Mezzo Piano

Cloruri solubili

I cloruri solubili mostrano un pattern distributivo alquanto disomogeneo. I valori per singola stazione risultano notevolmente aumentati rispetto a quelli degli anni precedenti, quindi si ritiene opportuno verificare ulteriormente il comportamento di deposizione dell'inquinante e i relativi valori al fine di ottenere una migliore stabilità dei dati, soprattutto per la mancanza di riferimenti storici.

La concentrazione media nei talli lichenici è di 651 ppm e le stazioni che hanno rilevato una maggiore quantità di accumulo sono la S12B (1213 ppm) e la S10B (928 ppm), poste entrambe a sud dell'impianto.

Staz.	ppm
S1B	693
S2B	399
S3B	596
S4B	454
S5B	408
S6B	475
S7B	474
S8B	813
S9B	849
S10B	928
S11B	511
S12B	1213

Val. medio 651,083
Val. min. 399
Val. max 1213
Deviazione standard 253,355

Tab. 1 – Concentrazione dei Cloruri solubili nelle singole stazioni e relative statistiche.

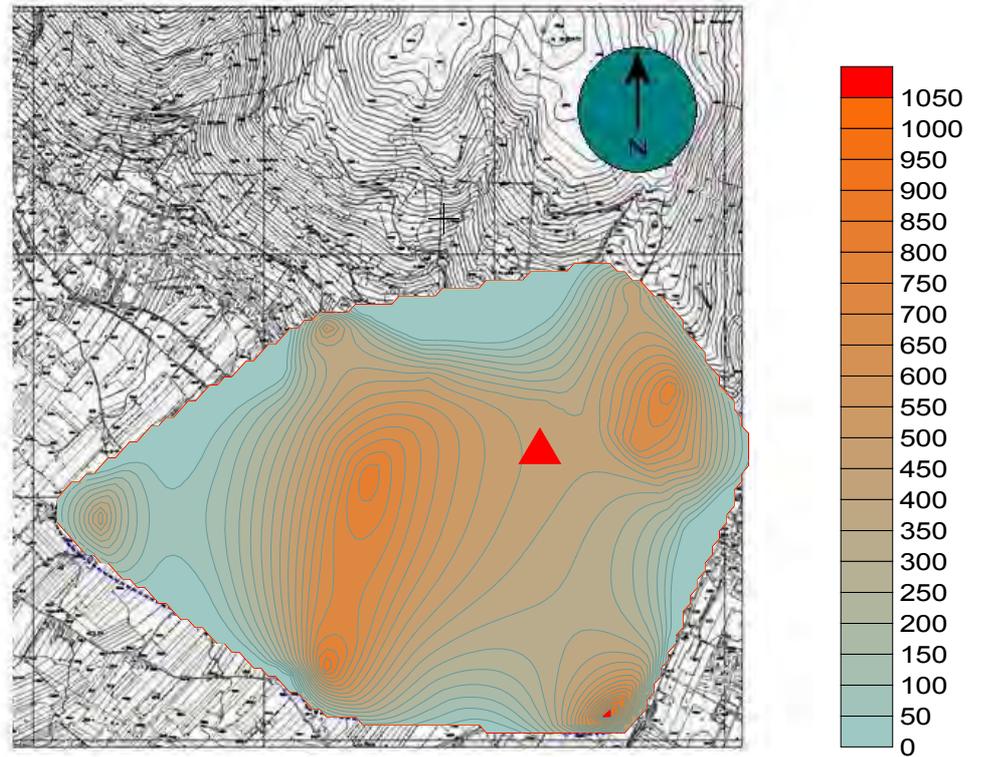


Fig. 3 – Carta della deposizione dei Cloruri solubili con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

+

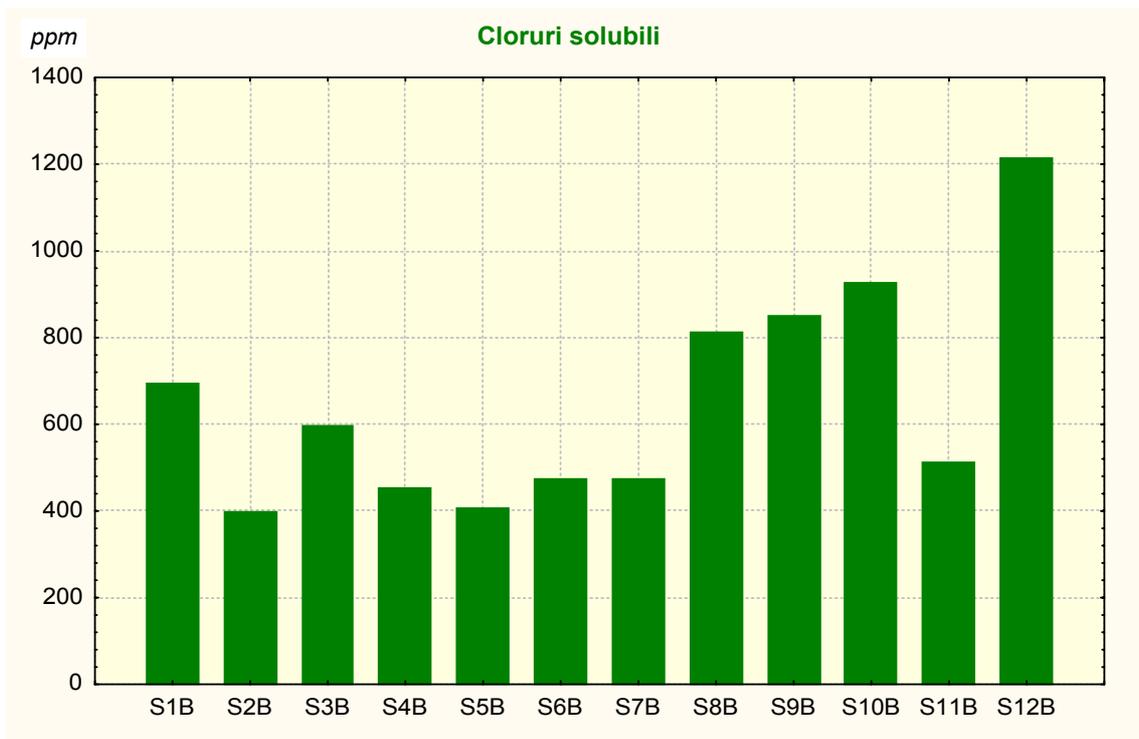


Fig. 4 – Grafico delle concentrazioni dei Cloruri solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

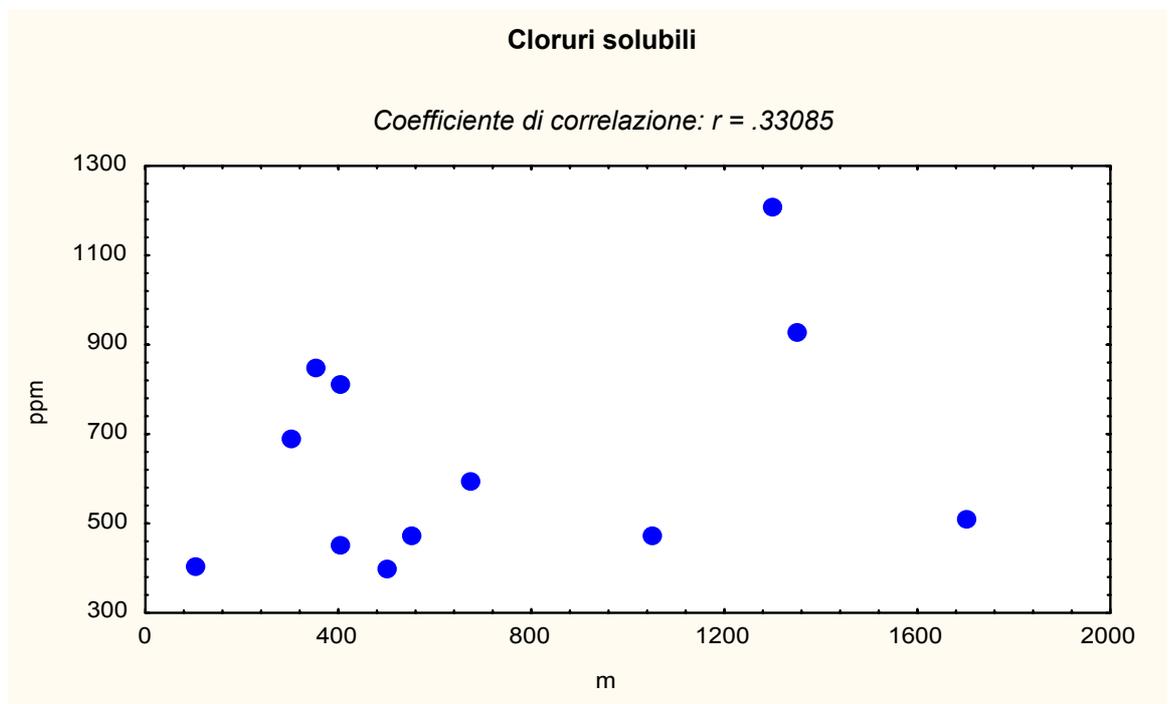


Fig. 5 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Fluoruri solubili

I fluoruri solubili presentano una certa uniformità di distribuzione rispetto ai rilievi del primo anno (2001-2002) ma i valori riscontrati per singola stazione sono aumentati consistentemente (valore medio 61.4 ppm). Le stazioni che presentano le concentrazioni maggiori sono la S3B (237 ppm) e la S1B (109 ppm). Questi due valori massimi di accumulo sono stati rilevati in posizioni geografiche simmetriche a quelle del precedente anno.

Staz.	ppm
S1B	109
S2B	22,6
S3B	237
S4B	30
S5B	25,7
S6B	11,7
S7B	38,1
S8B	41,8
S9B	89,8
S10B	33
S11B	72
S12B	26,6

Val. medio 61,433
Val. min. 11,7
Val. max 237
Deviazione standard 62,643

Tab. 2 – Concentrazione dei Fluoruri solubili nelle singole stazioni e relative statistiche.

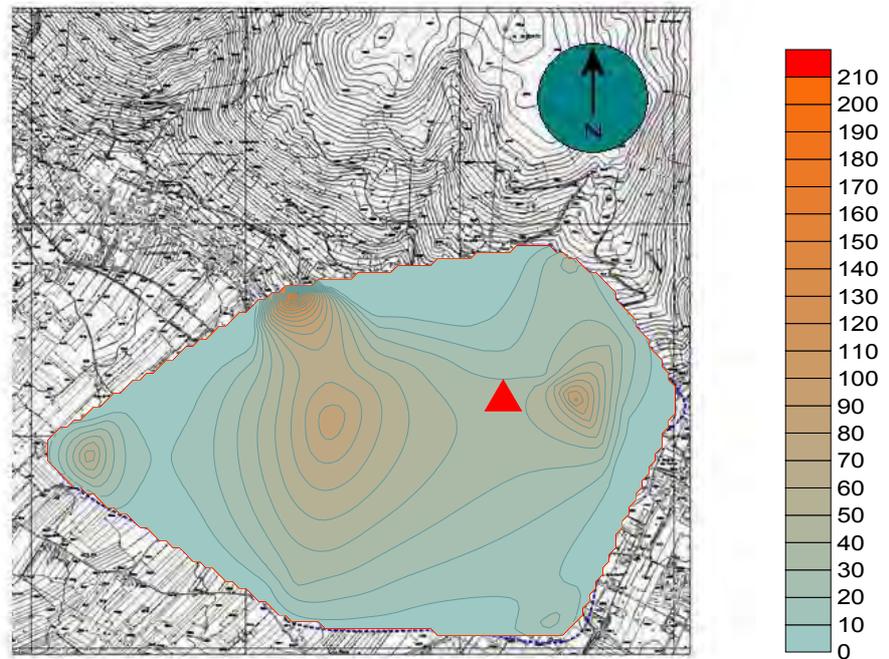


Fig. 6 – Carta della deposizione dei Fluoruri solubili con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

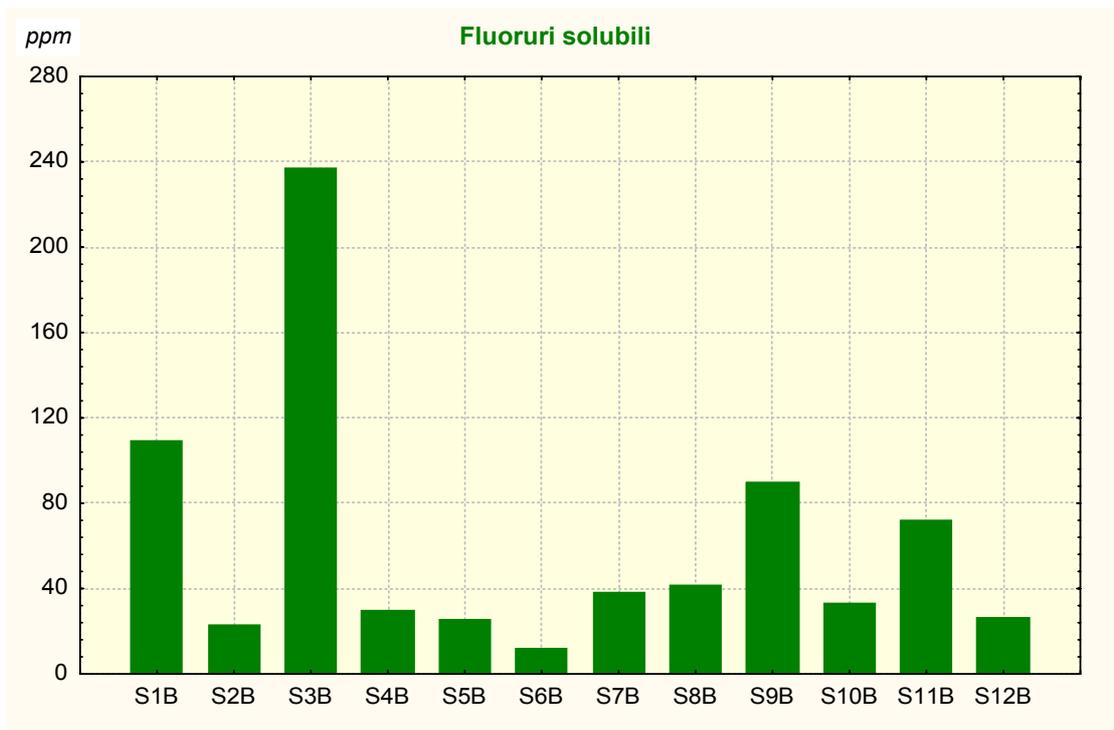


Fig. 7 – Grafico delle concentrazioni dei Fluoruri solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

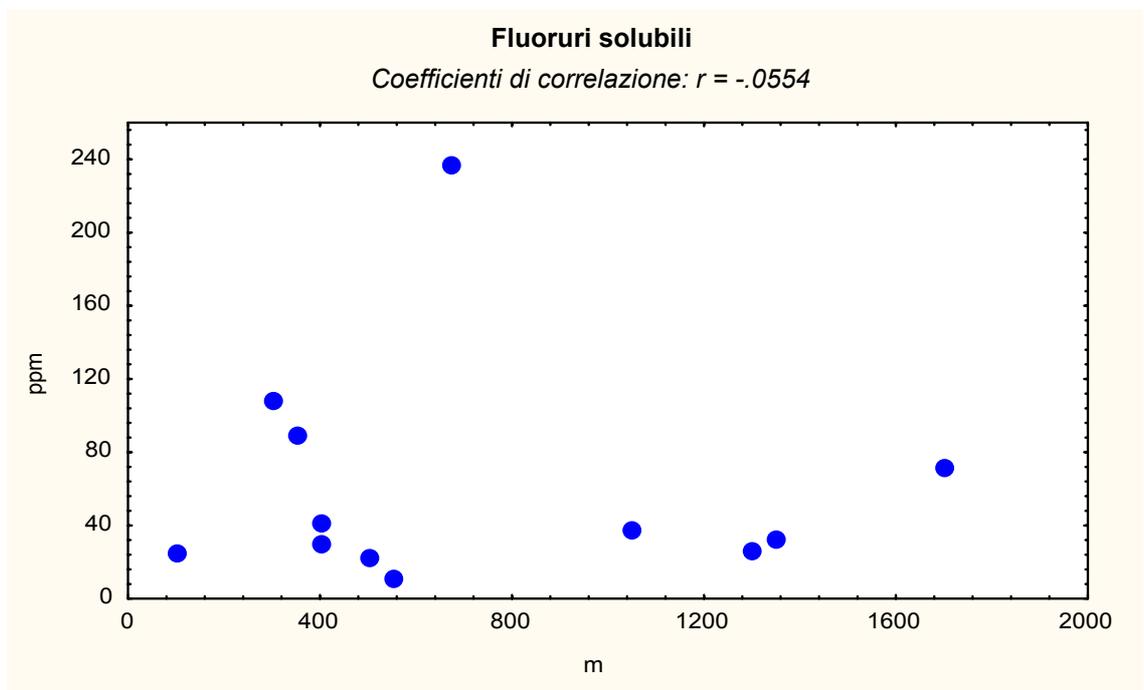


Fig. 8 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Solfati solubili

Il monitoraggio dei Solfati solubili è stato introdotto con l'attuale anno di biomonitoraggio, pertanto occorre una maggiore acquisizione di dati per la verifica del comportamento deposizionale e delle relative concentrazioni anche in relazione ai valori di back-ground nazionale.

Staz.	ppm
S1B	2101
S2B	695
S3B	2954
S4B	657
S5B	450
S6B	336
S7B	819
S8B	1157
S9B	3044
S10B	2454
S11B	2626
S12B	1378

Val. medio 1555,917
Val. min. 336
Val. max 3044
Deviazione standard 1018,55

Tab. 3 – Concentrazione dei Solfati solubili nelle singole stazioni e relative statistiche.

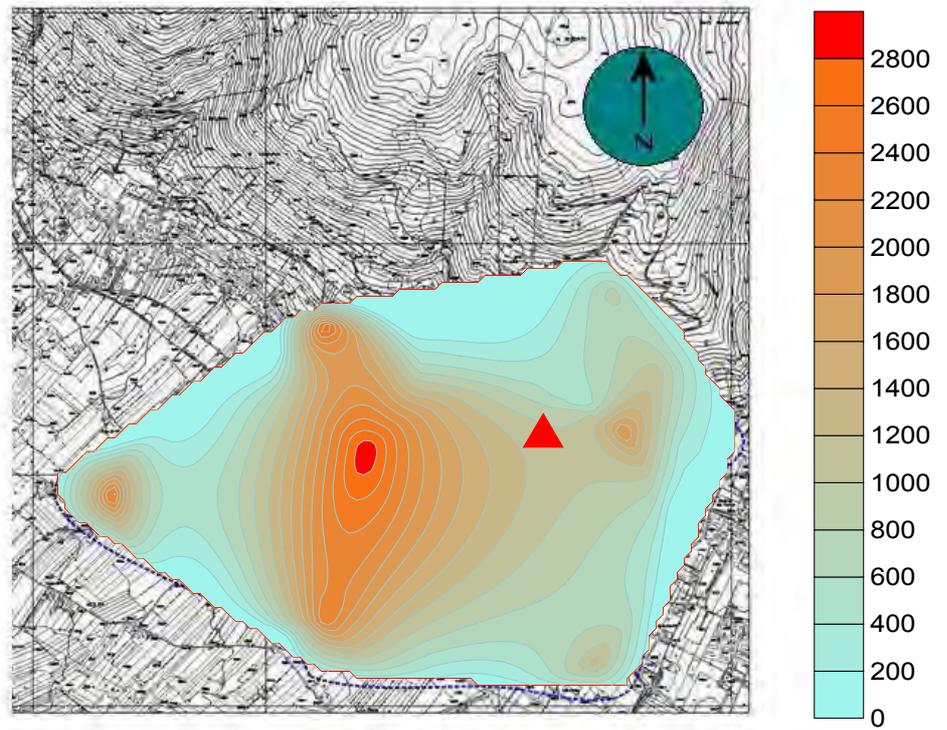


Fig. 9 – Carta della deposizione dei Solfati solubili con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

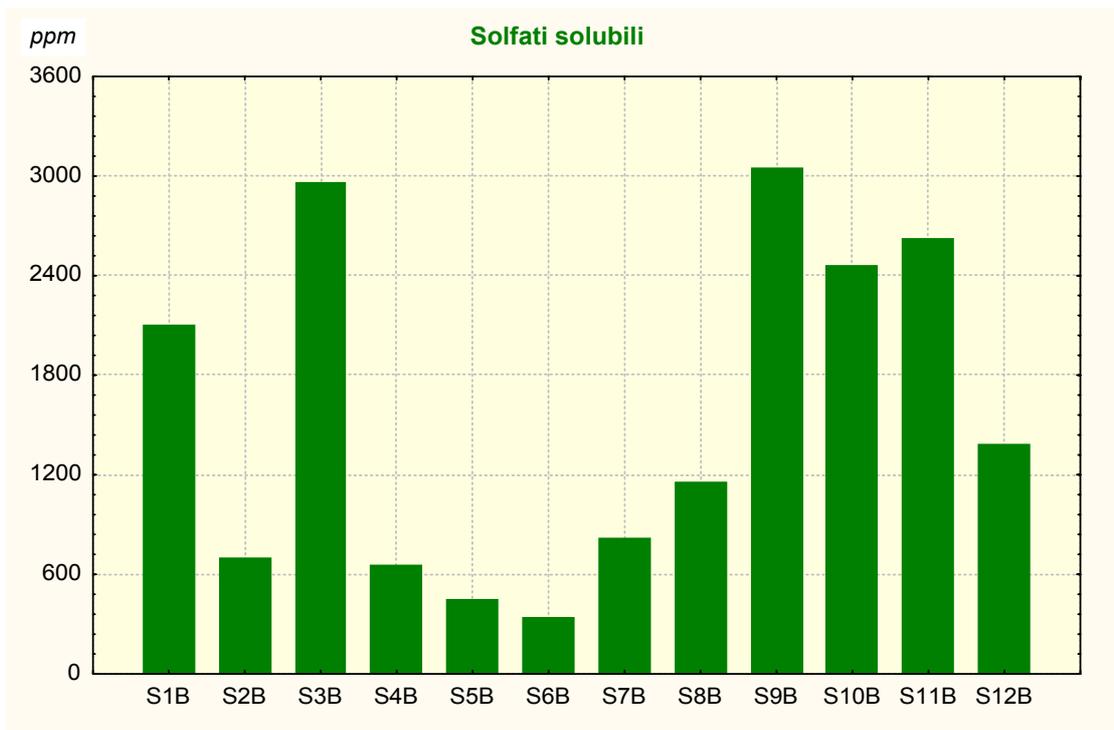


Fig. 10 – Grafico delle concentrazioni dei Solfati solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

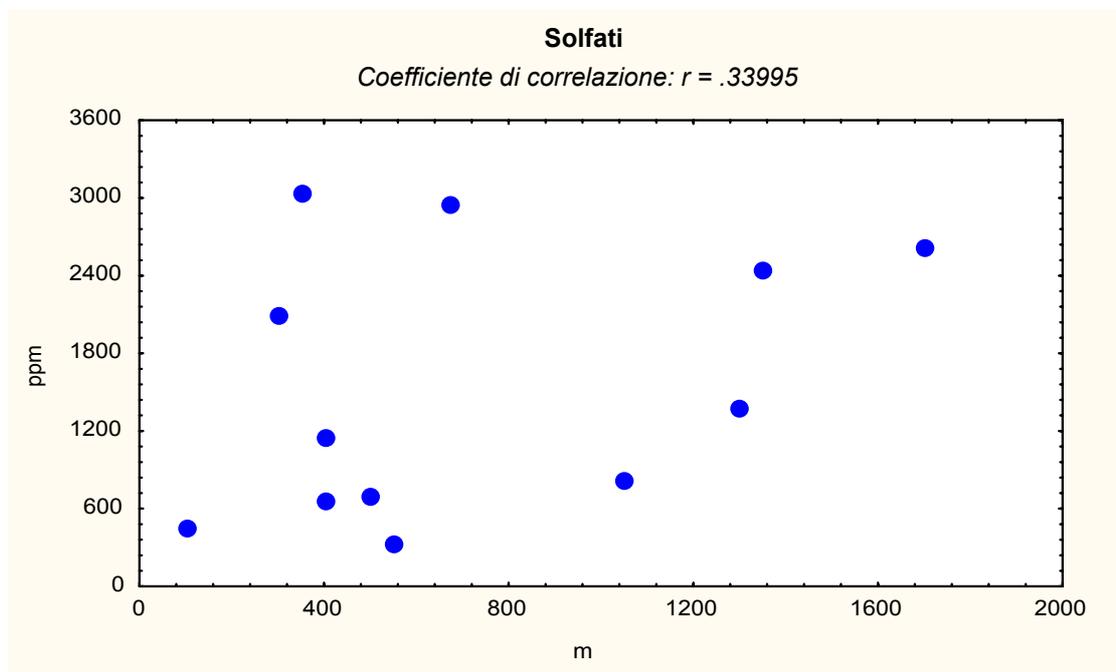


Fig. 11 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Alluminio - Al

L'alluminio presenta dei valori di accumulo ridotti rispetto a quelli riscontrati nell'anno precedente. Il maggior valore appartiene alla stazione S1B (933 ppm) la quale è posta in un'area dove non si evidenziano particolari fenomeni terrigeni, di conseguenza il valore riscontrato risulta piuttosto anomalo. E' invece particolarmente significativa la concentrazione di alluminio presso la stazione S7B (698 ppm), posta nelle prossimità della cava di Scotonara; i valori elevati riscontrati confermano l'andamento dell'anno precedente.

Staz.	ppm
S1B	933
S2B	352
S3B	329
S4B	307
S5B	200
S6B	125
S7B	698
S8B	217
S9B	415
S10B	152
S11B	152
S12B	235

Val. medio 342,916
Val. min. 125
Val. max 933
Deviazione standard 242,966

Tab. 4 – Concentrazione di Alluminio nelle singole stazioni e relative statistiche.

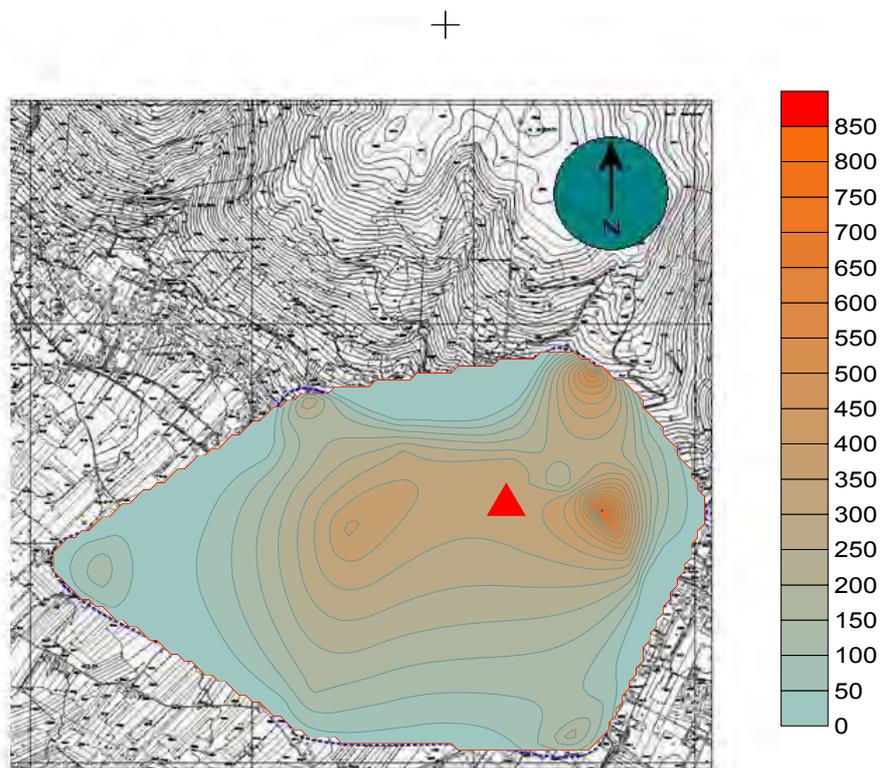


Fig. 12 – Carta della deposizione di Alluminio con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

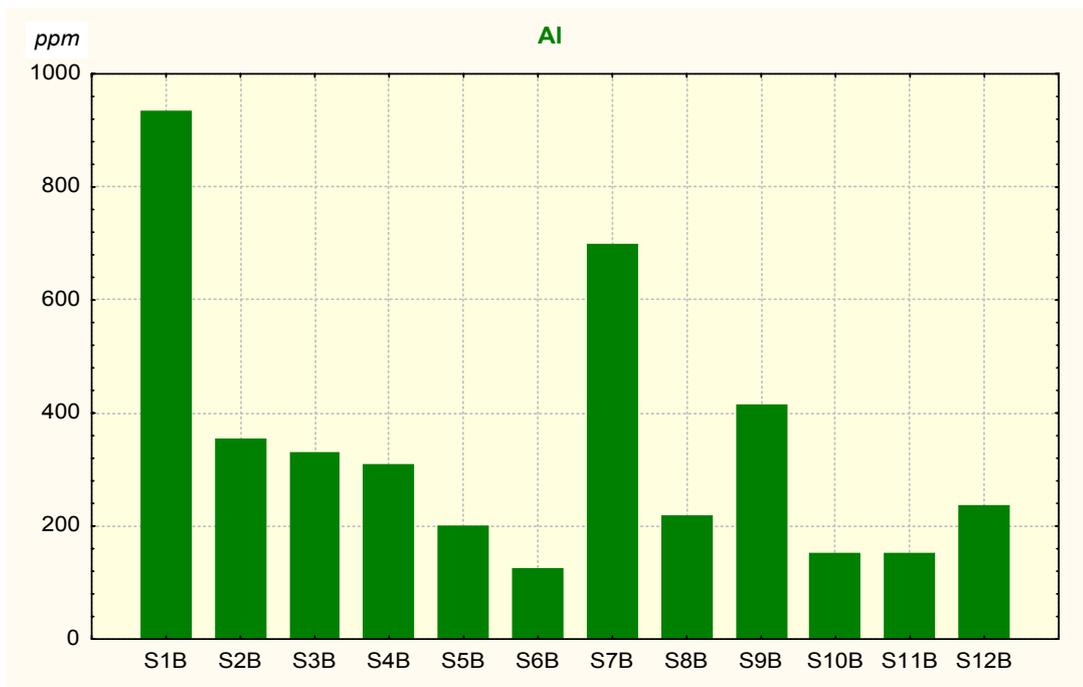


Fig. 13 – Grafico delle concentrazioni di Alluminio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

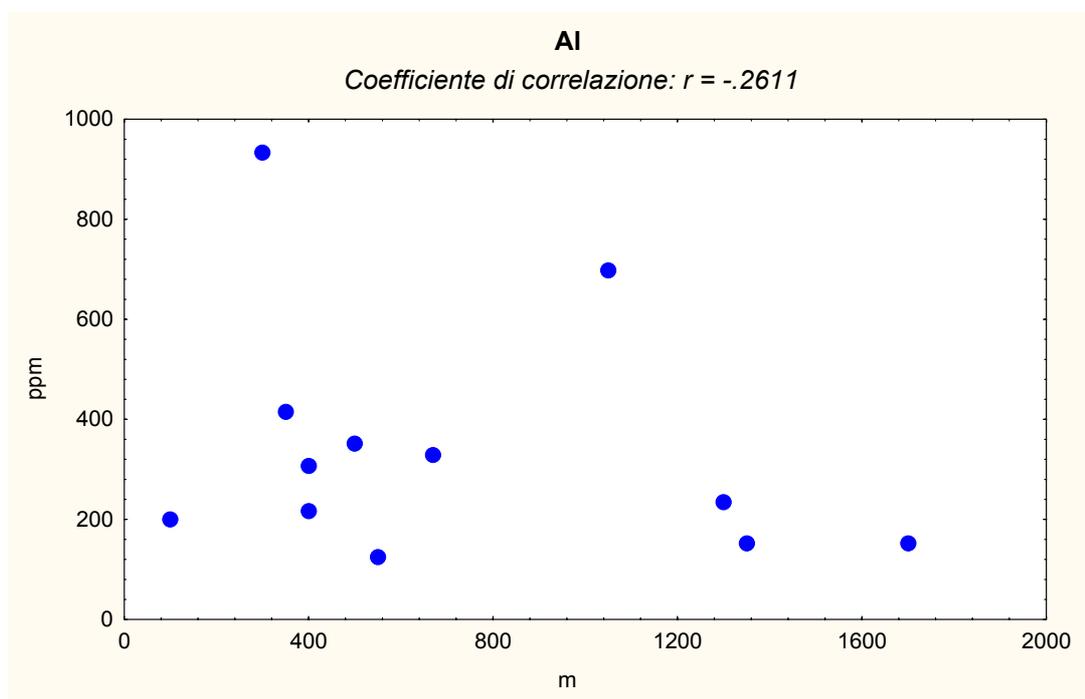


Fig. 14 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Arsenico - As

L'arsenico mostra un leggero cambiamento nella modalità di dispersione rispetto al modello ottenuto l'anno precedente. E' stata rilevata, in linea generale, una minore concentrazione dell'inquinante: il valore medio di As, infatti, è passato dai 0.69 ppm del primo anno ai 0.24 ppm medi del secondo anno ed il picco di 1.4 ppm, riscontrato l'anno precedente nella stazione S6B orientata verso E, in direzione della città di Gubbio, si è ridotto a 0.12 ppm.

Rimane invece relativamente alto il valore della concentrazione in prossimità della stazione S7N, in corrispondenza della cava di Scotonara, dove la concentrazione di Arsenico nei talli lichenici è pari a 0.70 ppm.

Staz.	ppm
S1B	0,31
S2B	0,38
S3B	0,18
S4B	0,23
S5B	0,12
S6B	0,12
S7B	0,70
S8B	0,20
S9B	0,14
S10B	0,12
S11B	0,15
S12B	0,30

Val. medio 0,245
Val. min. 0,12
Val. max 0,70
Deviazione standard 0,166

Tab. 5 – Concentrazione dell'Arsenico nelle singole stazioni e relative statistiche.

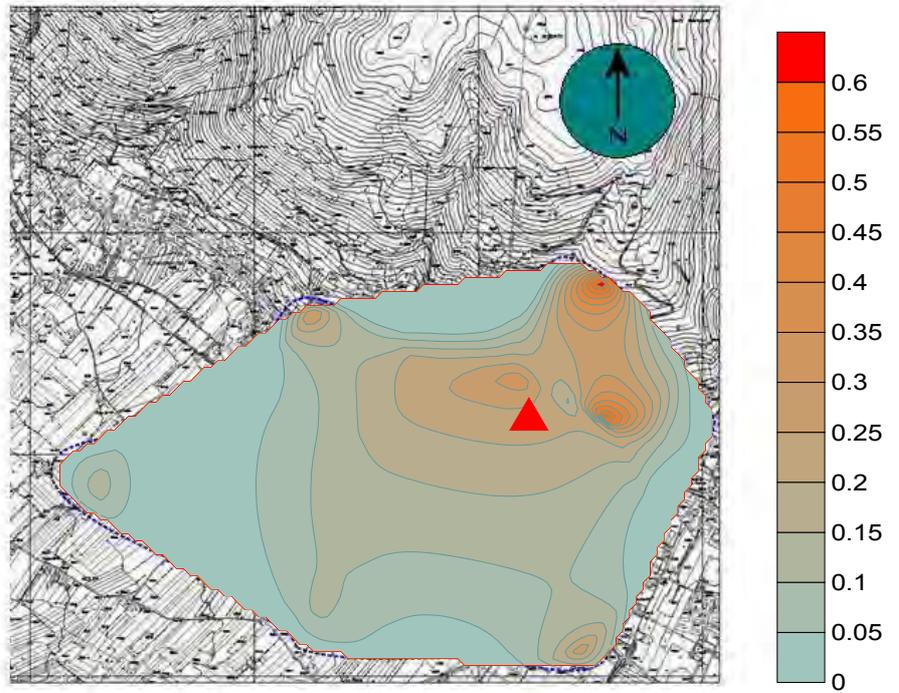


Fig. 15 – Carta della deposizione di Arsenico con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

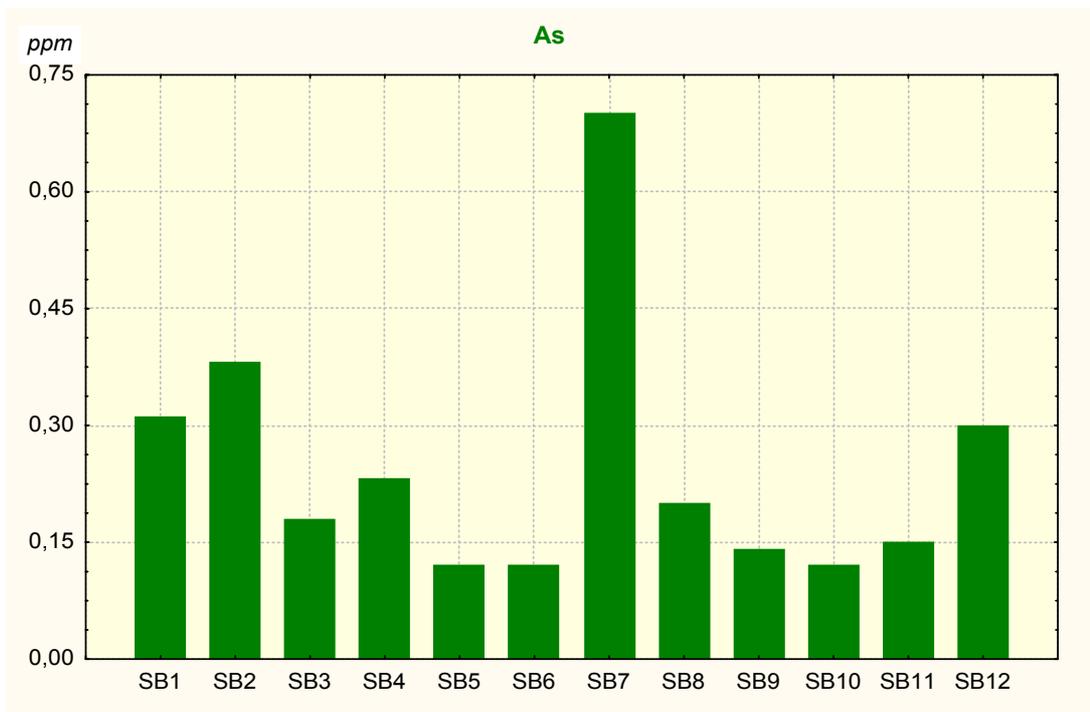


Fig. 16 – Grafico delle concentrazioni di Arsenico in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

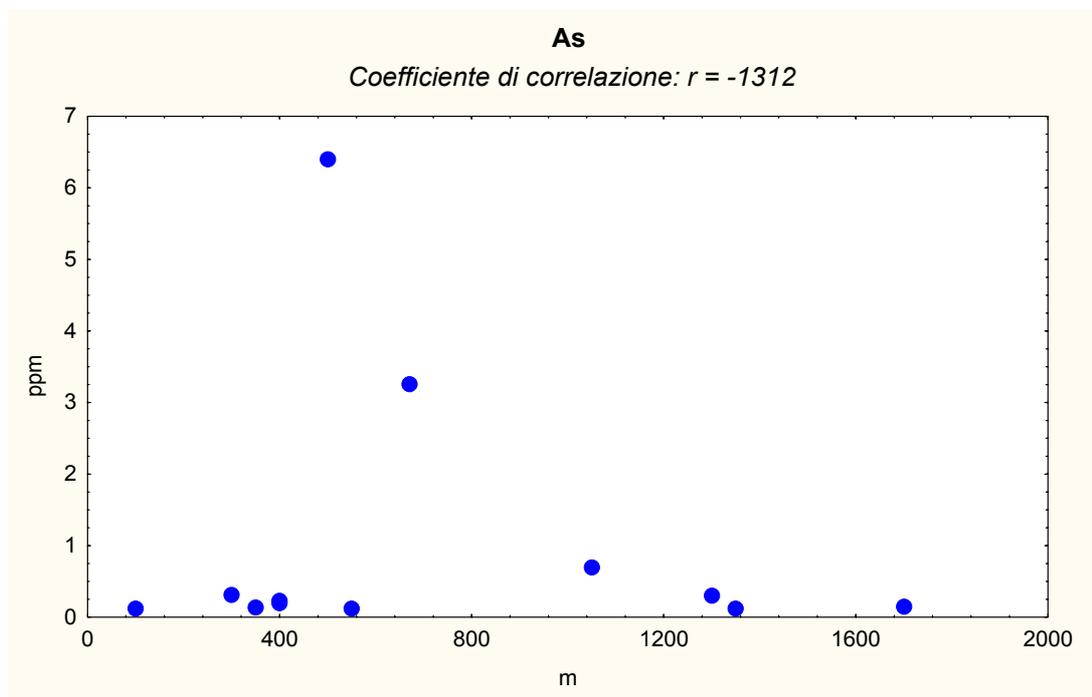


Fig. 17 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Cadmio - Cd

Il cadmio mostra una certa uniformità con la carta della deposizione dell'anno precedente anche se risultano spostati geograficamente i punti di maggior accumulo.

Il valore massimo riscontrato è di 0.216 ppm, in corrispondenza della stazione S12B localizzata nel settore sud, mentre il valore medio è di 0.147 ppm.

Staz.	ppm
S1B	0,113
S2B	0,107
S3B	0,086
S4B	0,112
S5B	0,142
S6B	0,164
S7B	0,149
S8B	0,189
S9B	0,199
S10B	0,103
S11B	0,191
S12B	0,216

Val. medio 0,147
Val. min. 0,086
Val. max 0,216
Deviazione standard 0,044

Tab. 6 – Concentrazione di Cadmio nelle singole stazioni e relative statistiche.

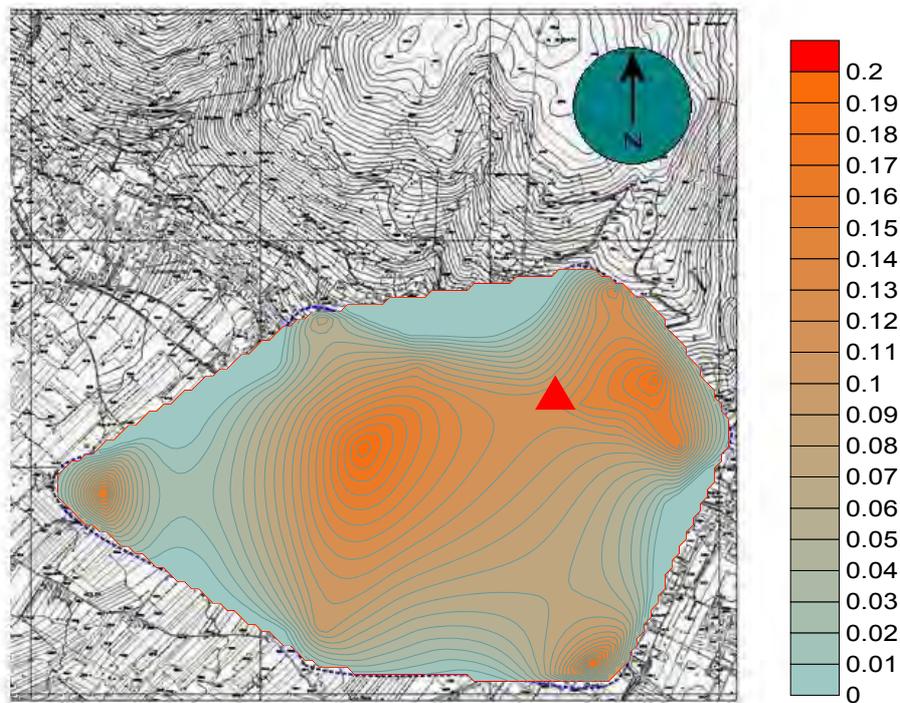


Fig. 18 – Carta della deposizione di Cadmio con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

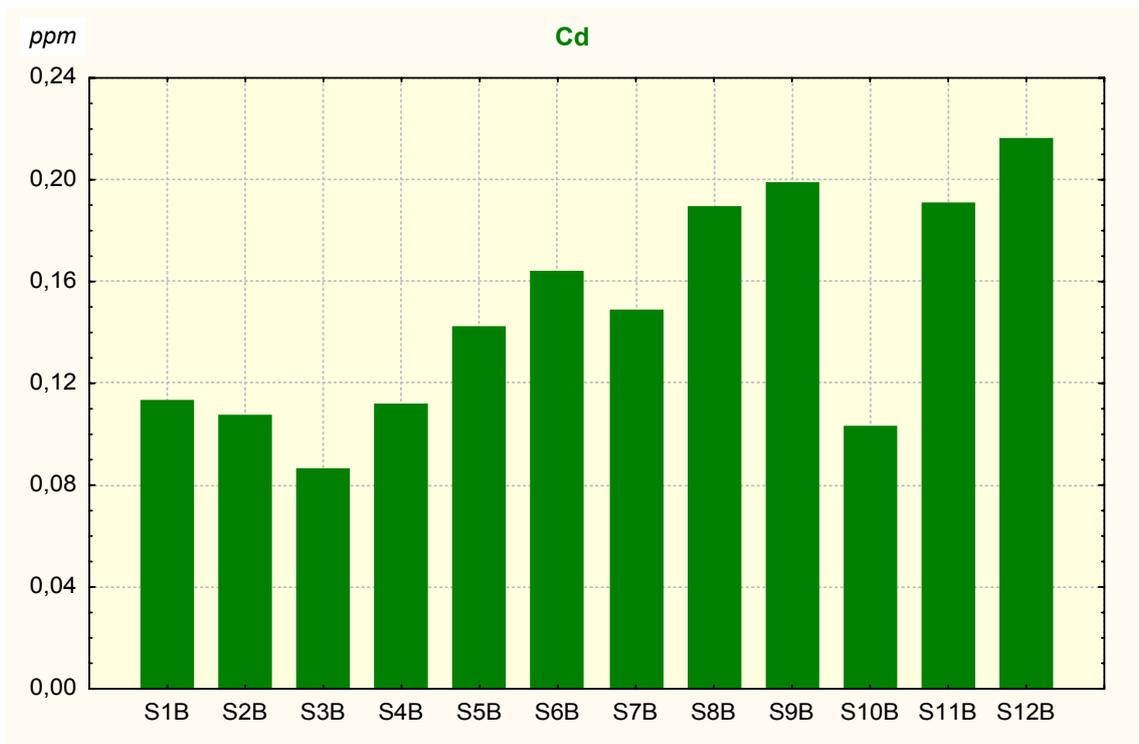


Fig. 19 – Grafico delle concentrazioni di Cadmio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

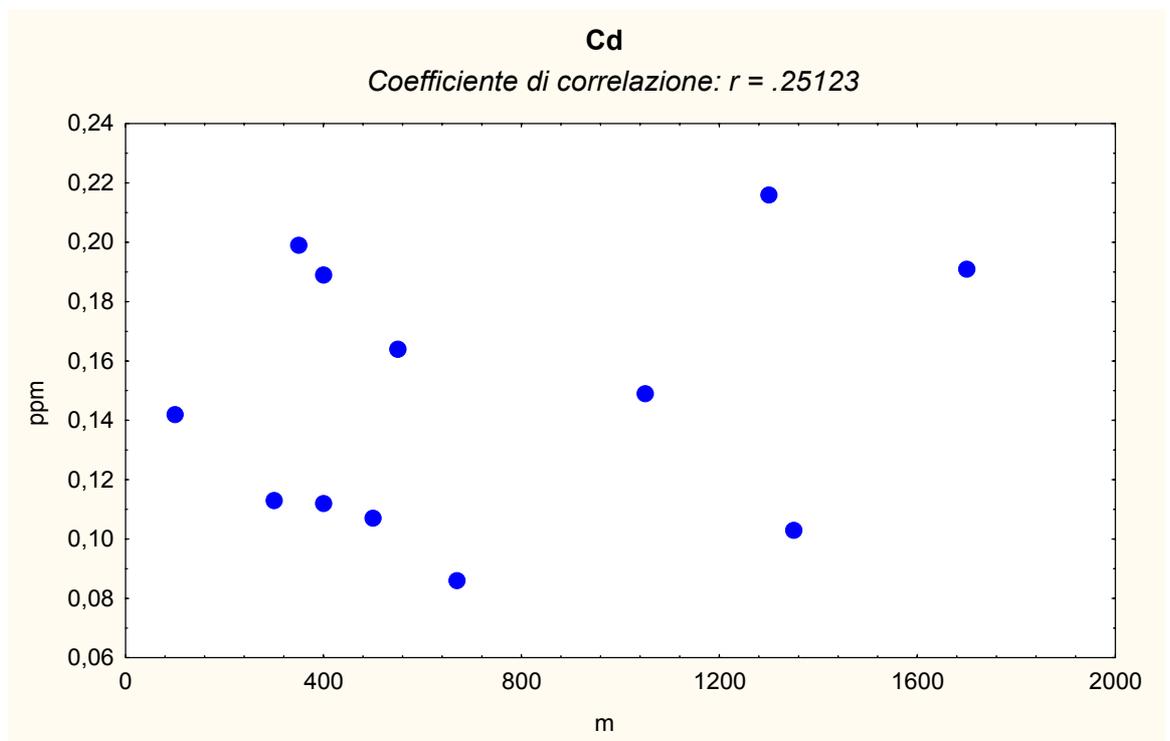


Fig. 20 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Cromo - Cr

Il pattern distributivo del cromo presenta una certa uniformità con la carta deposizionale dell'anno precedente. Le stazioni che hanno rilevato una maggior concentrazione di inquinante sono la S11B (2.58 ppm) e la S1B (2.32 ppm) ma non sono tuttavia corrispondenti ai punti di maggior accumulo registrato negli anni precedenti. Risulta invece confermato il valore relativamente alto in corrispondenza della stazione S7B, nei pressi della cava di Scotonara.

Staz.	ppm
S1B	2,32
S2B	0,31
S3B	0,94
S4B	0,83
S5B	1,77
S6B	0,81
S7B	1,81
S8B	0,32
S9B	0,54
S10B	0,11
S11B	2,58
S12B	1,82

Val. medio 1,180
Val. min. 0,11
Val. max 2,58
Deviazione standard 0,841

Tab. 7 – Concentrazione di Cromo nelle singole stazioni e relative statistiche.

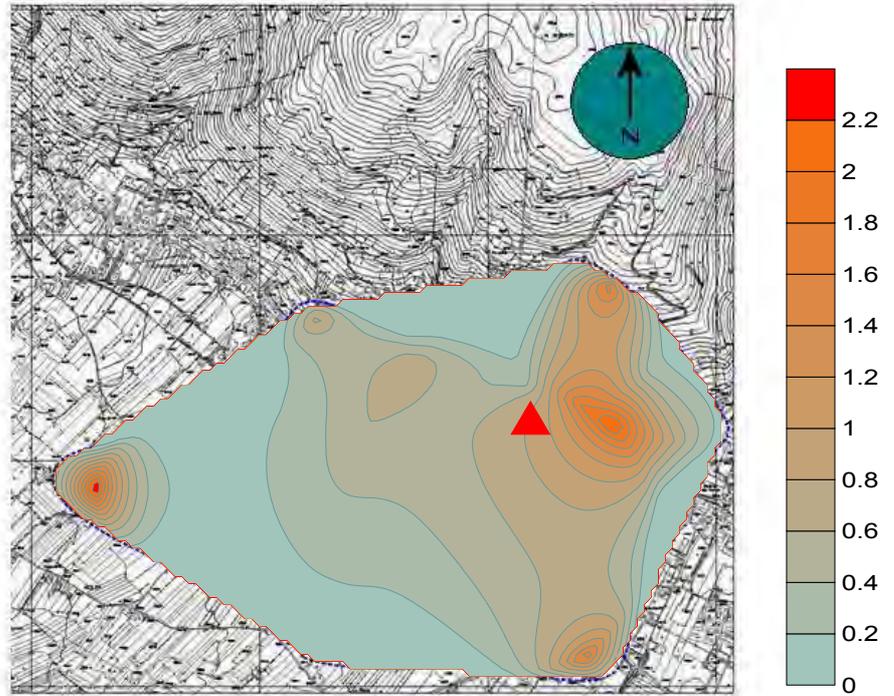


Fig. 21 – Carta della deposizione di Cromo con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

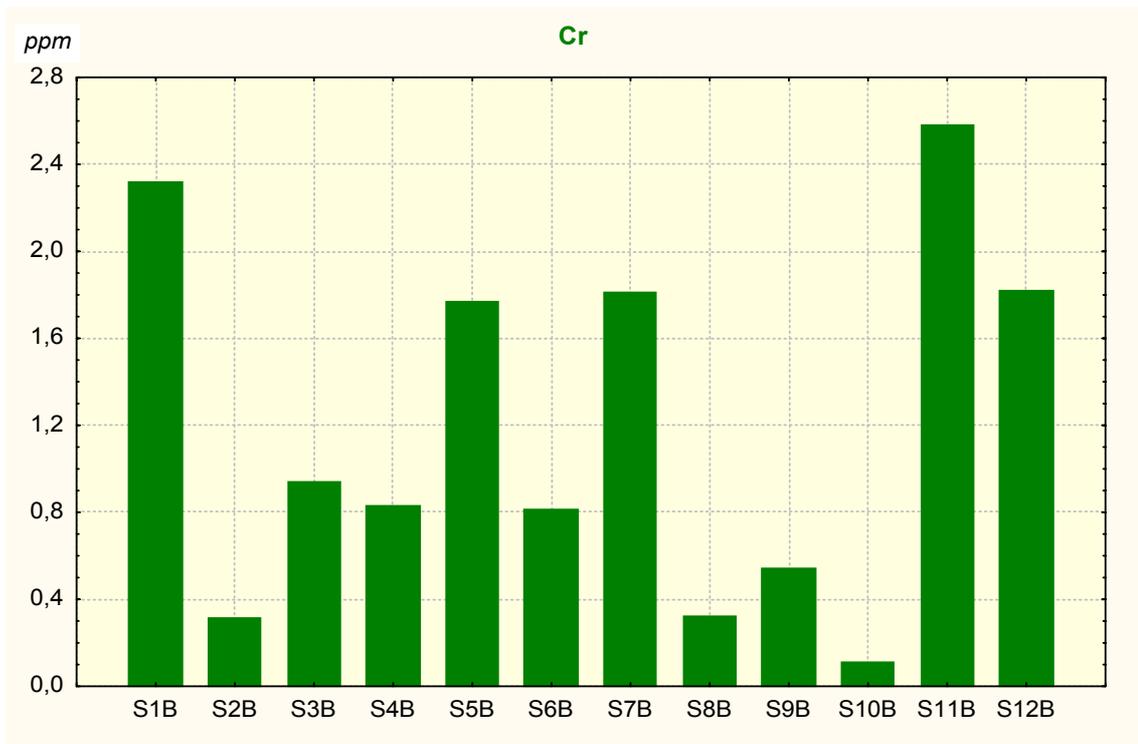


Fig. 22 – Grafico delle concentrazioni di Cromo in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

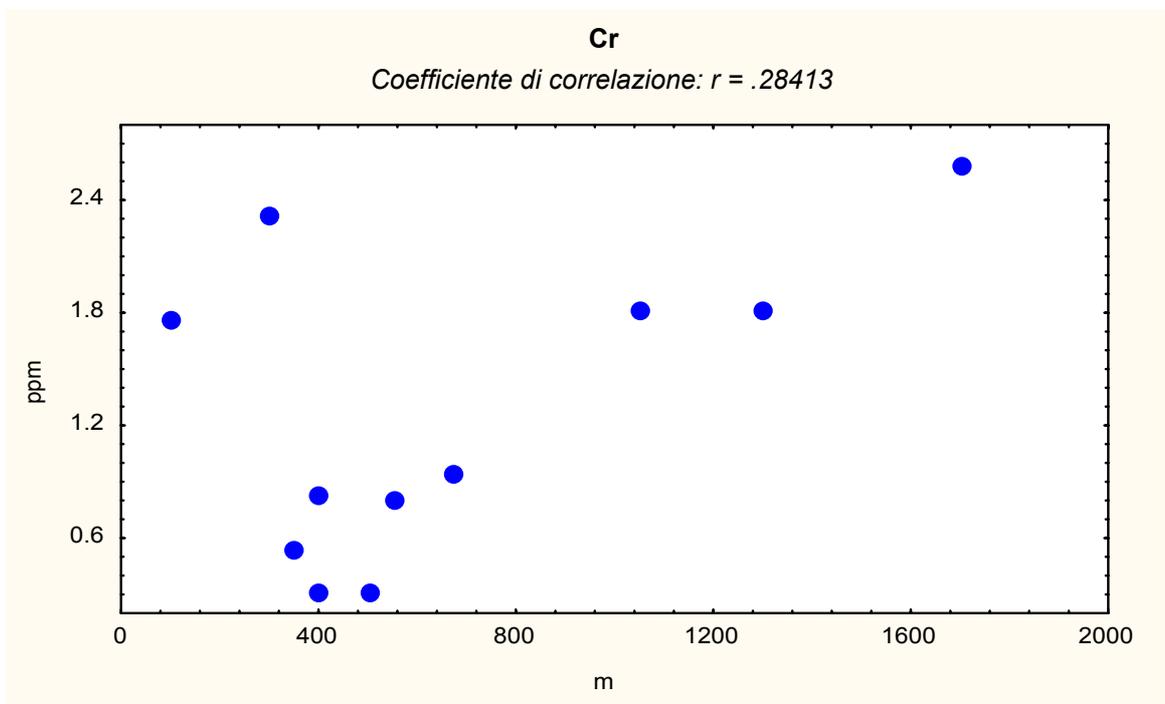


Fig. 23 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Rame - Cu

Il rame presenta dei valori di diffusione e di deposizione uniformi a quelli dell'anno precedente. Attualmente la concentrazione media nei talli lichenici sembra sensibilmente diminuita ed è pari a 11.5 ppm. Rimane confermata però un'area di maggior accumulo localizzata a sud della strada statale Pian d'Assino in corrispondenza di terreni destinati a pratiche agricole, come già era stato evidenziato dai rilievi del primo anno.

Staz.	ppm
S1B	8,25
S2B	10,55
S3B	7,70
S4B	11,05
S5B	12,95
S6B	11,25
S7B	7,50
S8B	7,35
S9B	15,8
S10B	16,10
S11B	17,05
S12B	12,40

Val. medio 11,495
Val. min. 7,35
Val. max 17,05
Deviazione standard 3,474

Tab. 8 – Concentrazione di Rame
nelle singole stazioni e relative statistiche.

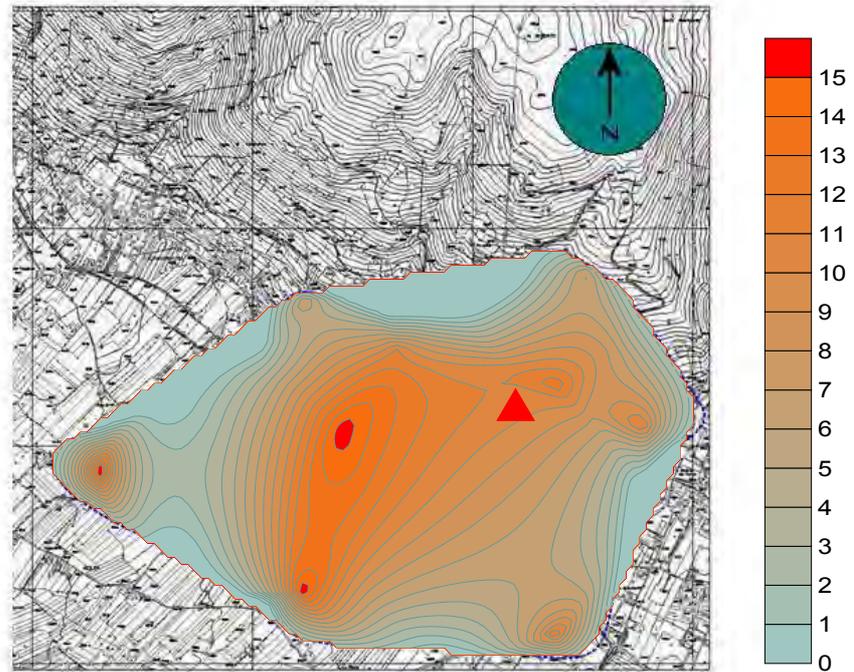


Fig. 24 – Carta della deposizione di Rame con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

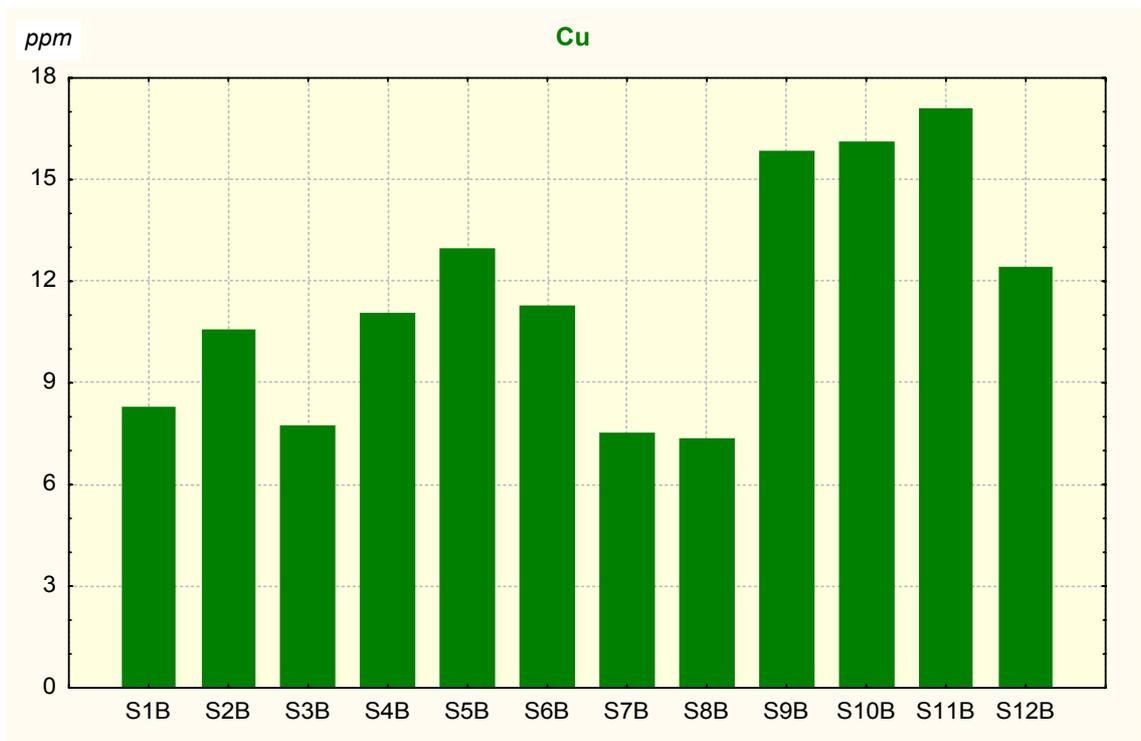


Fig. 25 – Grafico delle concentrazioni di Rame in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

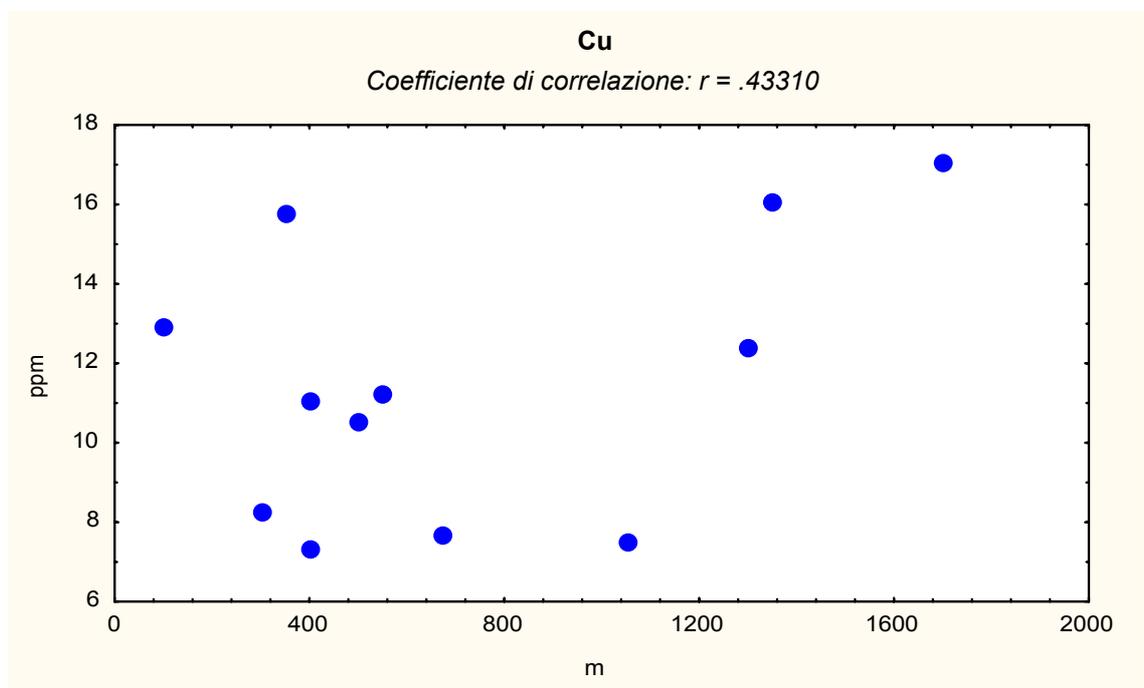


Fig. 26 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Ferro - Fe

I valori delle concentrazioni del ferro nei talli lichenici sono ridotti rispetto a quelli degli anni precedenti ma rimane uniforme la deposizione di questo metallo. Il valore medio è di 284 ppm, mentre il valore massimo di 703 ppm è stato riscontrato presso la stazione S1B posta in un'area in cui non era attesa tale concentrazione per la tipologia pedologica del luogo e che, inoltre, nel precedente anno aveva mostrato avere il valore più basso (325 ppm) fra le stazioni dell'area A. Nel contesto generale sembra essere un dato anomalo. Nella stazione S7N, posta in prossimità della cava di Scotonara, è stata invece riscontrata nel tallo lichenico la concentrazione di 539 ppm, che rappresenta il secondo valore per ordine di importanza. Questo dato può essere dovuto al sollevamento di polveri aerodisperse, determinate dalla destinazione d'uso del territorio.

Staz.	ppm
S1B	703
S2B	273
S3B	456
S4B	239
S5B	172
S6B	106
S7B	539
S8B	172
S9B	314
S10B	122
S11B	127
S12B	184

Val. medio 283,916
Val. min. 106
Val. max 703
Deviazione standard 188,506

Tab. 9 – Concentrazione di Ferro nelle singole stazioni e relative statistiche.

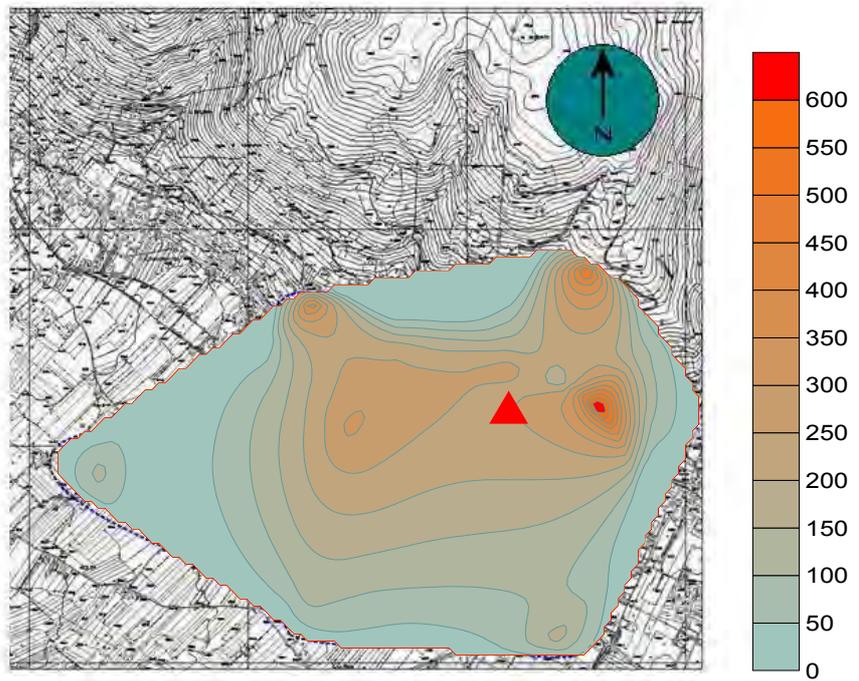


Fig. 27 – Carta della deposizione di Ferro con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

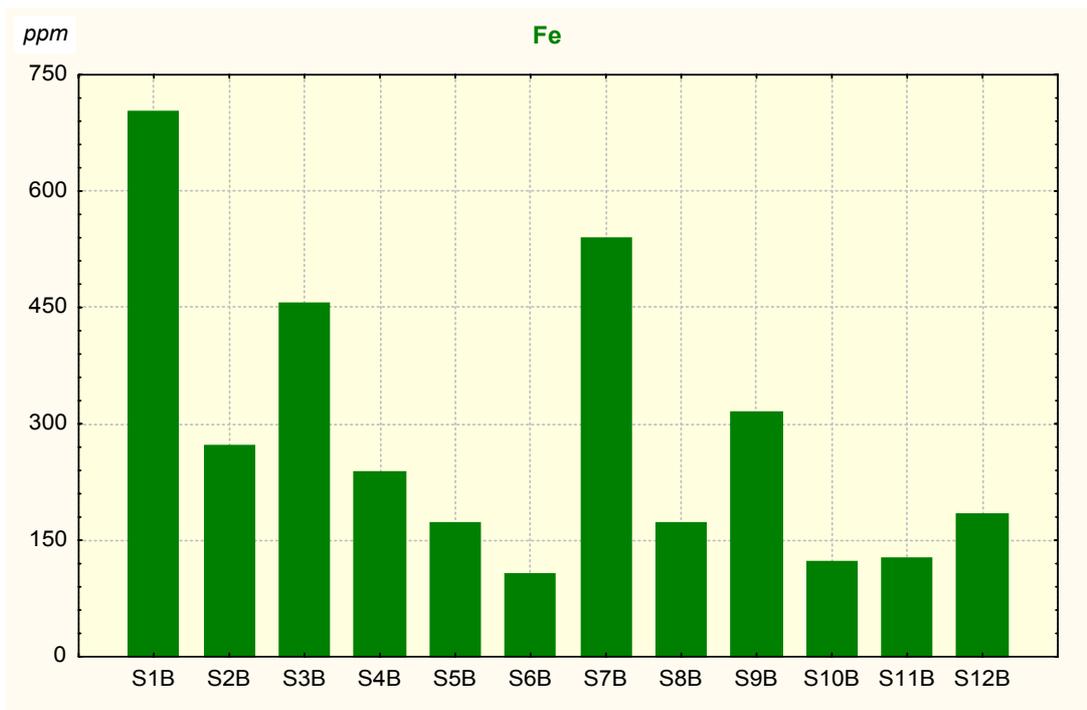


Fig. 28 – Grafico delle concentrazioni di Ferro in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

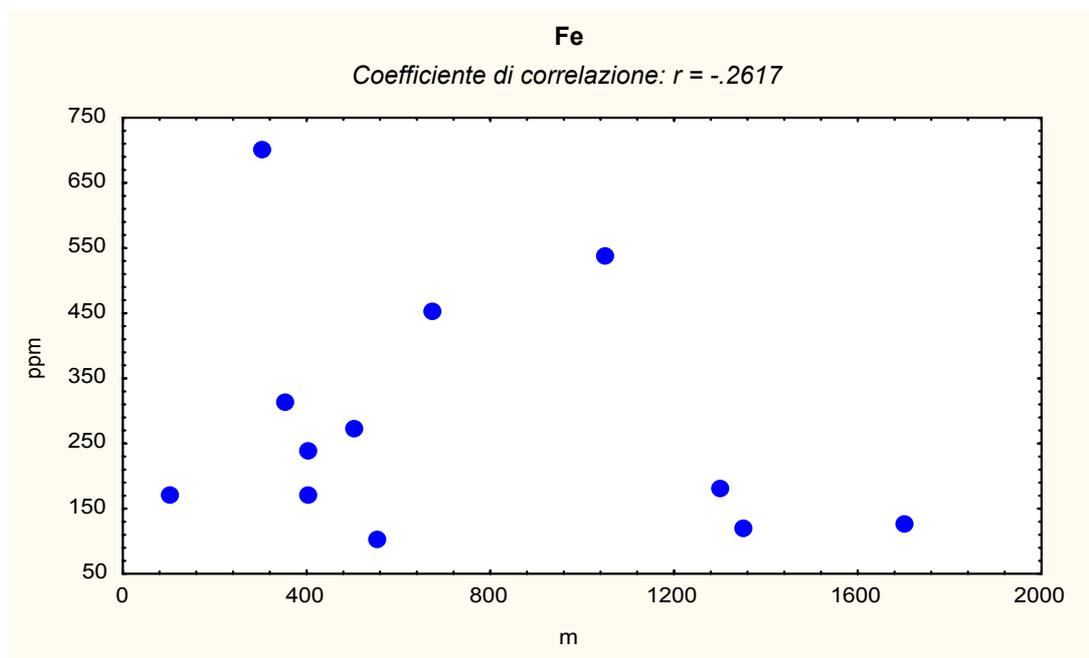


Fig. 29 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Mercurio - Hg

Per quanto riguarda le concentrazioni di mercurio nei talli lichenici, si è rilevato un sensibile aumento del valore medio (0.081 ppm). La carta ottenuta della diffusione dell'inquinante è piuttosto uniforme rispetto a quella del precedente anno e rileva nuovamente il valore massimo di 0.177 ppm, sempre in corrispondenza della stazione S3B orientata a W, in direzione Casamorcia.

Staz.	ppm
S1B	0,084
S2B	0,066
S3B	0,177
S4B	0,063
S5B	0,064
S6B	0,065
S7B	0,081
S8B	0,080
S9B	0,133
S10B	0,062
S11B	0,043
S12B	0,055

Val. medio	0,081
Val. min.	0,043
Val. max	0,177
Deviazione standard	0,037

Tab. 10 – Concentrazione di Mercurio nelle singole stazioni e relative statistiche.

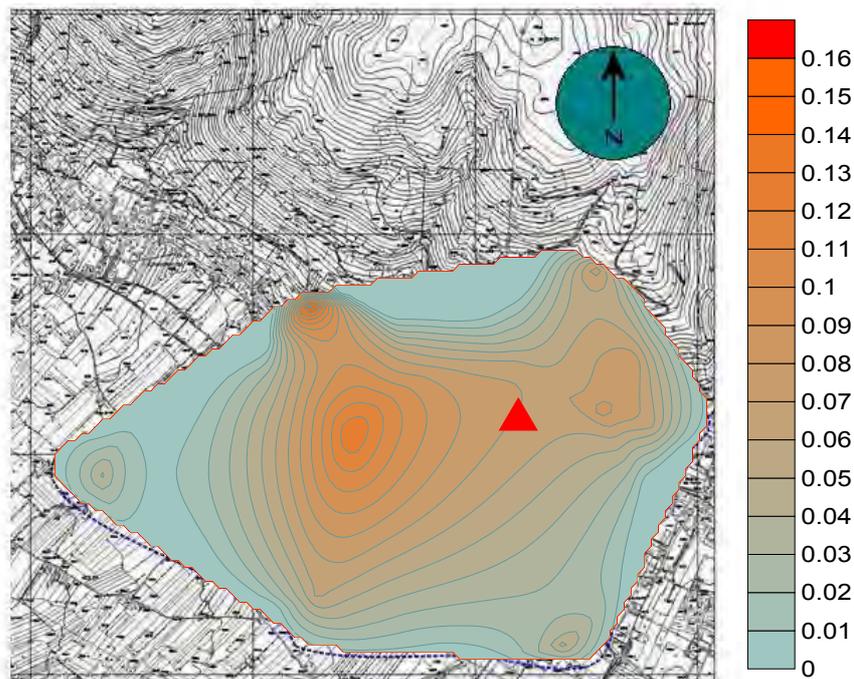


Fig. 30 – Carta della deposizione di Mercurio con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

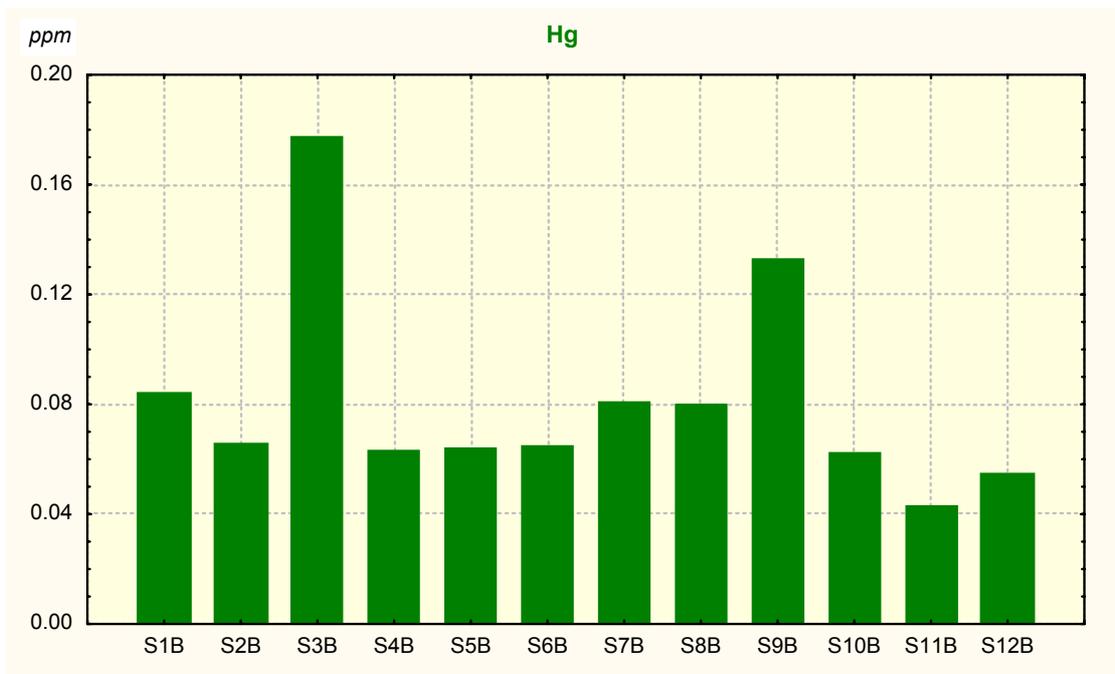


Fig. 31 – Grafico delle concentrazioni di Mercurio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

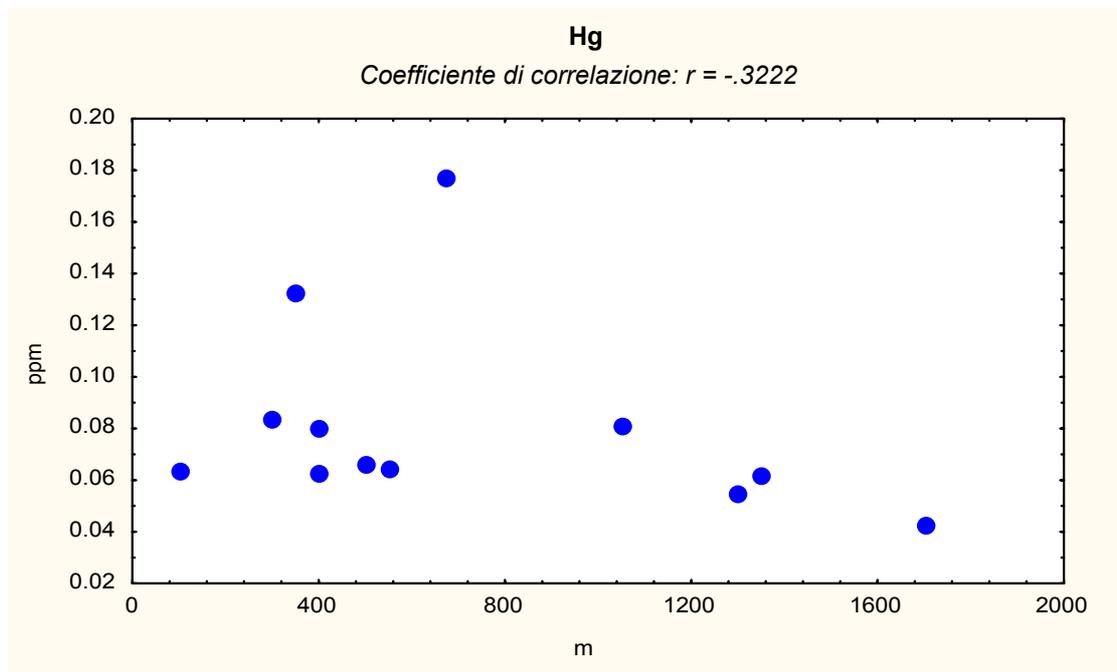


Fig. 32 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Nichel - Ni

Il nichel riporta una modalità di diffusione molto simile a quella dell'anno precedente, salvo un leggero aumento della concentrazione media (5 ppm). Nella stazione S1B è stato riscontrato lo stesso valore dell'anno precedente (6.3 ppm), mentre il valore massimo di 7.1 ppm, è stato rilevato sia nella stazione S5B, limitrofa alla S1B che nella S7B, limitrofa alla cava di Scotonara.

Staz.	ppm
S1B	6,3
S2B	4
S3B	4
S4B	4
S5B	7,1
S6B	4,4
S7B	7,1
S8B	3,4
S9B	5,2
S10B	3,5
S11B	6,5
S12B	4,3

Val. medio 4,996
Val. min. 3,4
Val. max 7,15
Deviazione standard 1,405

Tab. 11 – Concentrazione di Nichel
nelle singole stazioni e relative statistiche.

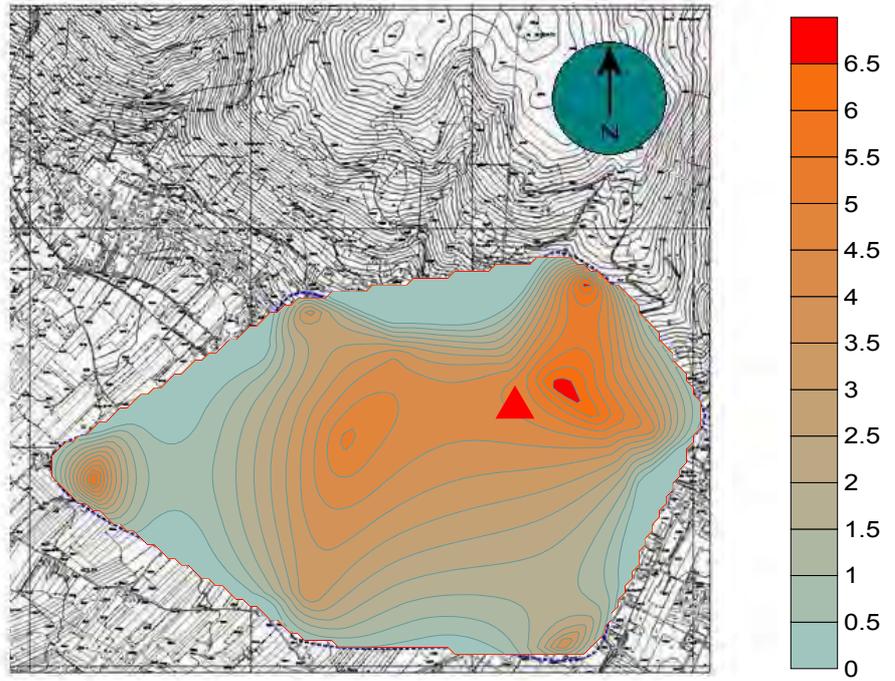


Fig. 33 – Carta della deposizione di Nichel con relativa scala in ppm. L’impianto è indicato con un triangolo

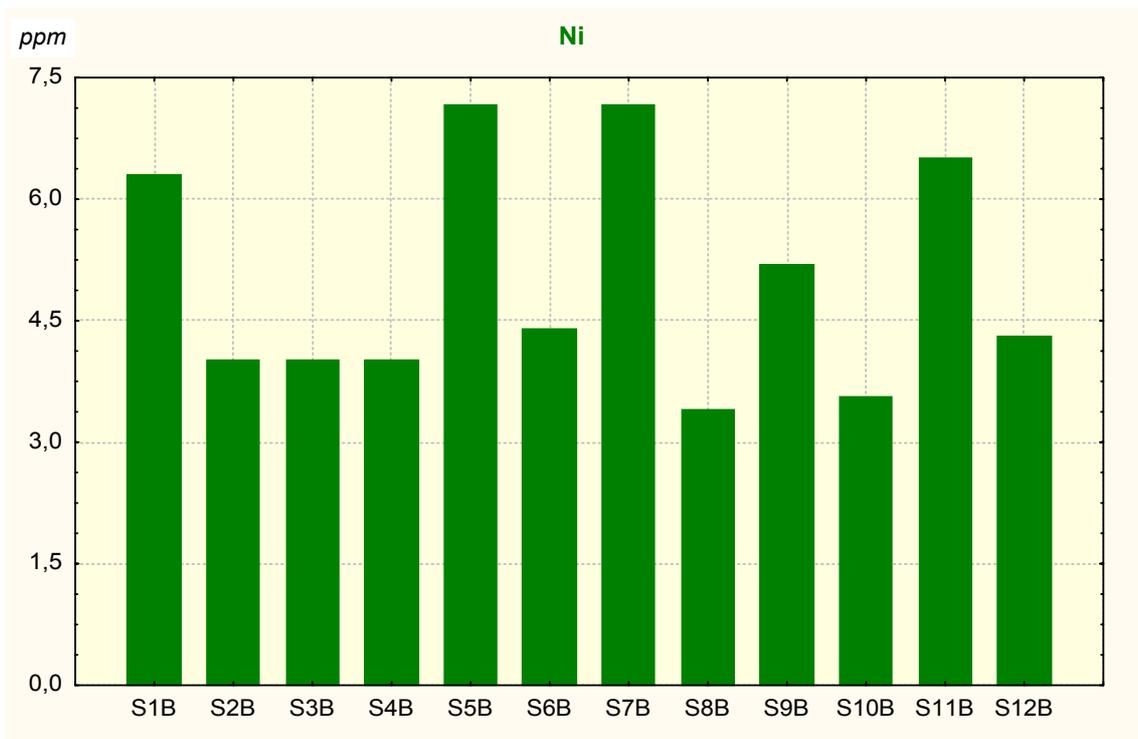


Fig. 34 – Grafico delle concentrazioni di Nichel in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

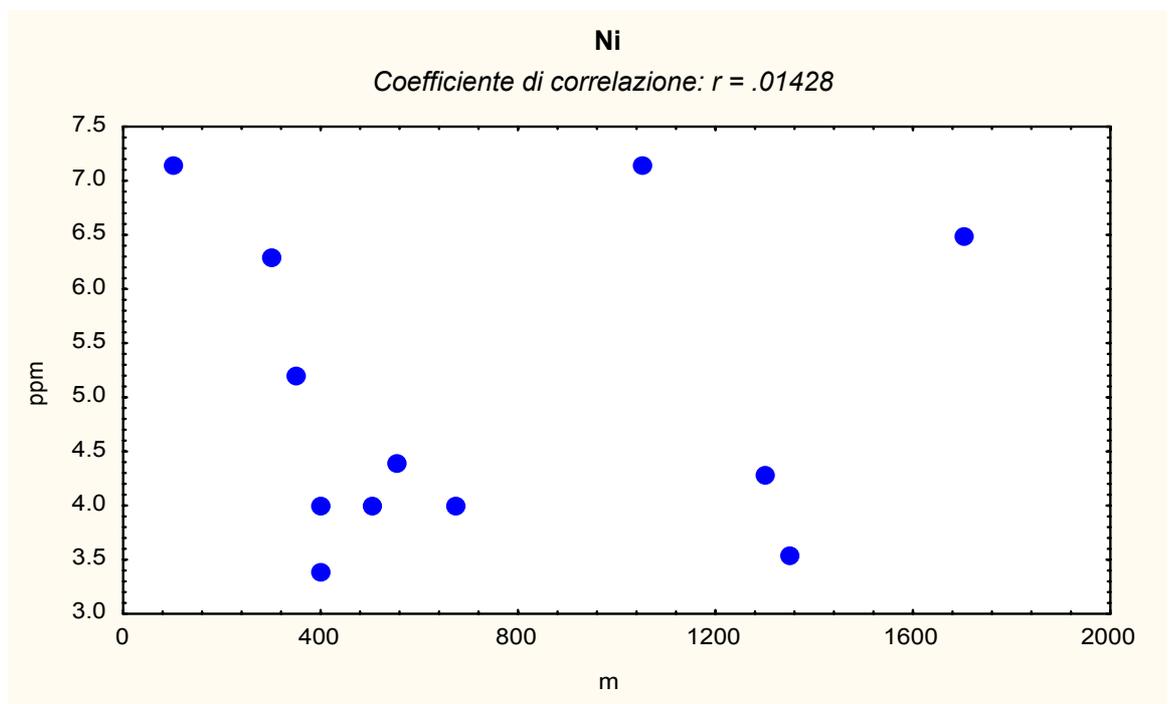


Fig. 35 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Piombo - Pb

La carta della deposizione del piombo riporta un andamento molto simile a quello dell'anno precedente ma con una riduzione delle concentrazioni medie che sono scese da 8.7 ppm a 6.5 ppm.

Per quanto riguarda, invece, la concentrazione massima di piombo nell'area A, è stata rilevata (in tutte e due gli anni di biomonitoraggio) sempre presso la stazione S6B, situata nelle vicinanze del trafficato incrocio Pian d'Assino-Strada della Contessa. Nel primo anno veniva rilevata una concentrazione pari a 31.1 ppm, mentre nel secondo anno è scesa a 17.9 ppm. Da considerare che nel primo anno i talli lichenici hanno accumulato anche il piombo di provenienza veicolare, essendo ancora presente nella benzina rossa in quel periodo di rilevamento (il terminato utilizzo della benzina rossa risale al 31 gennaio 2001) e ciò può aver contribuito in maniera determinante alla diffusione di piombo atmosferico. Per quanto riguarda l'attuale valore di accumulo, che in questa stazione è rimasto tuttavia piuttosto elevato, si ritiene opportuna un'ulteriore verifica per una migliore stabilizzazione dei dati .

Staz.	ppm
S1B	4,84
S2B	4,01
S3B	3,65
S4B	6,09
S5B	5,08
S6B	17,95
S7B	8,12
S8B	4,48
S9B	6,07
S10B	5,72
S11B	7,38
S12B	4,42

Val. medio 6,484
Val. min. 3,65
Val. max 17,95
Deviazione standard 3,848

Tab. 12 – Concentrazione di Piombo nelle singole stazioni e relative statistiche.

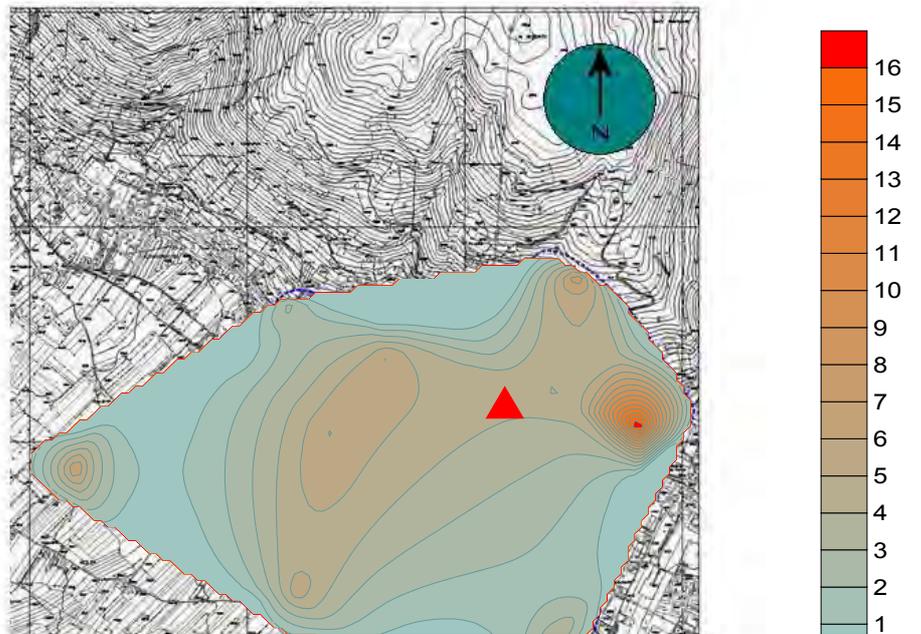


Fig. 36 – Carta della deposizione di Piombo con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

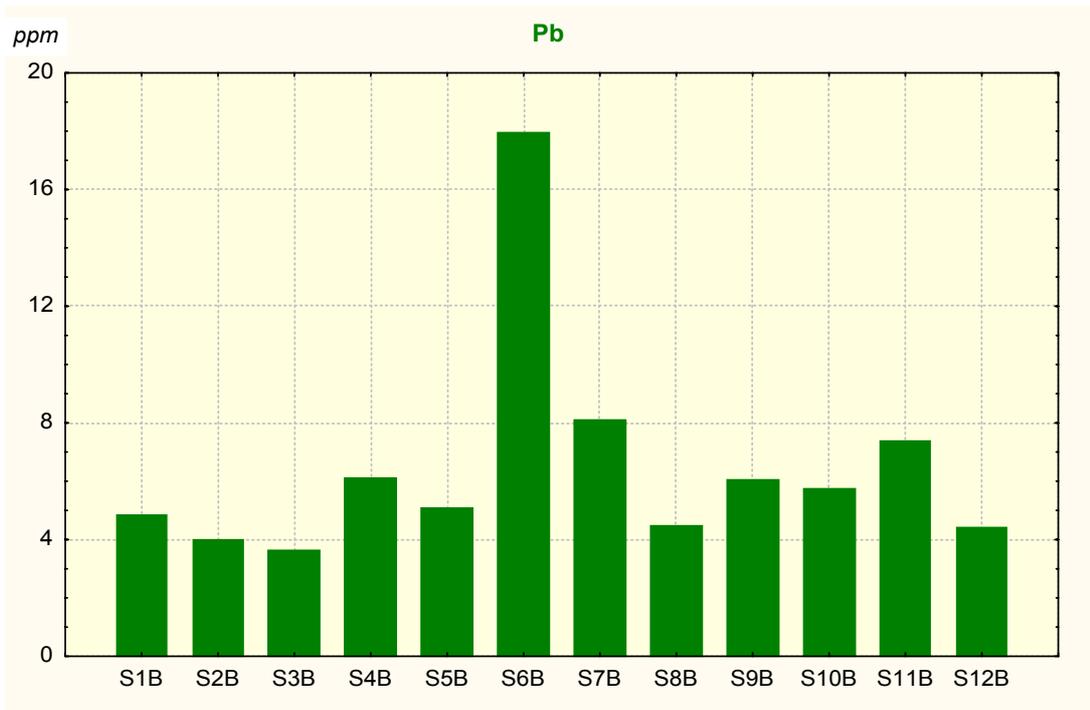


Fig. 37 – Grafico delle concentrazioni di Piombo in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

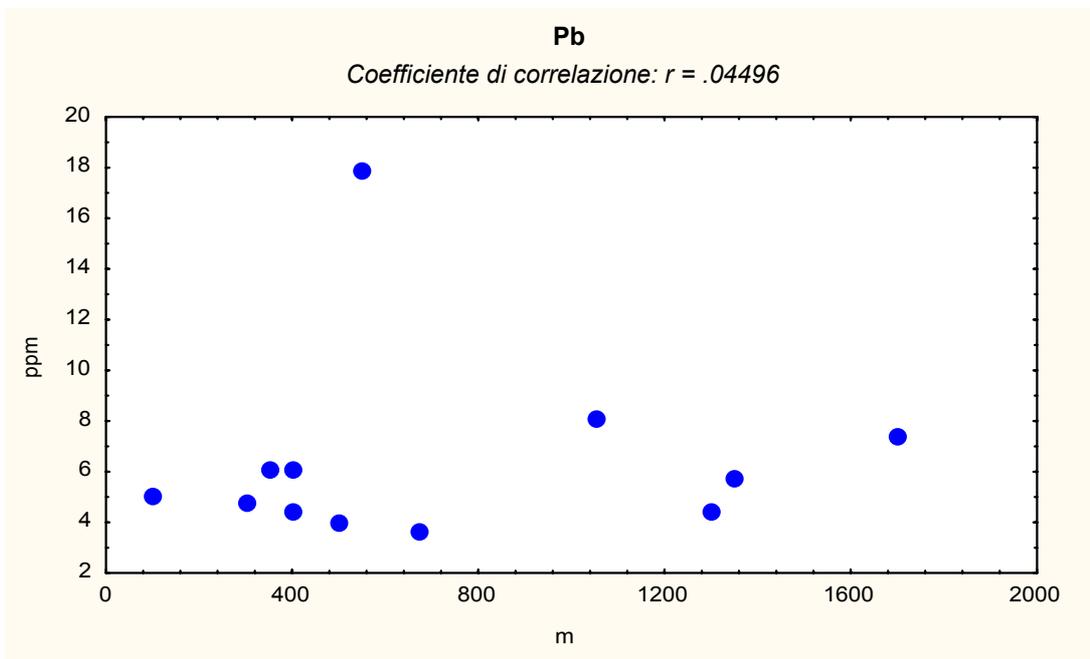


Fig. 38 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Titanio - Ti

Il titanio presenta un leggero aumento delle concentrazioni medie (118.6 ppm), ed i relativi valori riscontrati nelle varie stazioni risultano non avere la stessa disposizione geografica di quelli dell'anno precedente. Solo in corrispondenza della stazione S7N, nelle vicinanze della cava di Scotonara, è rimasto confermato il valore massimo in entrambi gli anni: di 181 ppm per il primo anno e 219 ppm per quello in corso.

Questa stabilità nel dato della S7N può essere legata all'attività di movimento terra, e di conseguenza all'accumulo di polveri aerodisperse nei talli lichenici.

Staz.	ppm
S1B	160
S2B	106
S3B	50
S4B	96
S5B	177
S6B	115
S7B	219
S8B	81
S9B	89
S10B	95
S11B	140
S12B	95

Val. medio 118,583
Val. min. 50
Val. max 219
Deviazione standard 47,150

Tab. 13 – Concentrazione di Titanio nelle singole stazioni e relative statistiche.

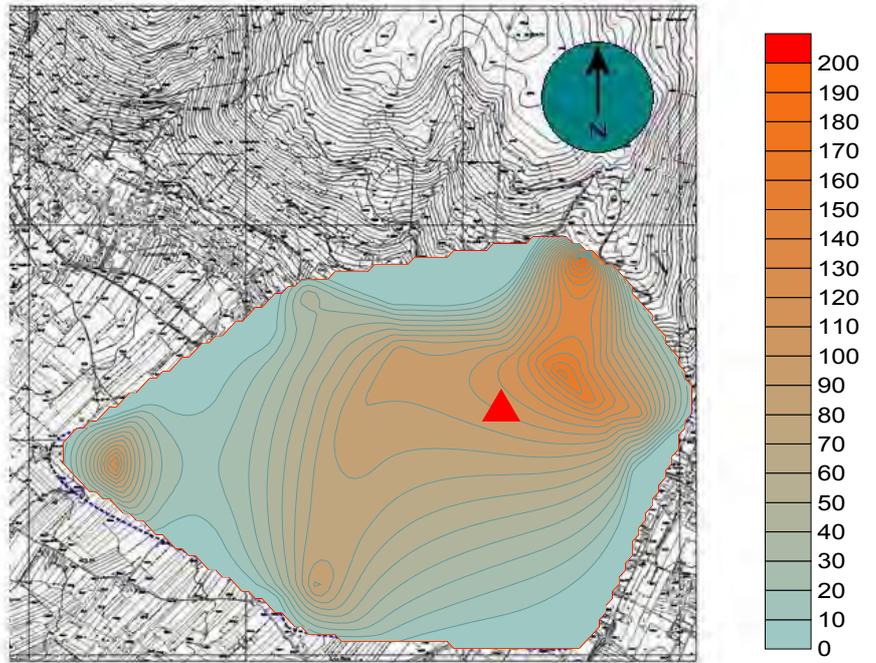


Fig. 39 – Carta della deposizione di Titanio con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

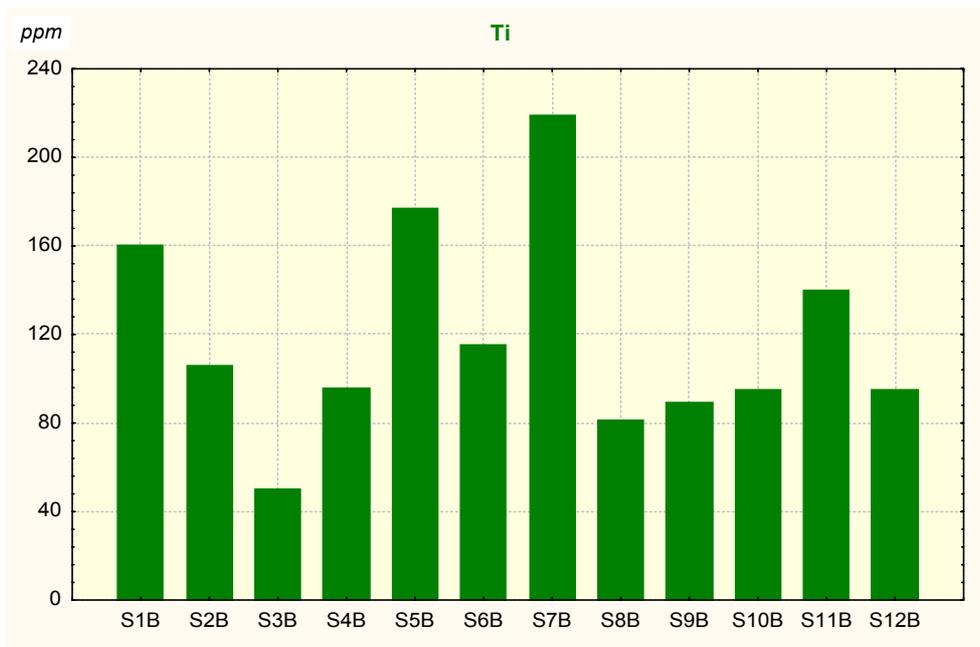


Fig. 40 – Grafico delle concentrazioni di Titanio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

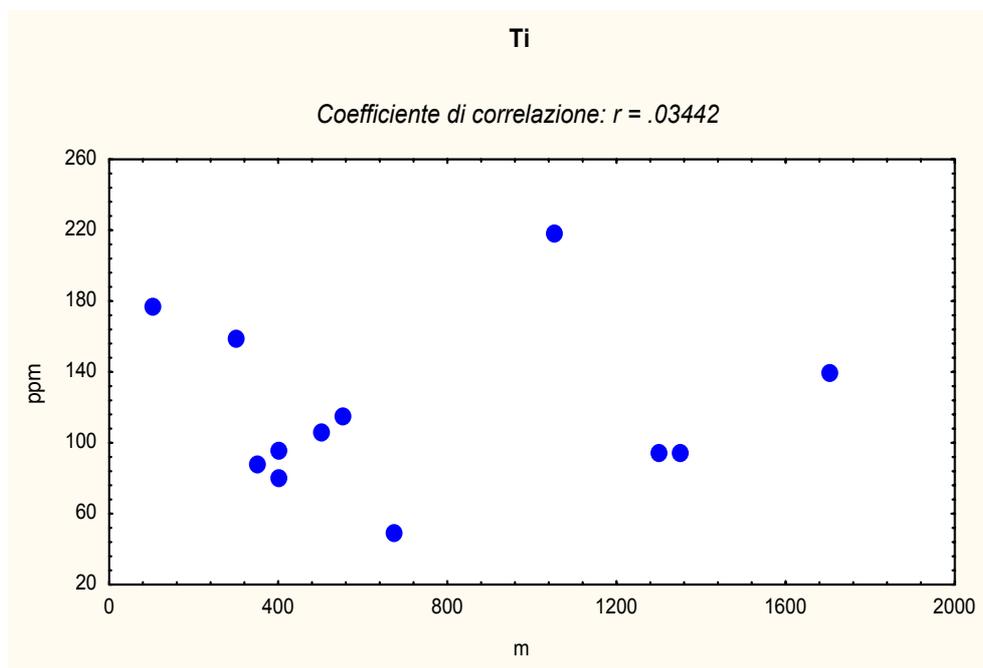


Fig. 41 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Vanadio - V

Per quanto riguarda le concentrazioni di vanadio nei talli lichenici, si evidenzia una netta diminuzione dei valori di accumulo medi, mentre per quanto riguarda la dispersione geografica delle concentrazioni nelle relative stazioni, rimangono in parte interessate quelle nella fascia a S del cementificio, come nel precedente anno, ma con un ulteriore hot spot di 6.6 ppm registrato nella stazione S5N posta a N nell'immediata vicinanza del cementificio. Per quanto riguarda il modello di dispersione del vanadio occorre una ulteriore verifica per la valutazione del trend migratorio di questo metallo.

Staz.	ppm
S1B	2,3
S2B	1,6
S3B	1,1
S4B	0,9
S5B	6,6
S6B	1,7
S7B	2,6
S8B	1,5
S9B	3,0
S10B	2,1
S11B	4,1
S12B	1,8

Val. medio 2,441
Val. min. 0,9
Val. max 6,6
Deviazione standard 1,574

Tab. 14 – Concentrazione di Vanadio nelle singole stazioni e relative statistiche.

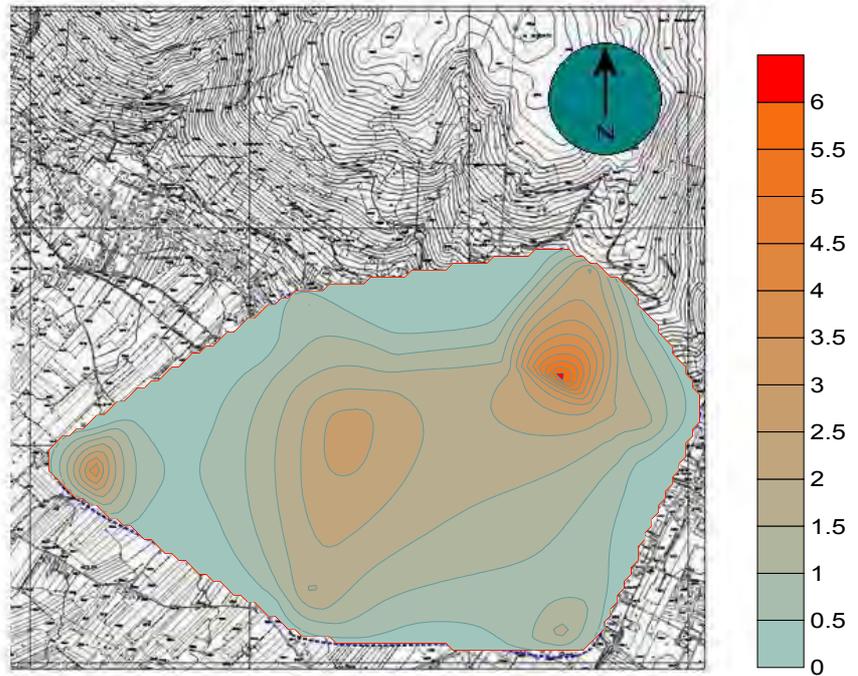


Fig. 42 – Carta della deposizione di Vanadio con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

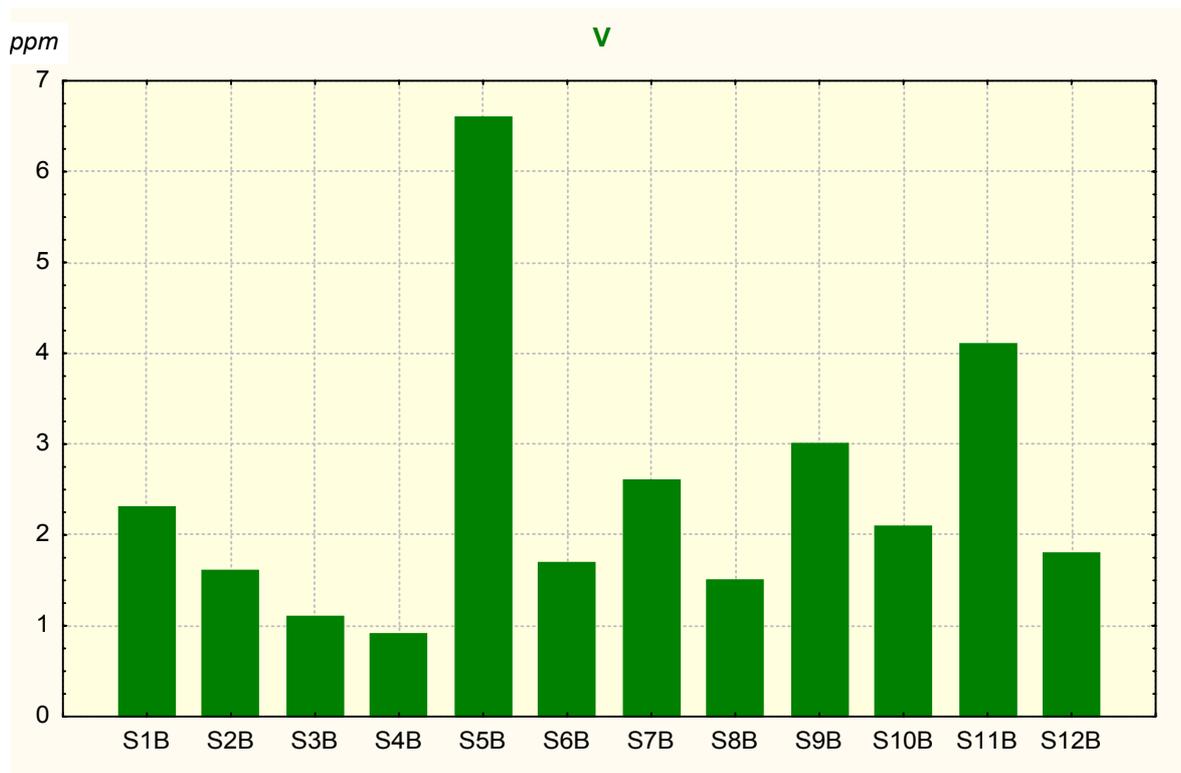


Fig. 43 – Grafico delle concentrazioni di Vanadio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

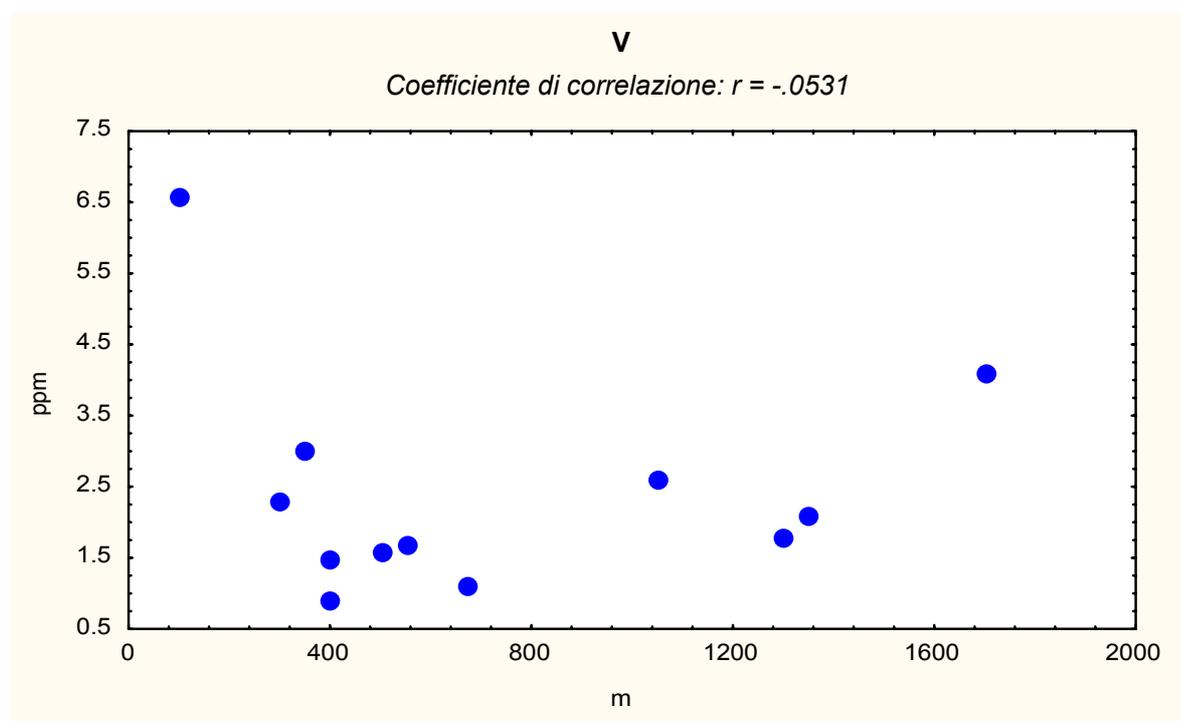


Fig. 44 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

GRAFICI DI CONFRONTO

Grafici di confronto tra il primo ed il secondo anno di indagine relativi all'area A

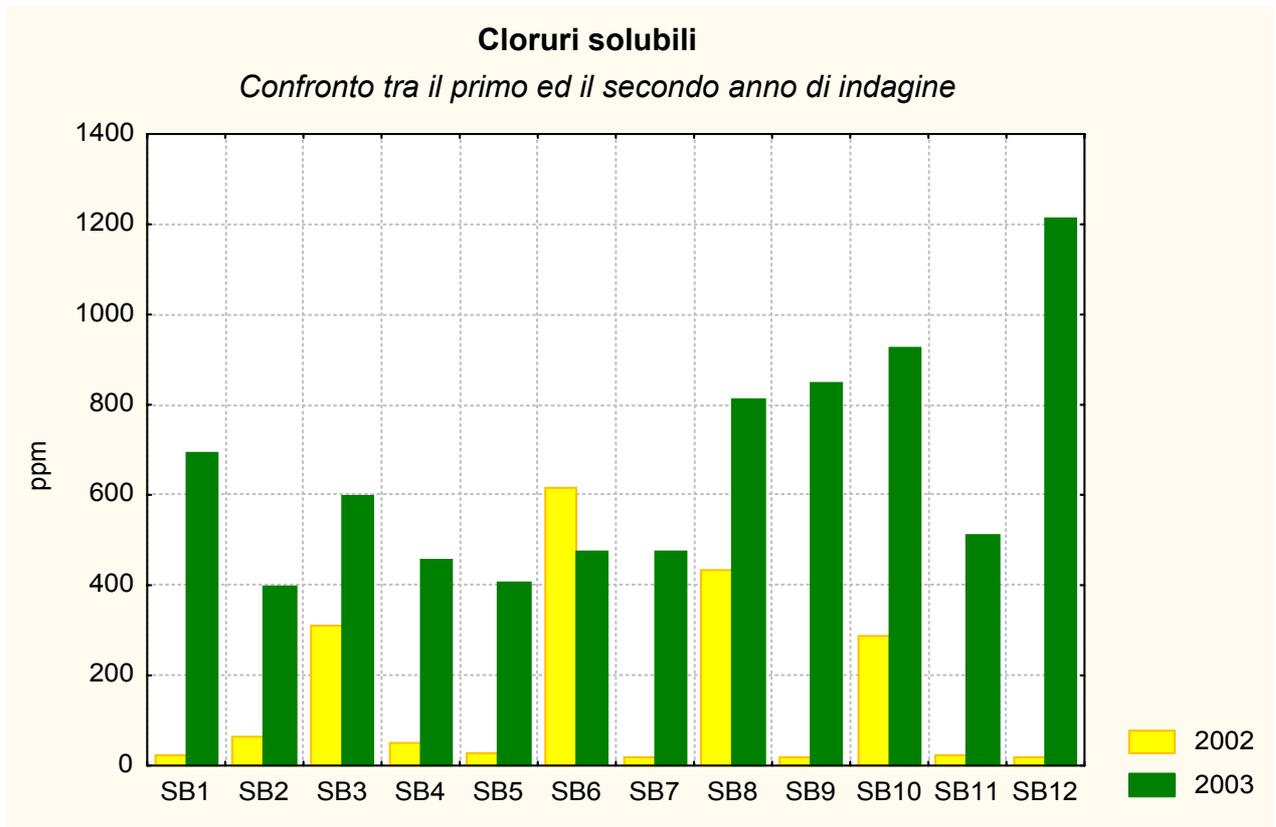


Fig 45- Grafico di confronto tra le concentrazioni dei Cloruri solubili, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

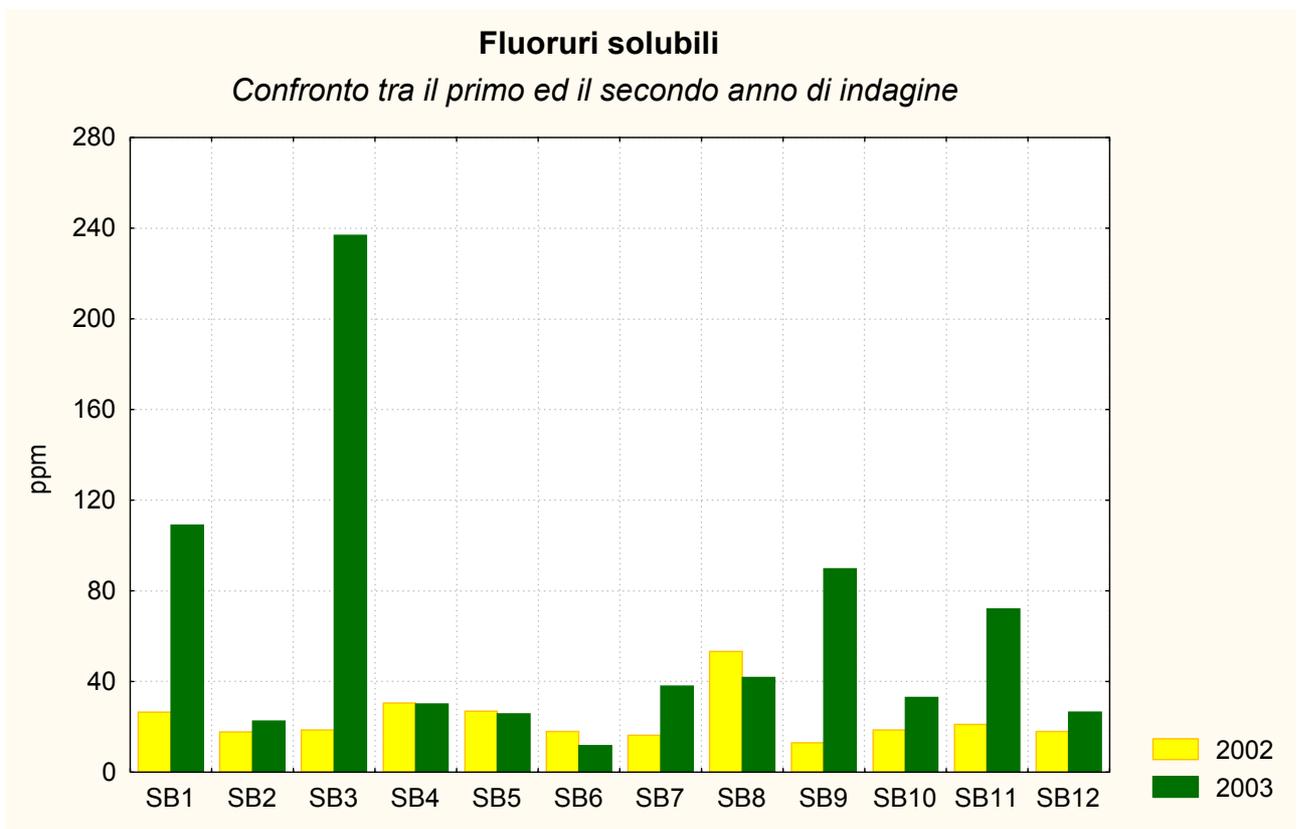


Fig 46- Grafico di confronto tra le concentrazioni dei Fluoruri solubili, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

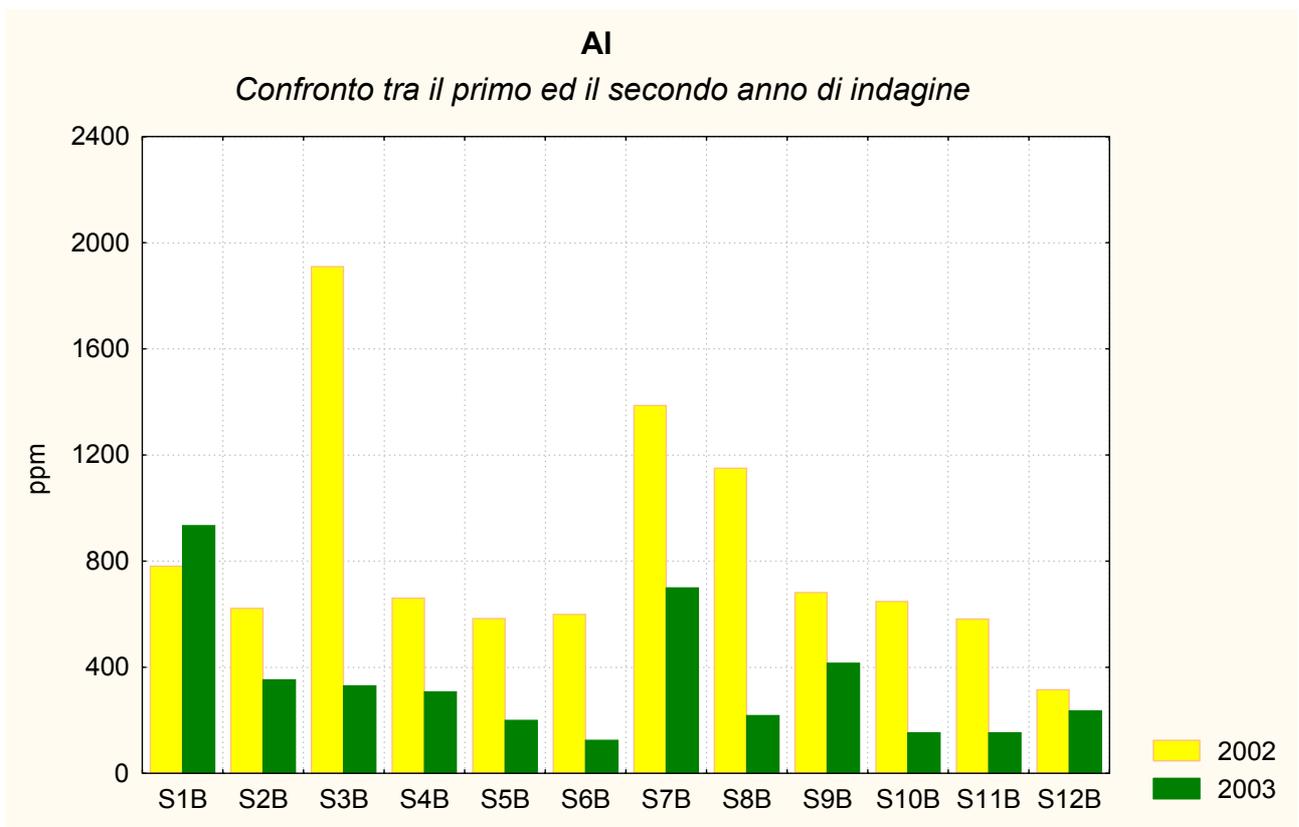


Fig 47- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Alluminio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

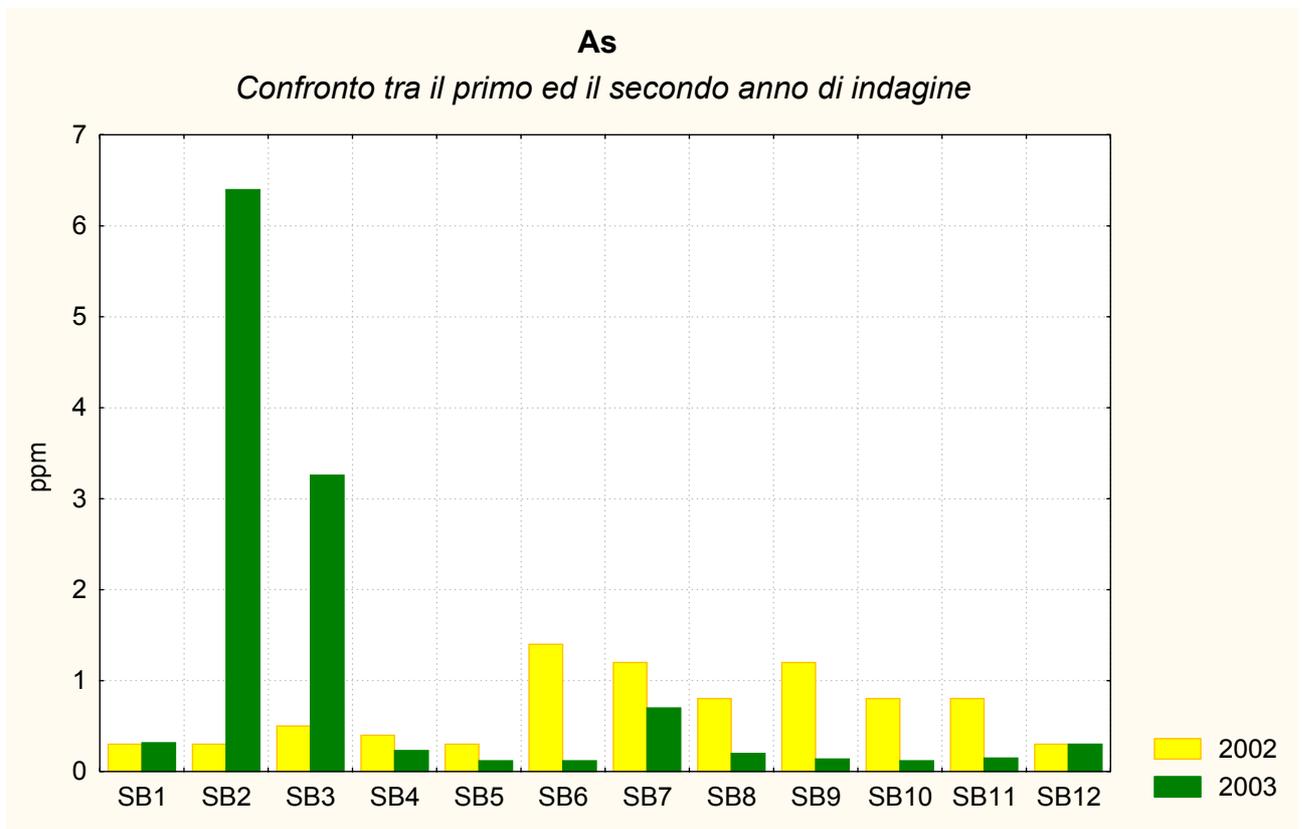


Fig 48- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Arsenico, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

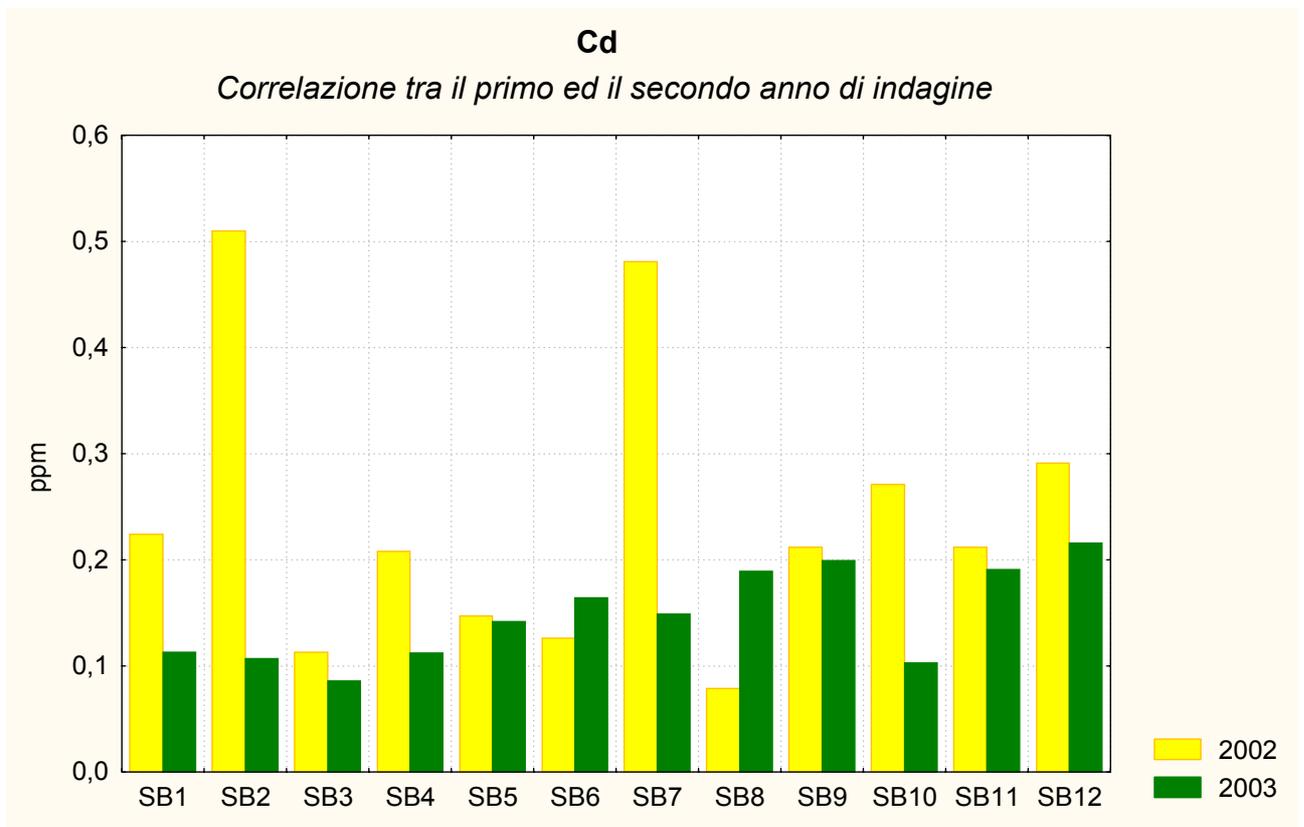


Fig 49- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Cadmio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

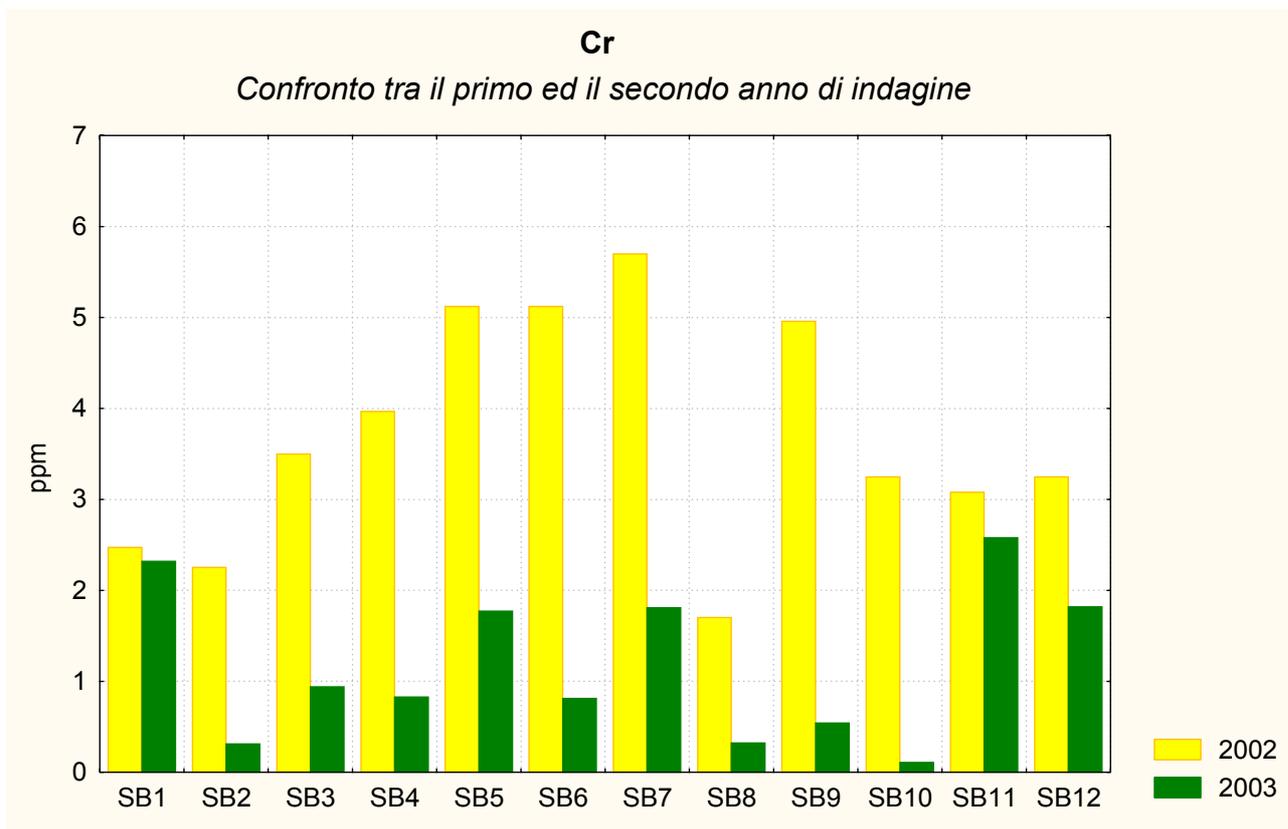


Fig 50- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Cromo, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

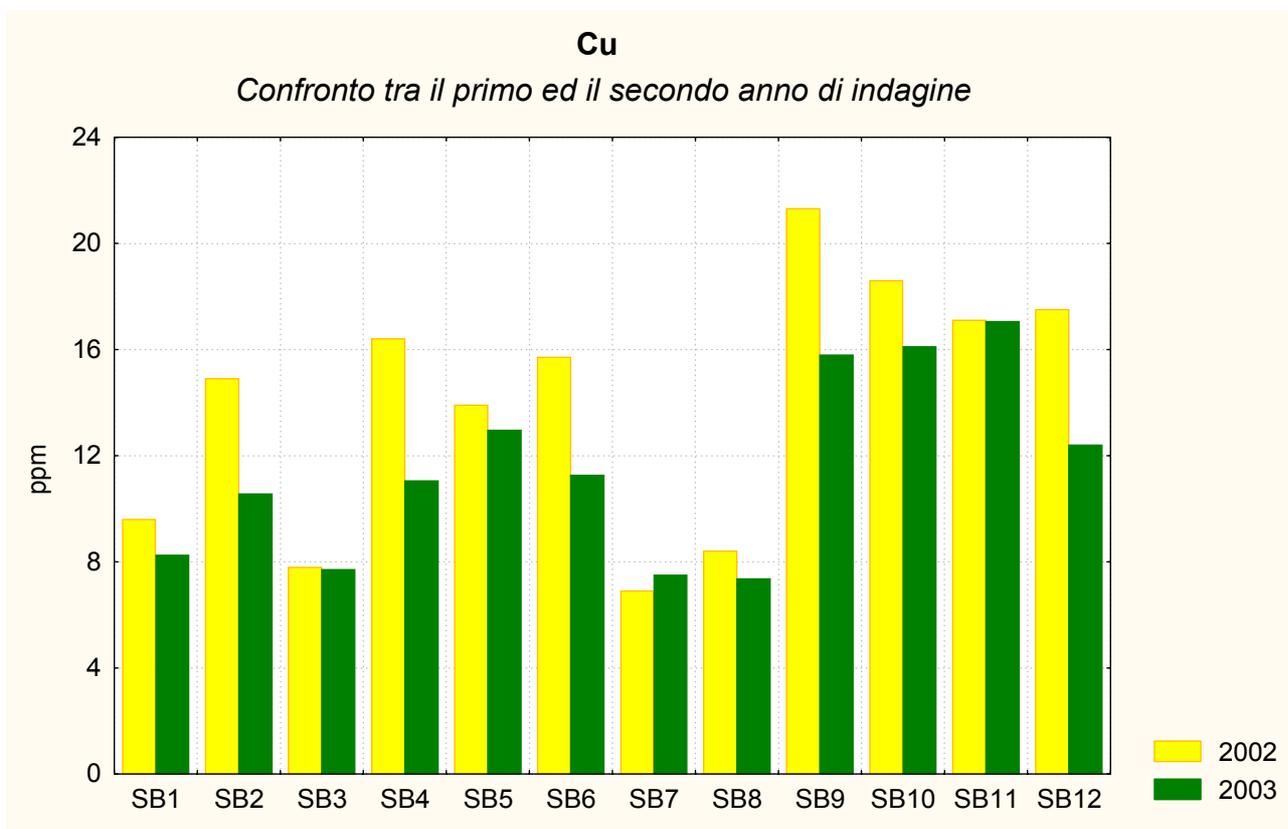


Fig 51- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Rame, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

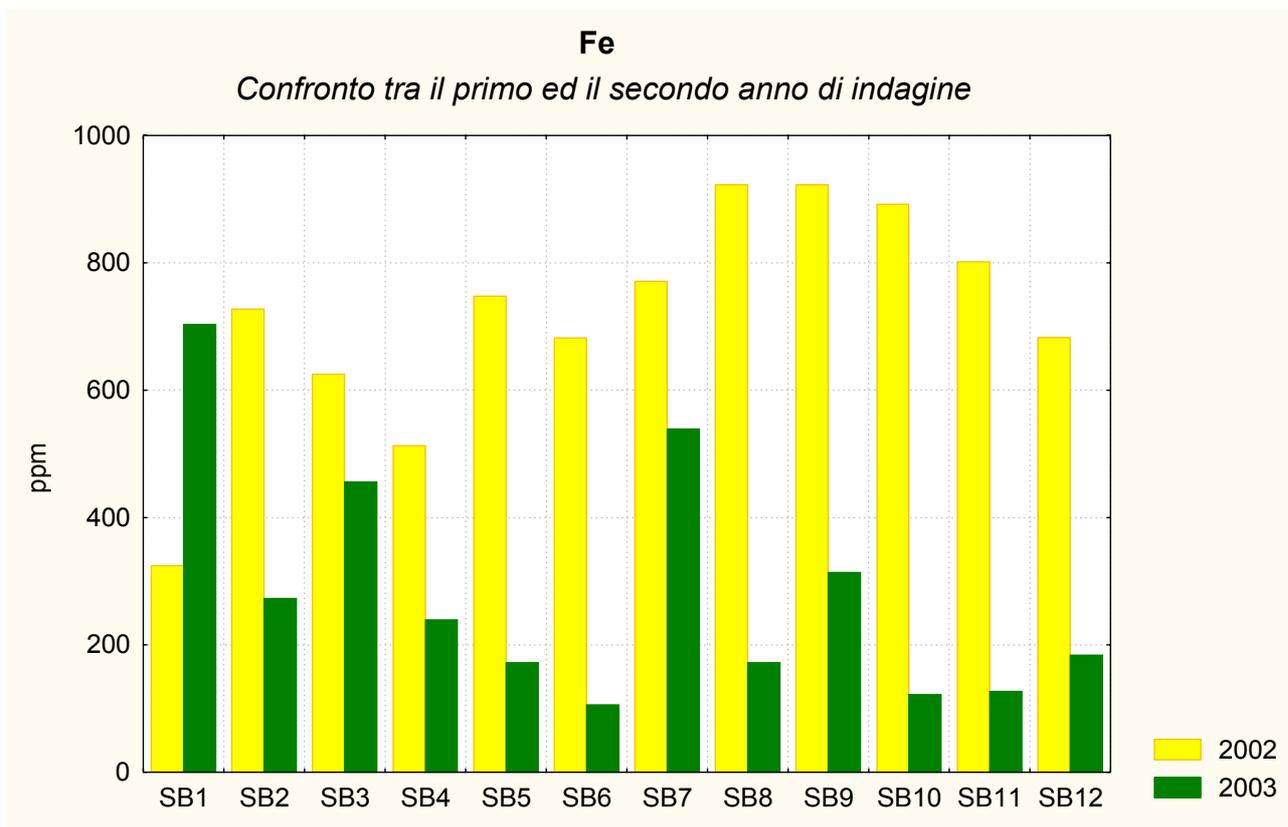


Fig 52- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Ferro, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

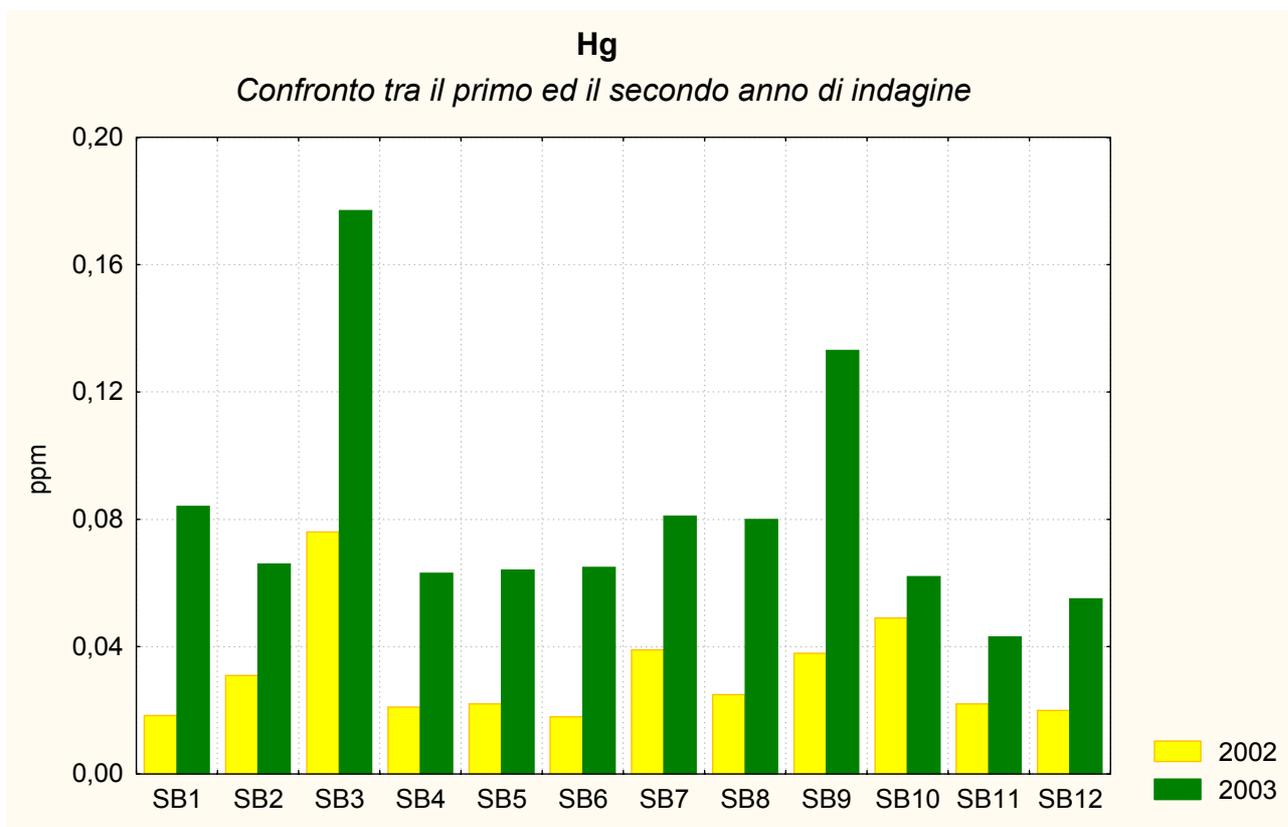


Fig 53- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Mercurio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

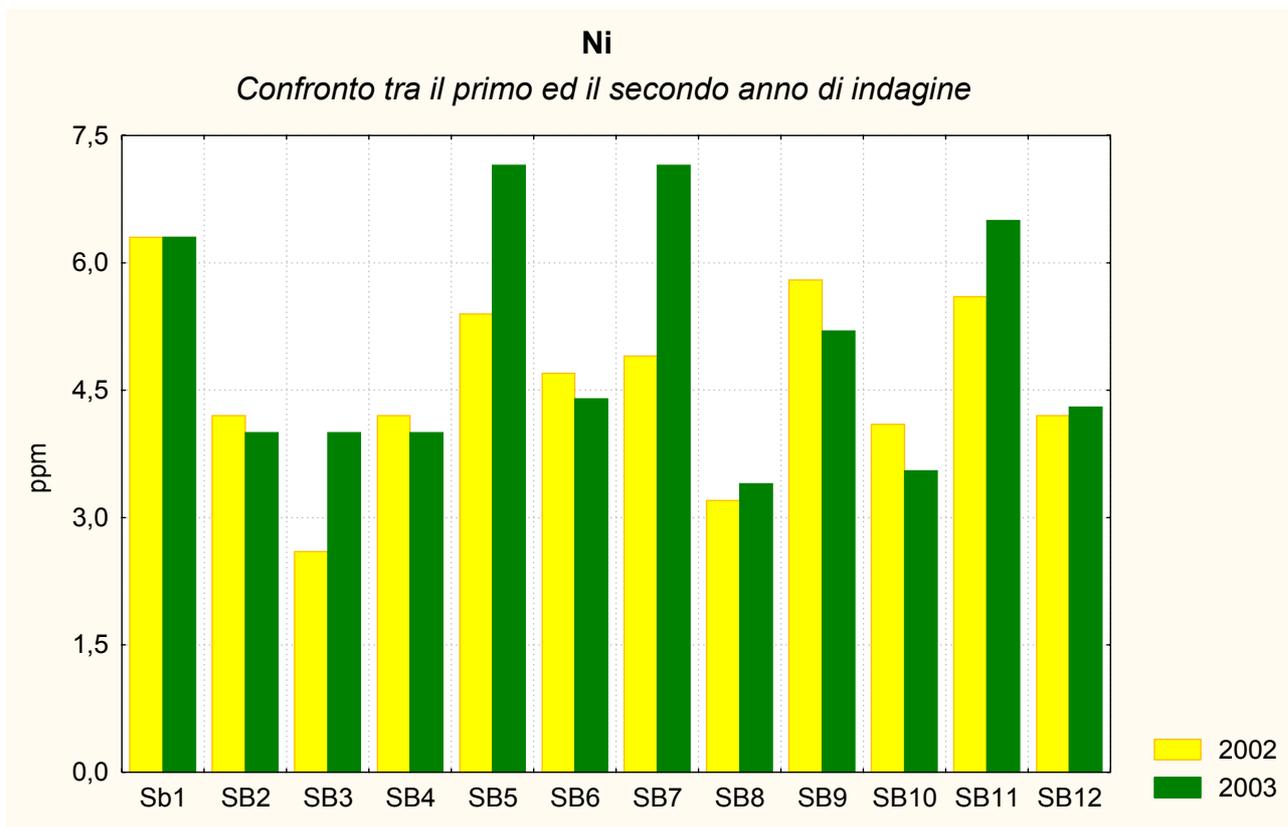


Fig 54- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Nichel, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

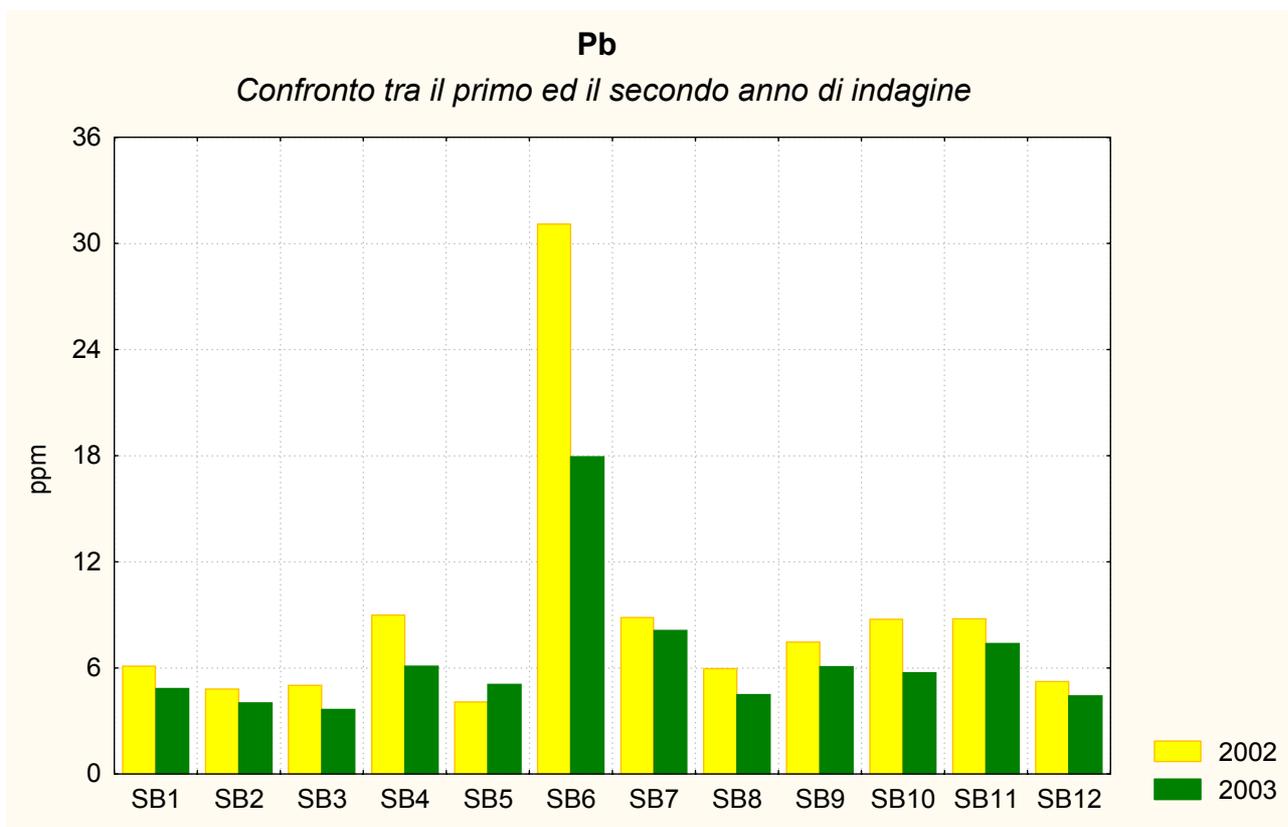


Fig 55- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Piombo, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

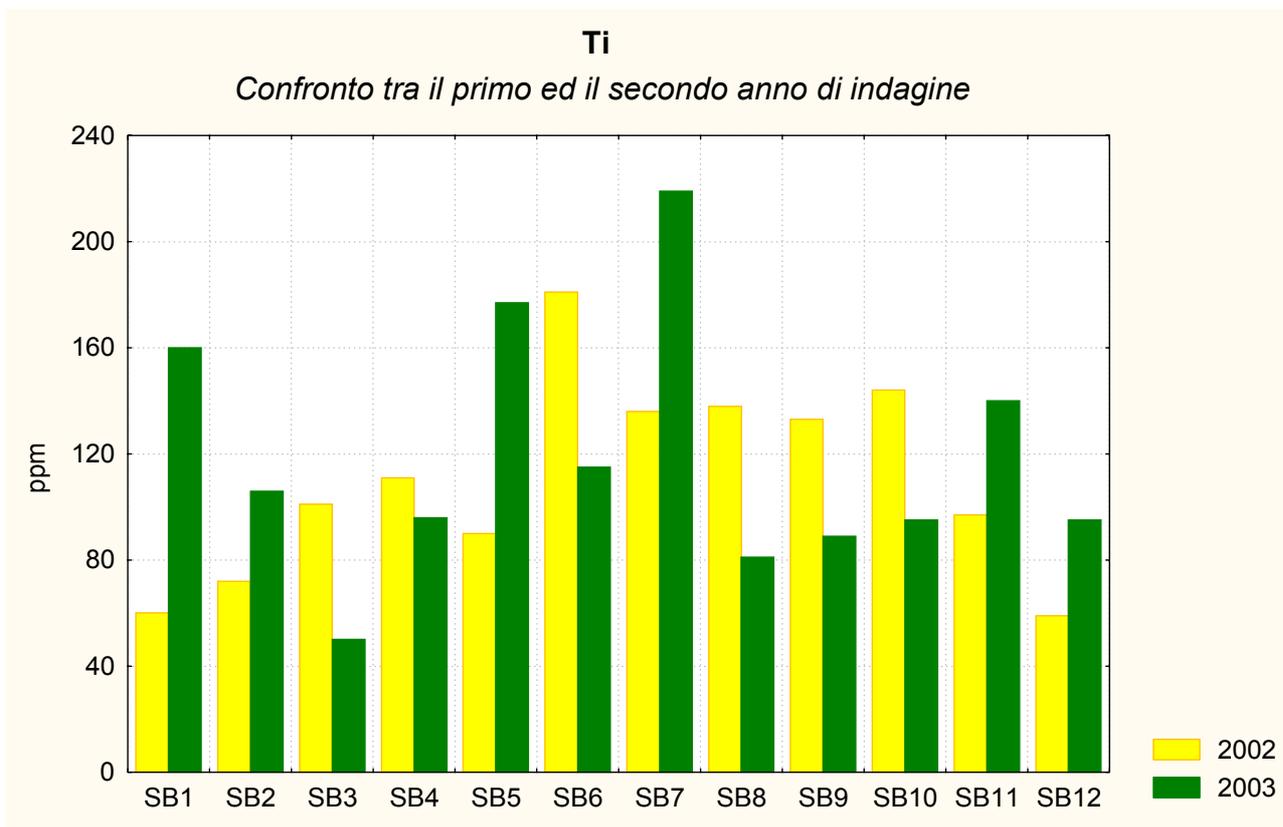


Fig 56- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Titanio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

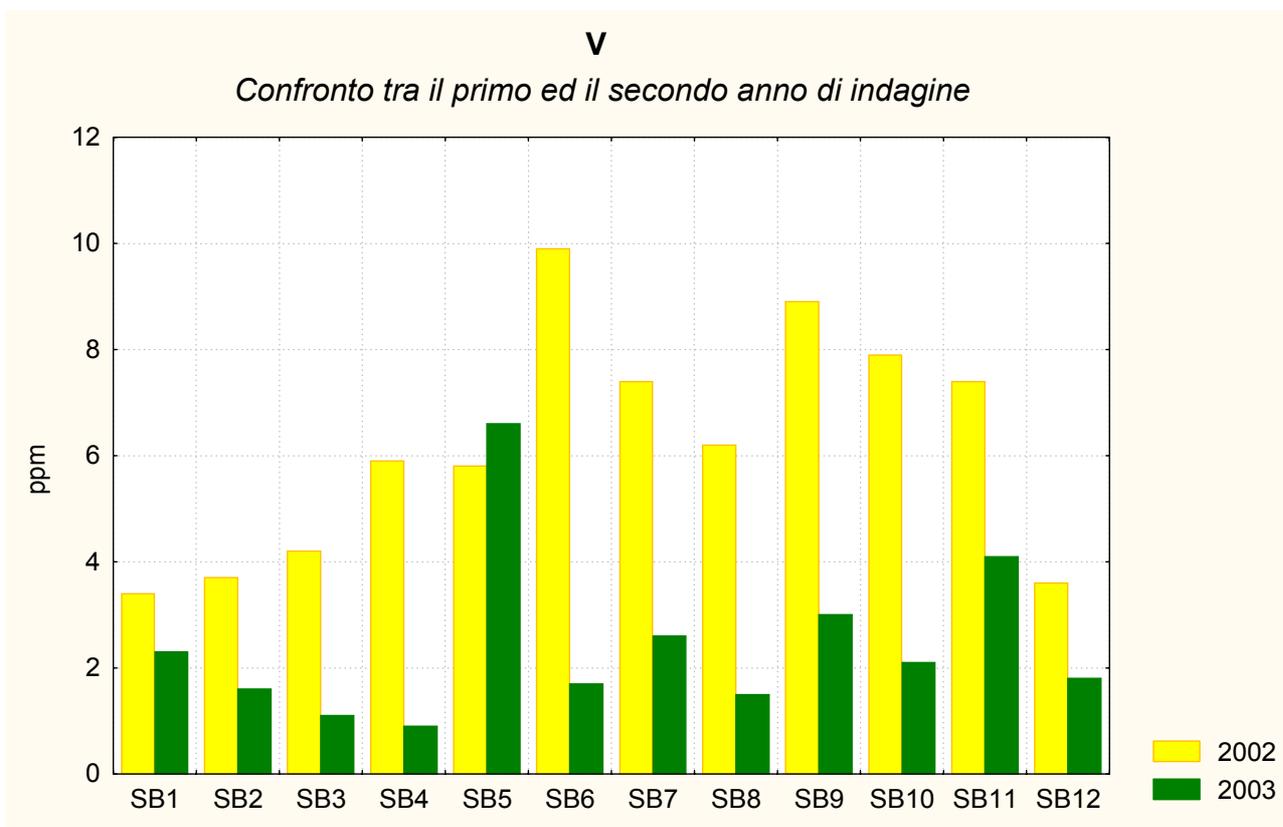


Fig 57- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Vanadio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

Dati area B

Ciascuna delle 9 stazioni è stata contrassegnata con un codice alfanumerico (es. **S1C**), dove la prima lettera ed il numero indicano la stazione ed il suo numero progressivo, mentre l'ultima lettera fa riferimento al cementificio Colacem.

Stazione	Località
S1C	Colognola
S2C	Colognola
S2C	Ghigiano
S3C	Ponte Maccagnana
S4C	C. Ghigino
S5C	C. Ghigino
S6C	Ghigiano
S7C	Fornace Presciutti
S8C	Padule
S9C	Il Molinetto

Cloruri solubili

I cloruri solubili presentano un pattern distribuzionale corrispondente a quello rilevato nel precedente anno. Per quanto riguarda le concentrazioni di cloruri solubili nei talli lichenici, si è notata una riduzione della media che attualmente è pari a 651.6 ppm con una notevole riduzione dei valori massimi, ma un aumento di quelli minimi. Il valore massimo riscontrato è pari a 908 ppm.

Staz.	ppm
S1C	378
S2C	332
S3C	908
S4C	745
S5C	743
S6C	736
S7C	635
S8C	723
S9C	665

Val. medio 651,666
Val. min. 332
Val. max 908
Deviazione standard 184,563

Tab. 15 – Concentrazione dei Cloruri solubili nelle singole stazioni e relative statistiche.

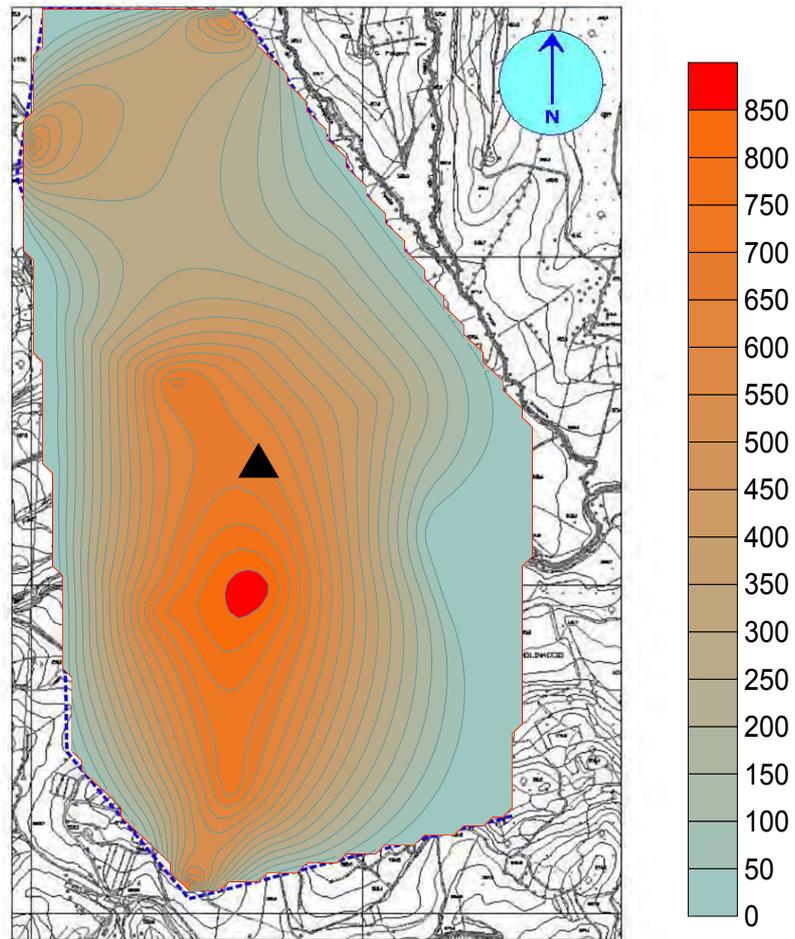


Fig. 58 – Carta della deposizione dei Cloruri solubili con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

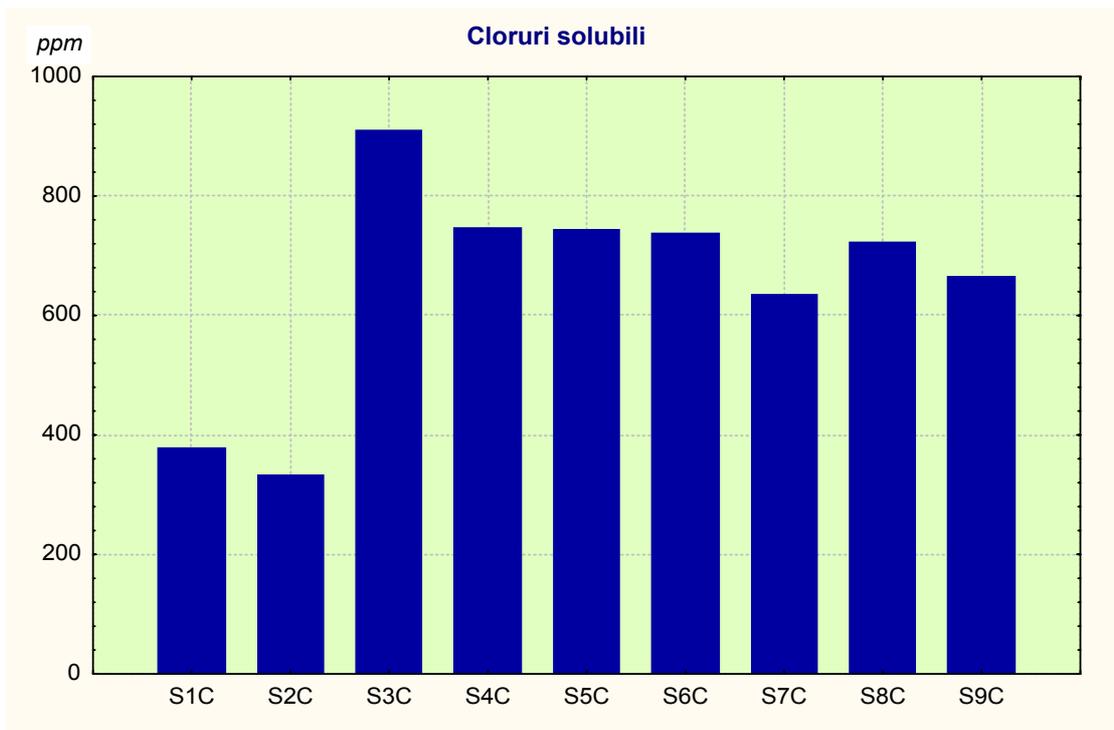


Fig. 59 – Grafico delle concentrazioni dei Cloruri solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

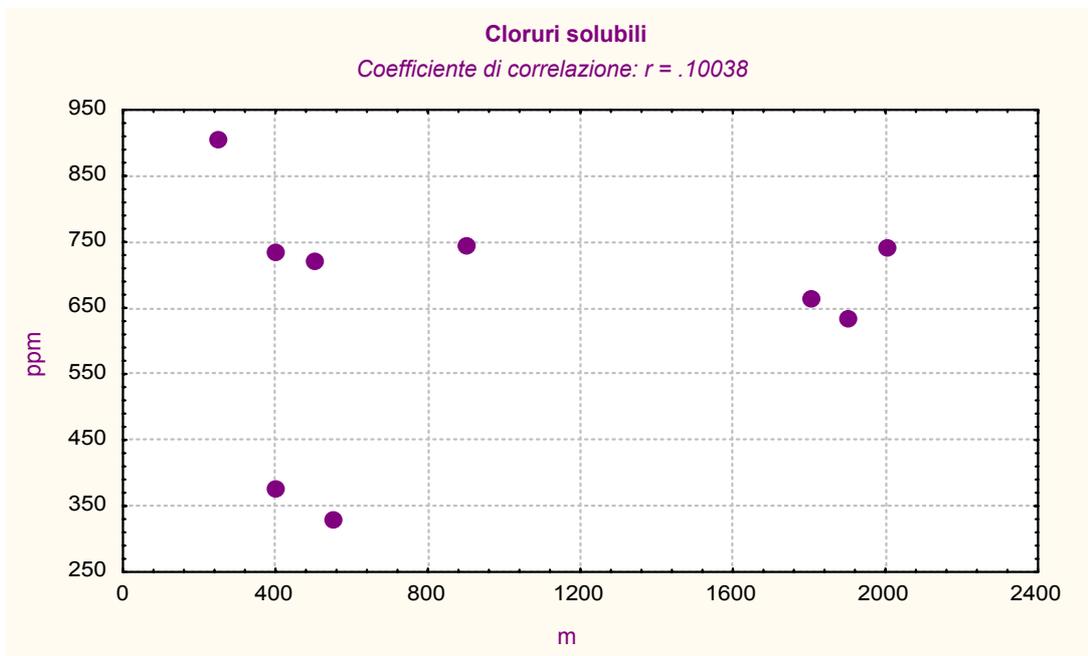


Fig. 60 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Fluoruri solubili

Nei fluoruri solubili è stata rilevata una leggera diminuzione delle concentrazioni rispetto a quelle dell'anno precedente. La carta della deposizione non risulta per molti aspetti essere uniforme a quella del precedente anno tranne per quanto riguarda il valori massimi, che in entrambi gli anni, sono stati riscontrati nell'area a Sud del cementificio. Attualmente il valore massimo rilevato appartiene alla stazione S3C ed è pari a 98 ppm.

Staz.	ppm
S1C	33
S2C	13,8
S3C	98
S4C	22
S5C	22
S6C	22
S7C	36
S8C	30
S9C	45

Val. medio 35,755
Val. min. 13,8
Val. max 98
Deviazione standard 25,125

Tab. 16 – Concentrazione dei Fluoruri solubili nelle singole stazioni e relative statistiche.

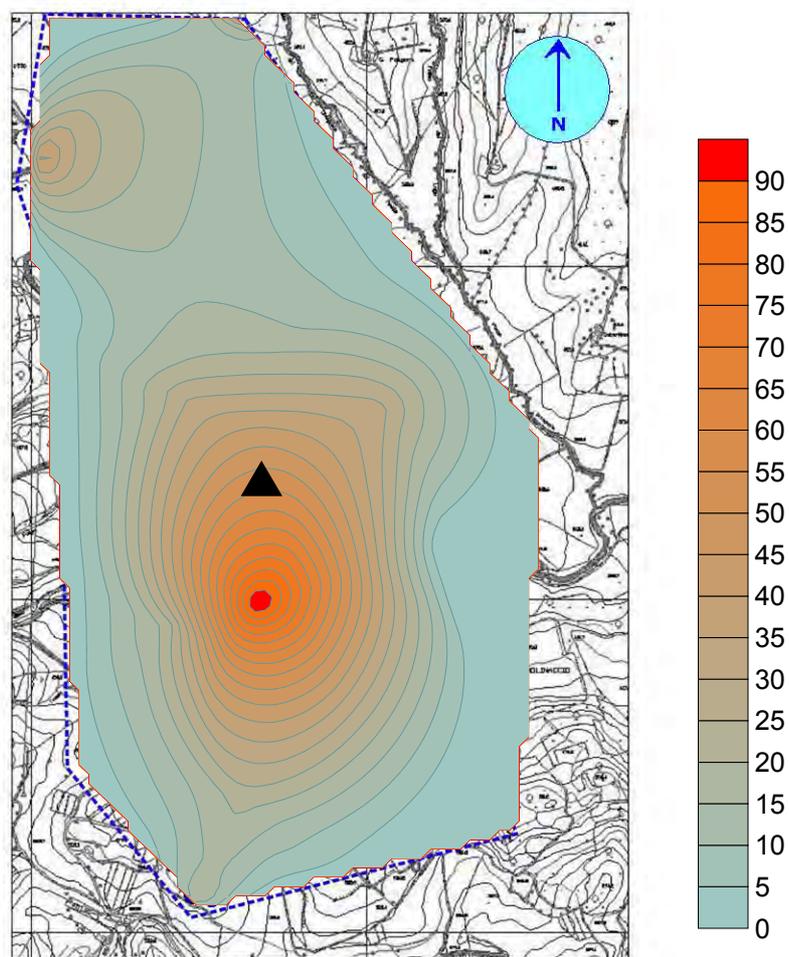


Fig. 61 – Carta della deposizione dei Fluoruri solubili con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

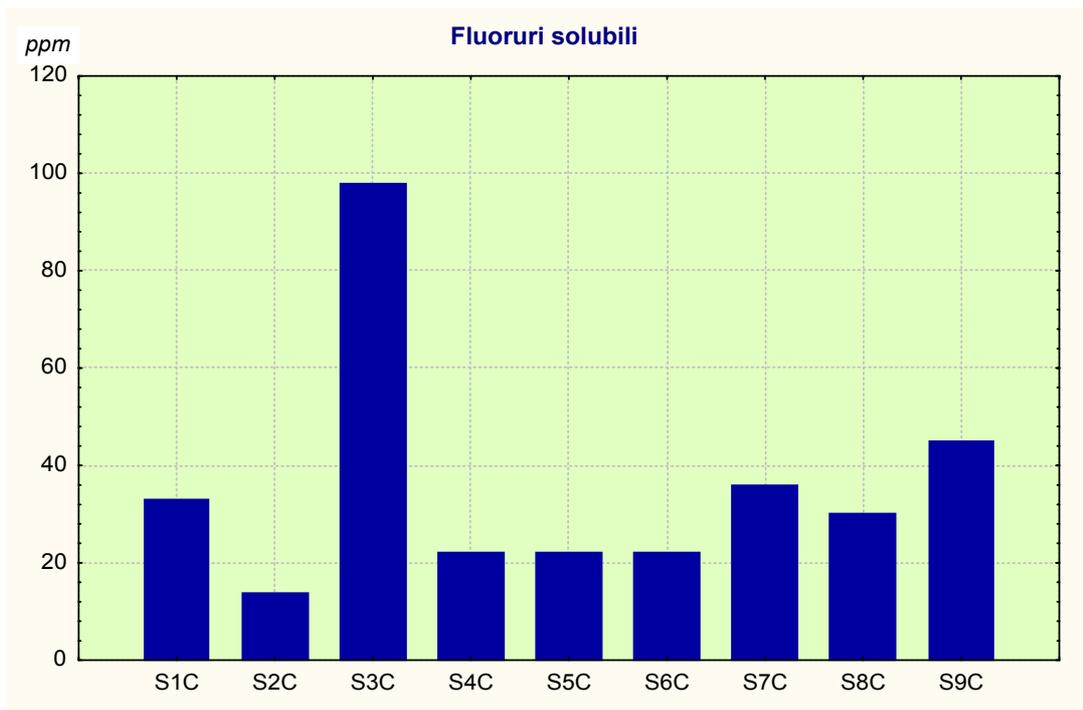


Fig. 62 – Grafico delle concentrazioni dei Fluoruri solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

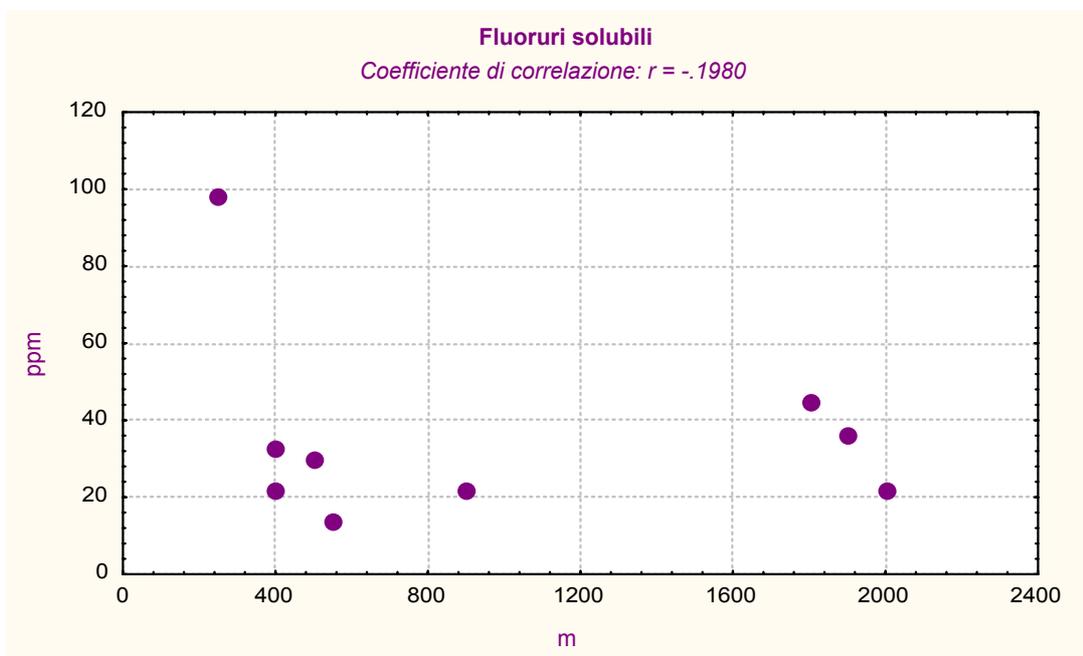


Fig. 63 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Solfati solubili

Il monitoraggio dei Solfati solubili è stato introdotto con l'attuale anno di biomonitoraggio, pertanto occorre una maggiore acquisizione di dati per la verifica del comportamento deposizionale e delle relative concentrazioni, anche in relazione ai valori di back-ground nazionale.

Staz.	ppm
S1C	834
S2C	1784
S3C	1376
S4C	1136
S5C	1625
S6C	1748
S7C	2341
S8C	1067
S9C	1642

Val. medio 1505,889
Val. min. 834
Val. max 2341
Deviazione standard 456,055

Tab. 17 – Concentrazione dei Solfati solubili nelle singole stazioni e relative statistiche.

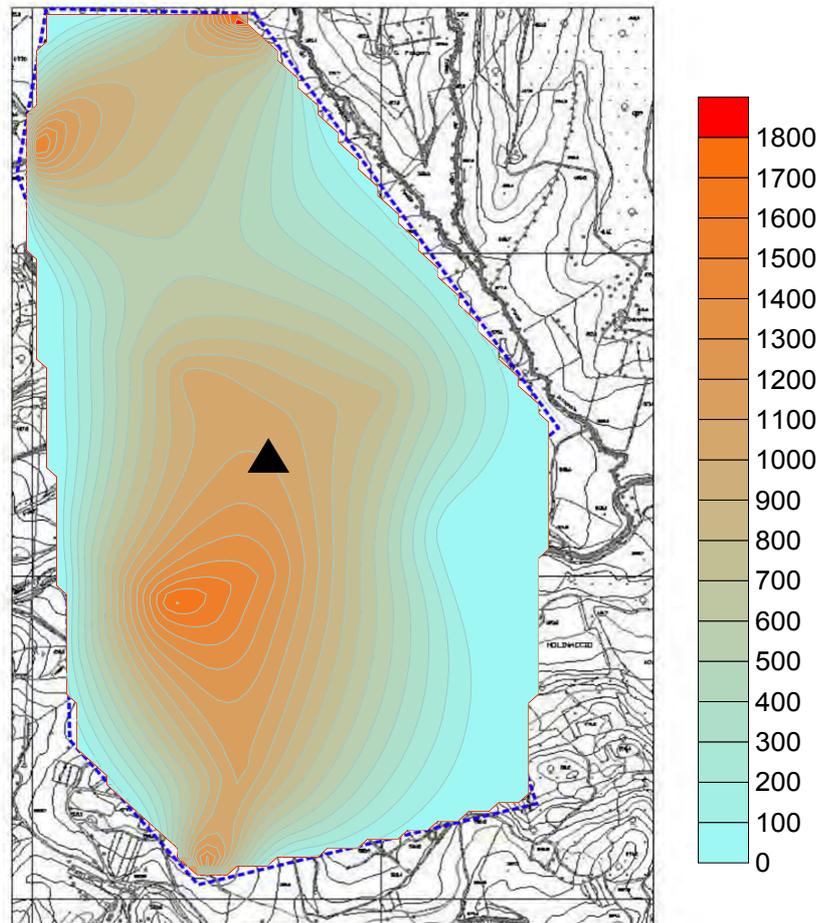


Fig. 64 – Carta della deposizione dei Solfati solubili con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

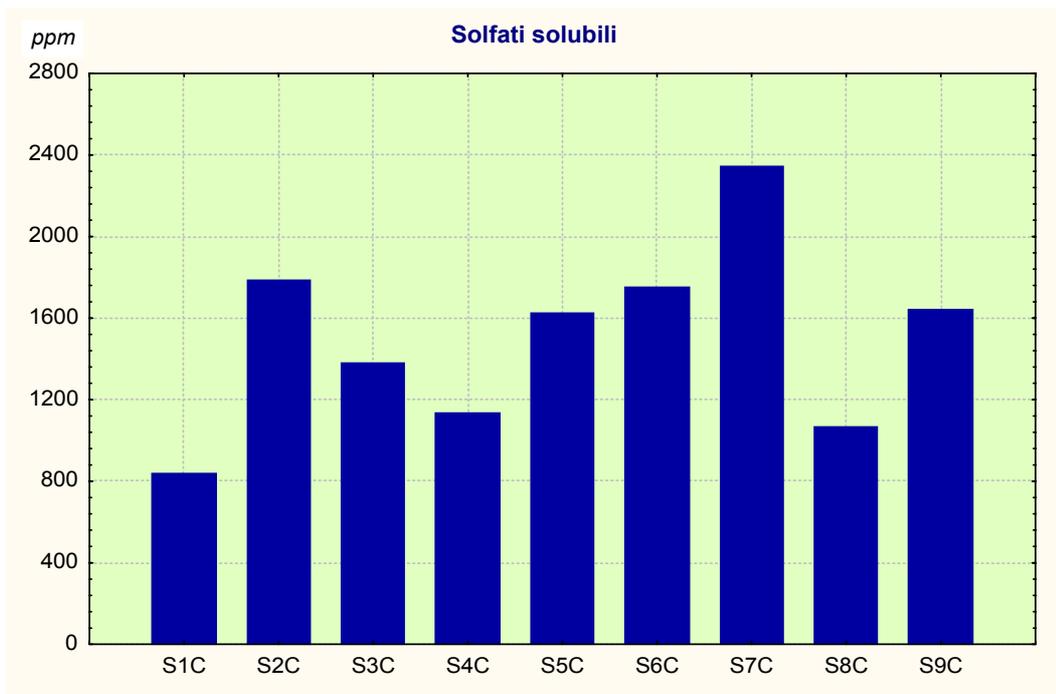


Fig. 65 – Grafico delle concentrazioni dei Solfati solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

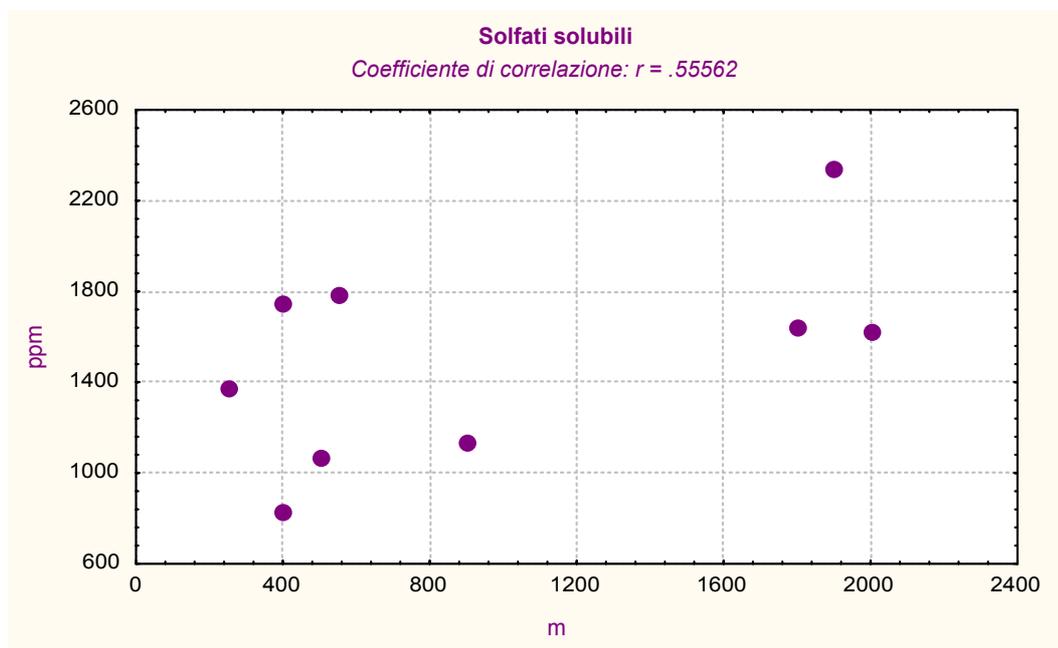


Fig. 66 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Alluminio - Al

I valori delle concentrazioni di alluminio hanno avuto un notevole incremento, soprattutto per quanto riguarda i picchi di maggiore intensità che sono passati dai 1390 ppm del primo anno (riscontrato nella stazione S8C nell'area antistante al cementificio) ai 2155 ppm attuali, in un'area collinare a Sud dove non era attesa questa concentrazione per l'assenza di particolari fenomeni terrigeni. Il valore riscontrato risulta piuttosto anomalo e sarà oggetto di ulteriori campionamenti per una migliore stabilizzazione dei dati.

Staz.	ppm
S1C	1218
S2C	1760
S3C	1118
S4C	2155
S5C	1246
S6C	877
S7C	1500
S8C	1832
S9C	706

Val. medio 1379,111
Val. min. 706
Val. max 2155
Deviazione standard 472,209

Tab. 18 – Concentrazione di Alluminio nelle singole stazioni e relative statistiche.

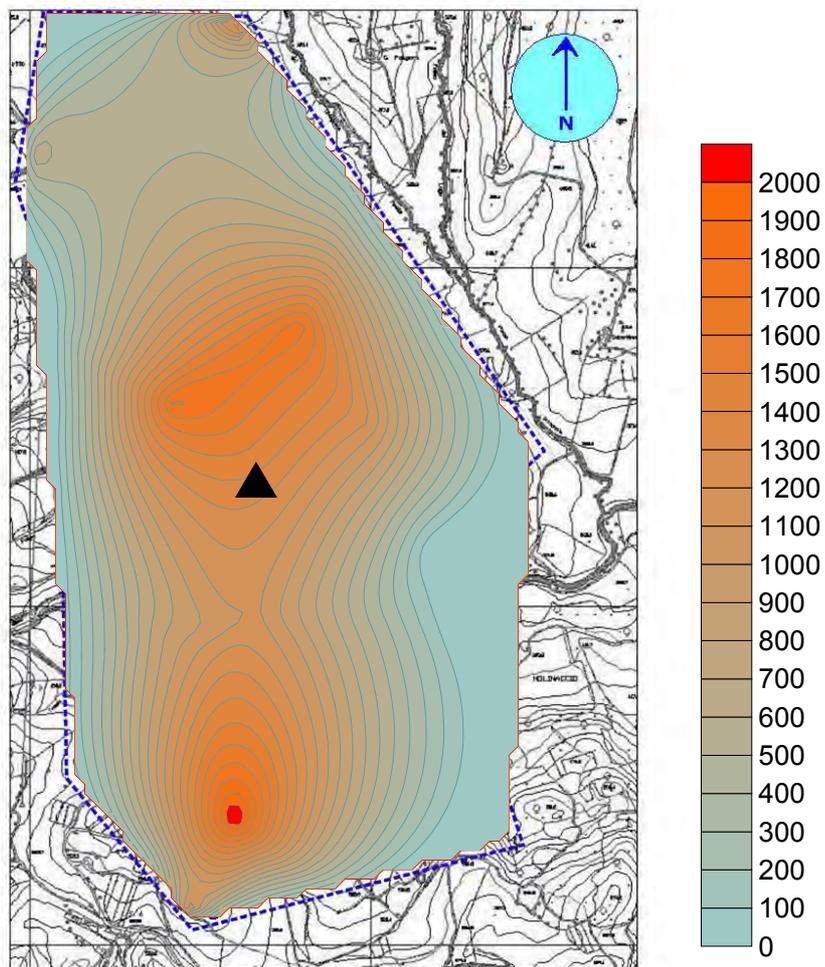


Fig. 67 – Carta della deposizione di Alluminio con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

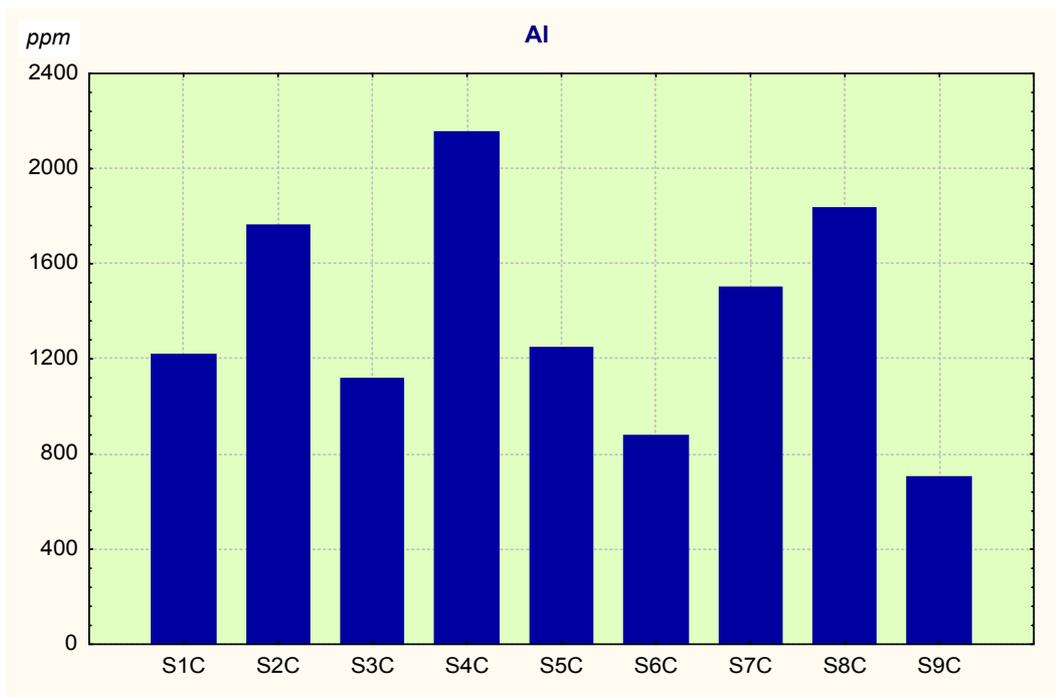


Fig. 68 – Grafico delle concentrazioni di Alluminio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

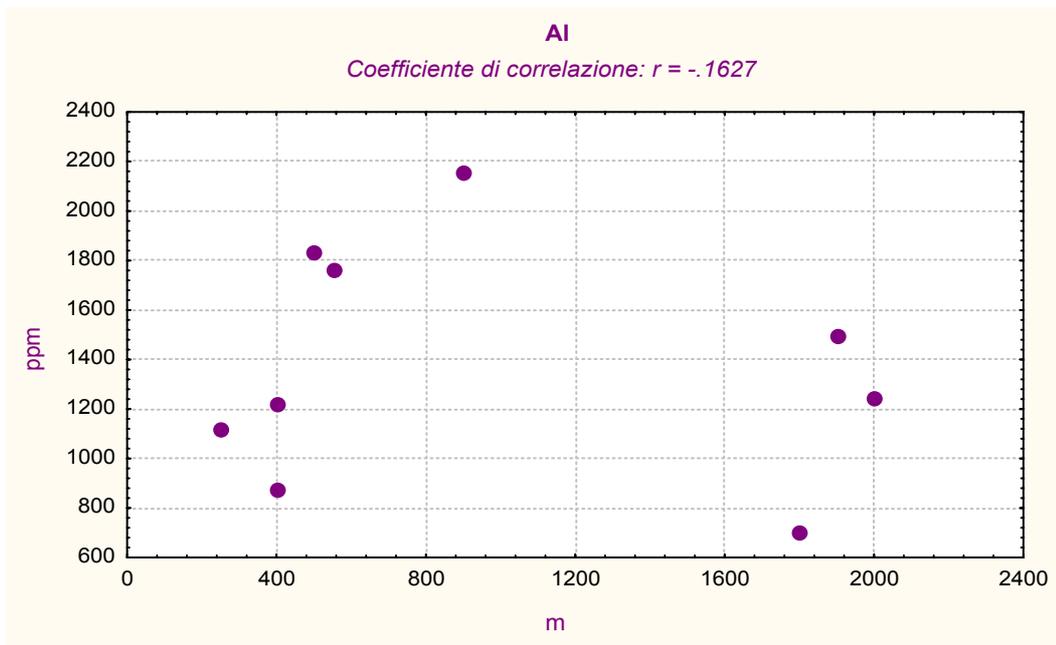


Fig. 69 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Arsenico - As

Le concentrazioni di questo inquinante hanno riportato una riduzione generale ed il valore medio è sceso a 0.324 ppm, rispetto ai 0.555 ppm del precedente campionamento. La carta della distribuzione è piuttosto uniforme con quella del precedente anno ed è stata interessata solo da un leggero spostamento da NW a N del trend migratorio dell'arsenico. Nella stazione S2C si è registrato il valore massimo dell'area, pari a 0.52 ppm.

Staz.	ppm
S1C	0,33
S2C	0,52
S3C	0,43
S4C	0,28
S5C	0,50
S6C	0,06
S7C	0,12
S8C	0,31
S9C	0,36

Val. medio 0,324
Val. min. 0,06
Val. max 0,52
Deviazione standard 0,155

Tab. 19 – Concentrazione di Arsenico nelle singole stazioni e relative statistiche.

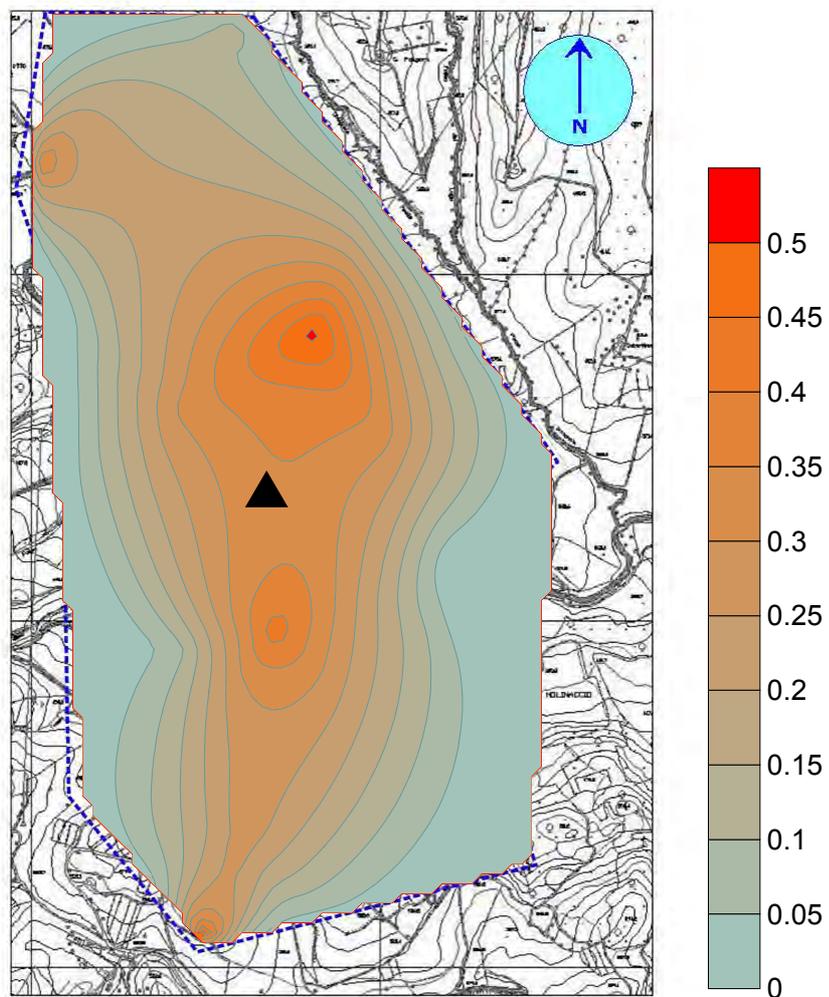


Fig. 70 – Carta della deposizione di Arsenico con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

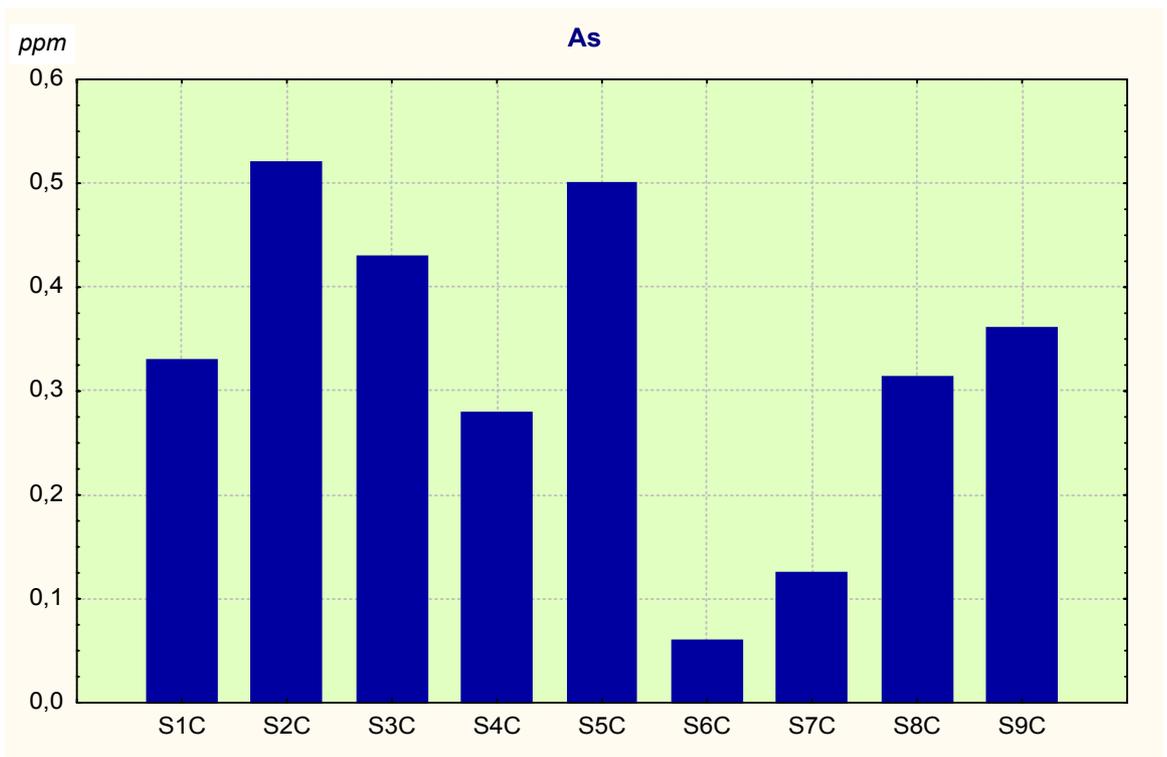


Fig. 71 – Grafico delle concentrazioni di Arsenico in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

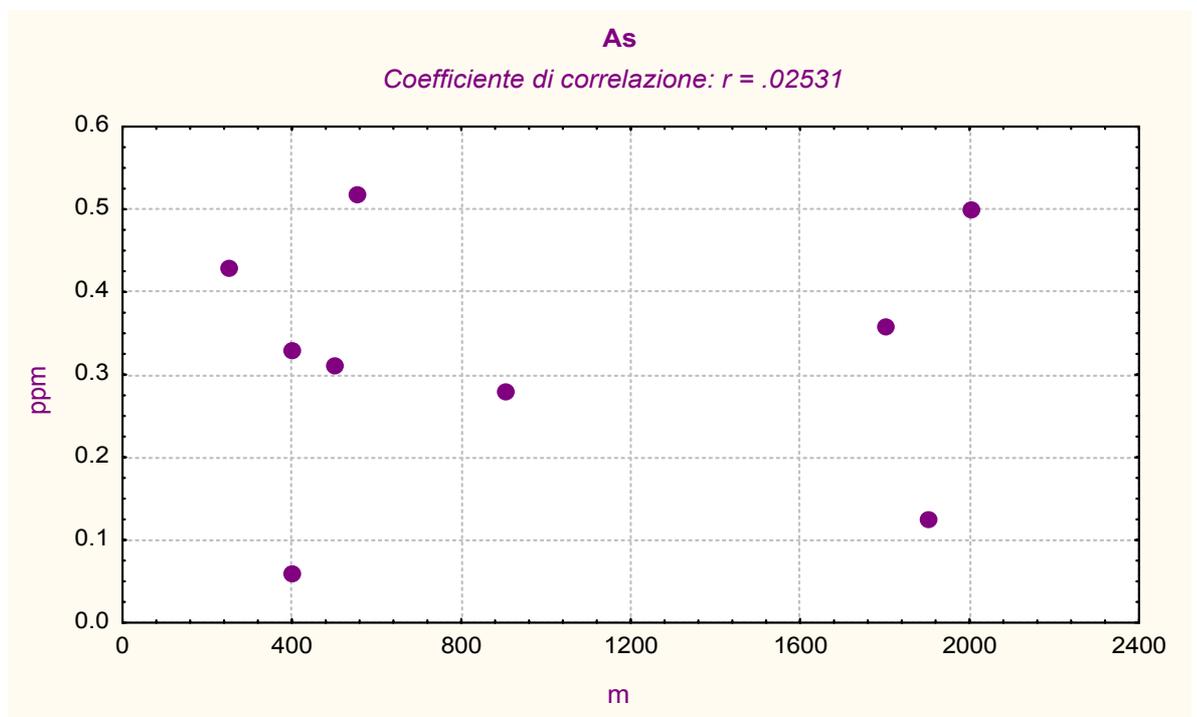


Fig. 72 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Cadmio - Cd

Il cadmio mostra una maggiore concentrazione nei talli lichenici rispetto al precedente anno; il valore medio riscontrato nell'area B è pari a 0.239 ppm. Secondo il modello della carta della deposizione, l'hot spot che l'anno precedente era stato rilevato presso la stazione S2C orientata a N rispetto al cementificio e che riportava un valore di accumulo di 0.243 ppm, attualmente è stato riscontrato nella stazione S3C, posta invece a S, e la quale riporta un valore di 0.239 ppm. Nonostante l'inversione di tendenza dell'hot spot migrato da N a S, la carta della distribuzione è simile a quella dell'anno precedente ma restano tuttavia da definire i trend migratori di questo metallo.

Staz.	ppm
S1C	0,16
S2C	0,33
S3C	0,50
S4C	0,13
S5C	0,16
S6C	0,17
S7C	0,12
S8C	0,20
S9C	0,37

Val. medio 0,239
Val. min. 0,125
Val. max 0,50
Deviazione standard 0,131

Tab. 20 – Concentrazione di Cadmio nelle singole stazioni e relative statistiche.

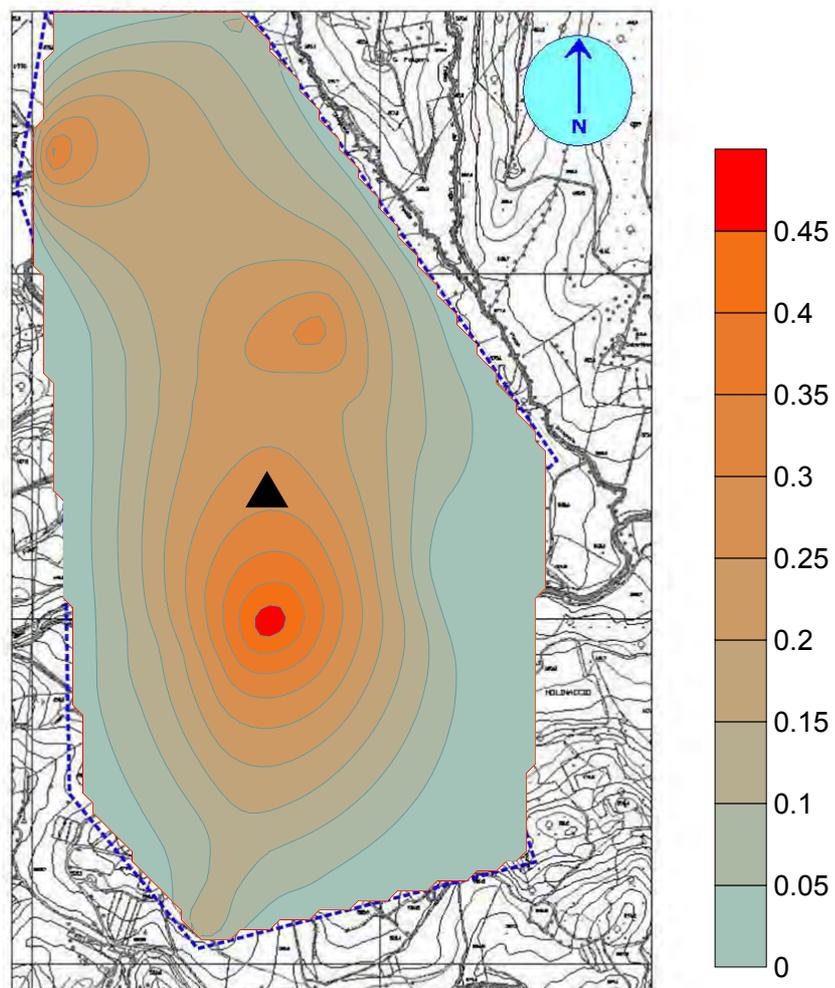


Fig. 73 – Carta della deposizione di Cadmio con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

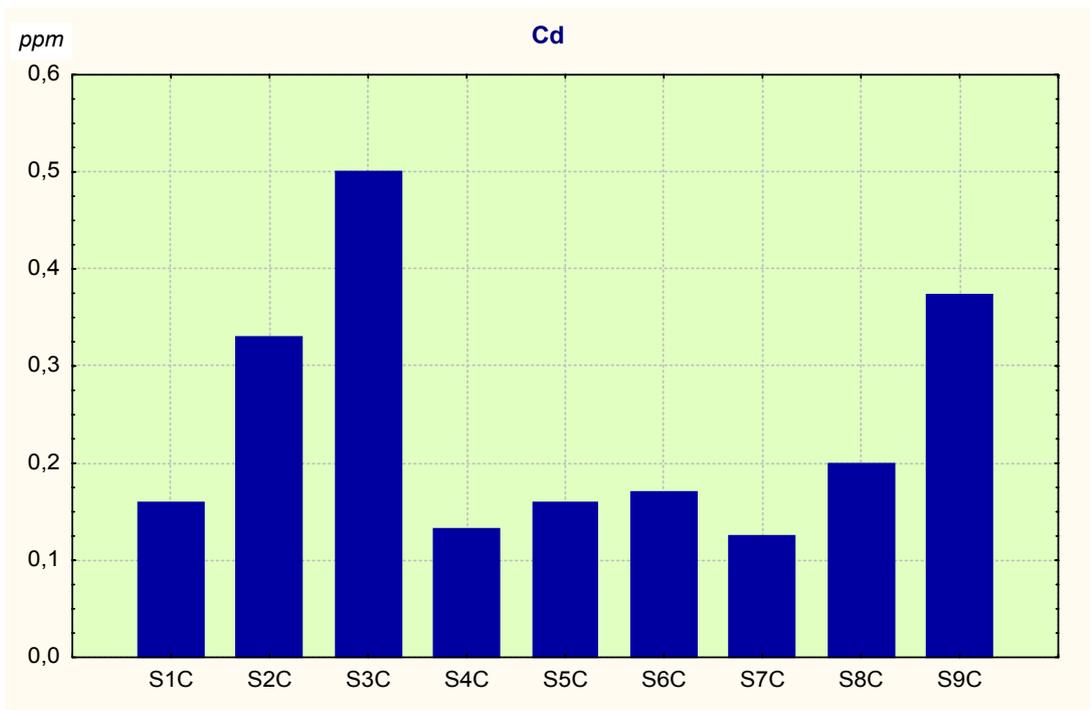


Fig. 74 – Grafico delle concentrazioni di Cadmio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

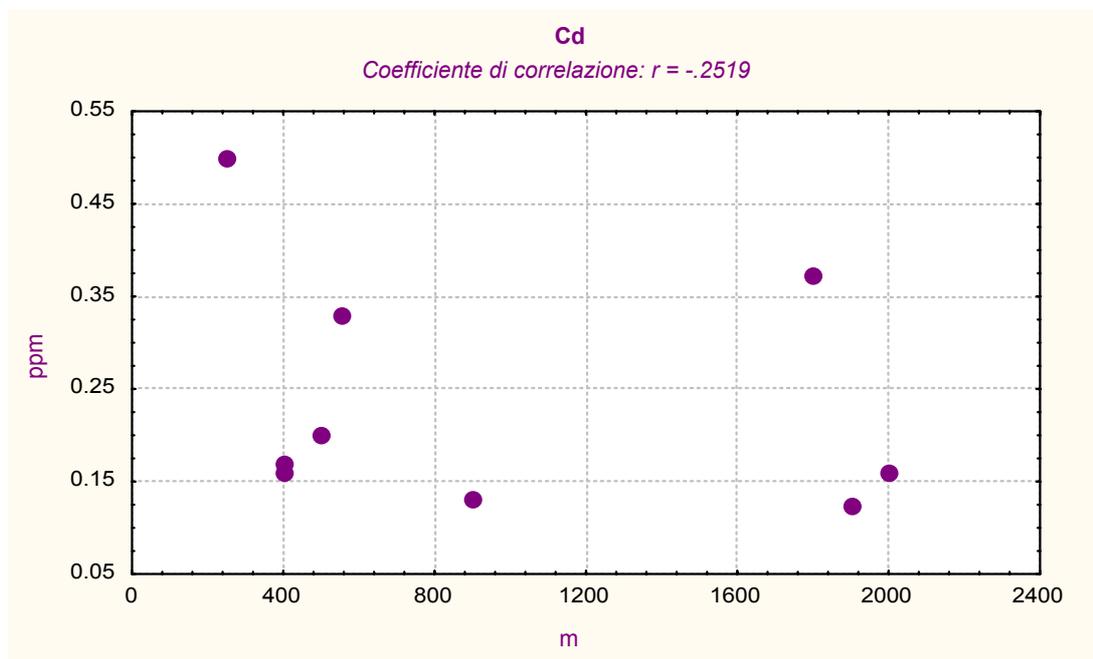


Fig. 75 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Cromo - Cr

Il cromo, nell'attuale anno di biomonitoraggio, ha mostrato una riduzione nei valori medi di accumulo e un'inversione nel maggior punto di deposizione, come nel caso del Cadmio. L'hot spot che nel precedente anno era stato rilevato nella stazione S2C orientata a N rispetto al cementificio, attualmente è stato ritrovato a S in corrispondenza della S3C con una concentrazione di 6.4 ppm.

Anche per questo metallo si rende necessaria una maggiore acquisizione di dati al fine di poter verificare ulteriormente i trend migratori.

Staz.	ppm
S1C	0,29
S2C	0,66
S3C	6,4
S4C	1,69
S5C	0,44
S6C	0,89
S7C	2,04
S8C	0,94
S9C	0,32

Val. medio 1,519
Val. min. 0,29
Val. max 6,40
Deviazione standard 1,927

Tab. 21 – Concentrazione di Cromo nelle singole stazioni e relative statistiche.

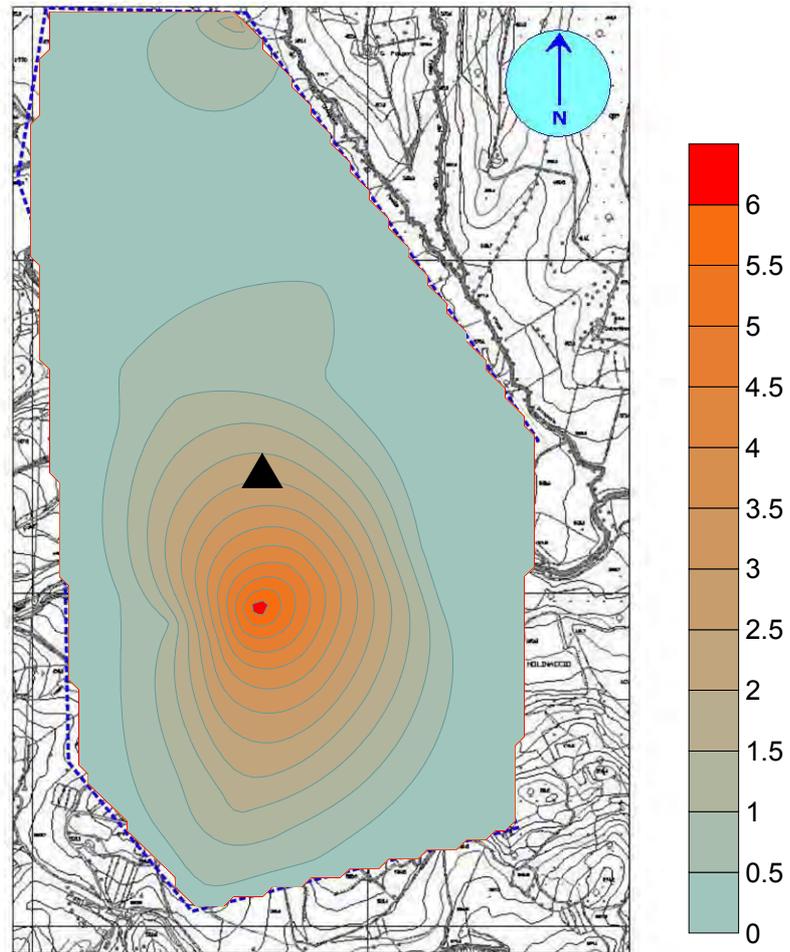


Fig. 76 – Carta della deposizione di Cromo con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

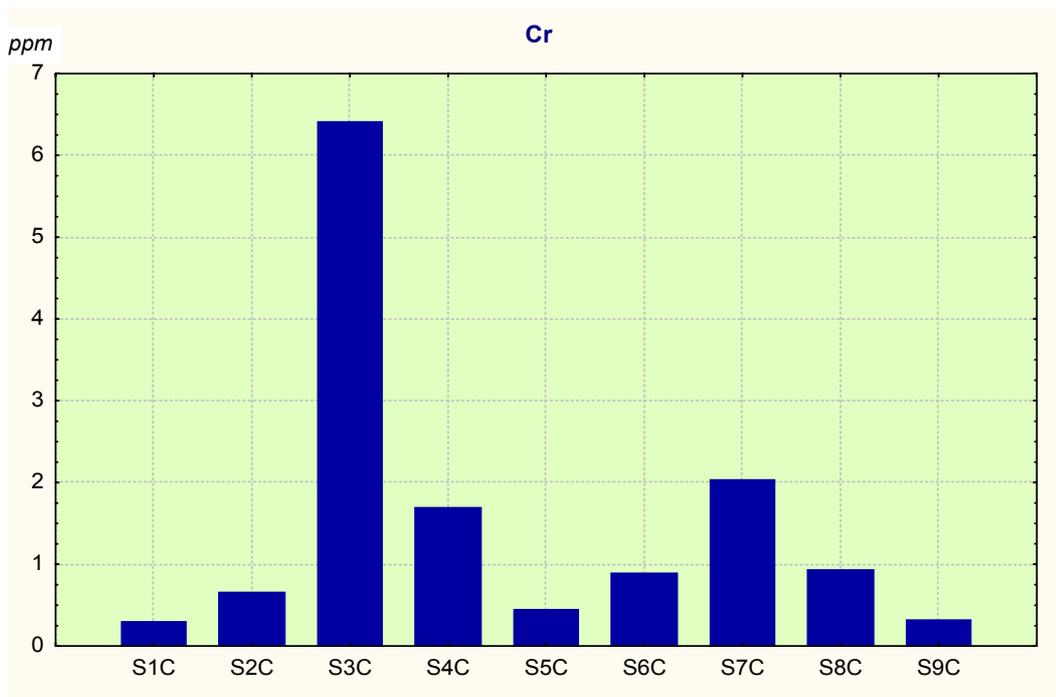


Fig. 77 – Grafico delle concentrazioni di Cromo in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

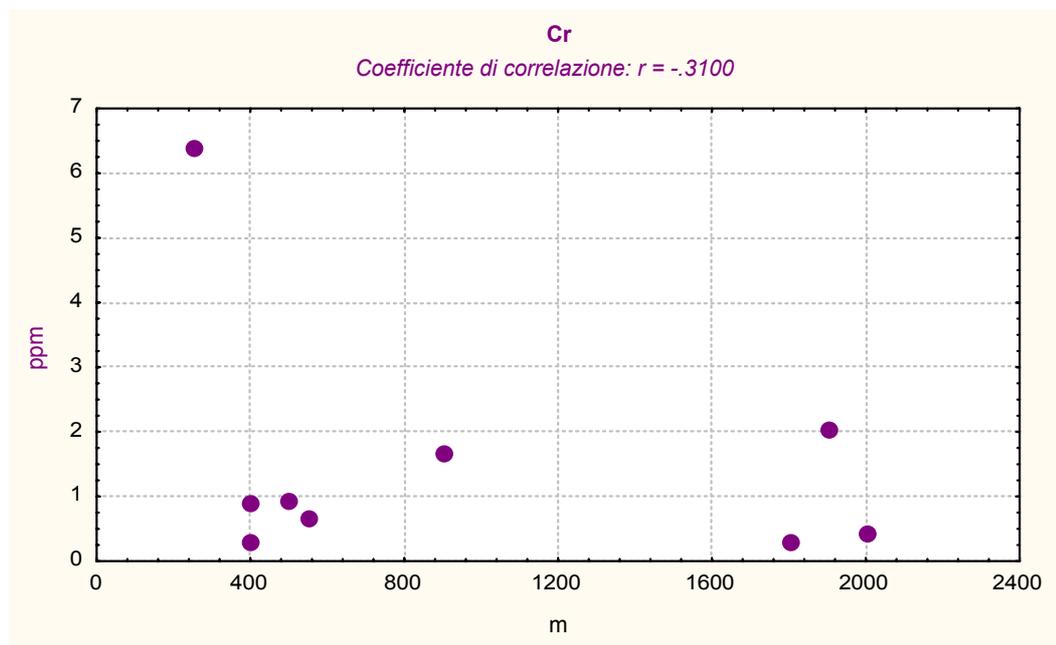


Fig. 78 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Rame - Cu

Il rame ha mostrato un sensibile calo nel valore di accumulo medio (5.35 ppm) e secondo il modello della carta della deposizione, rimane abbastanza uniforme anche il confronto con i dati del precedente anno. Infatti i valori massimi riscontrati, rimangono localizzati nelle stazioni poste a N rispetto al cementificio, mentre il valore anomalo che era stato riscontrato nella stazione S3C, apparentemente non soggetta a particolare contaminazione, conferma anche nel secondo anno di biomonitoraggio un valore relativamente alto di 7.7 ppm.

Staz.	ppm
S1C	5,66
S2C	2,87
S3C	7,7
S4C	1,59
S5C	4,43
S6C	4,82
S7C	5,74
S8C	8,84
S9C	6,53

Val. medio 5,353
Val. min. 1,59
Val. max 8,84
Deviazione standard 2,257

Tab. 22 – Concentrazione di Rame nelle singole stazioni e relative statistiche.

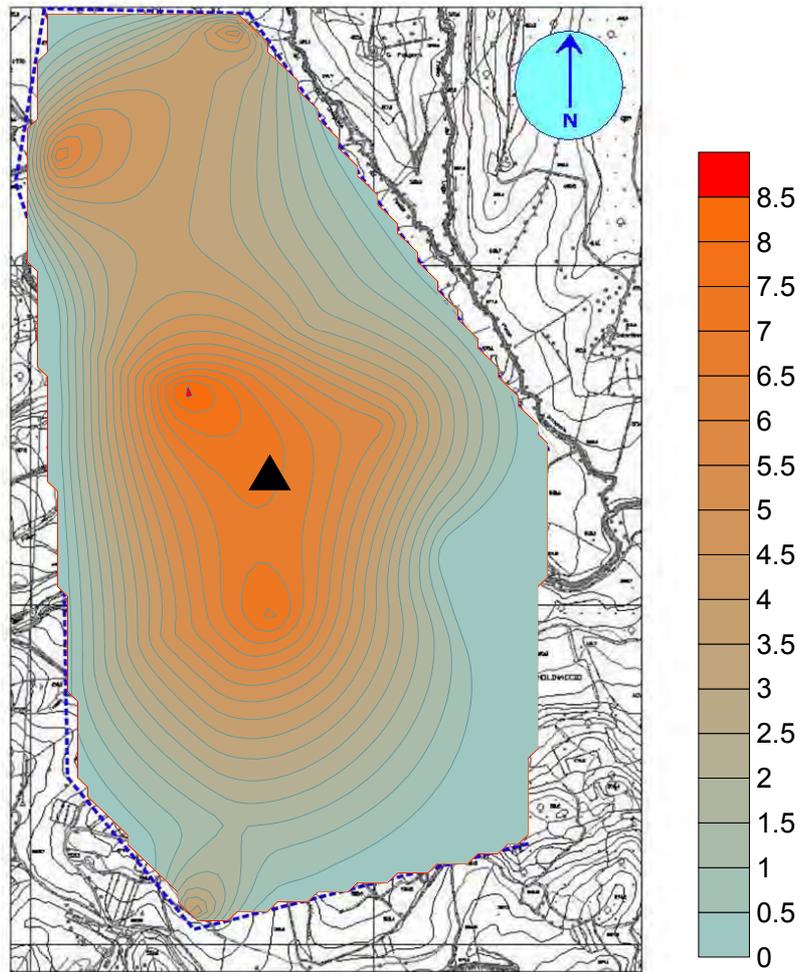


Fig. 79 – Carta della deposizione di Rame con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

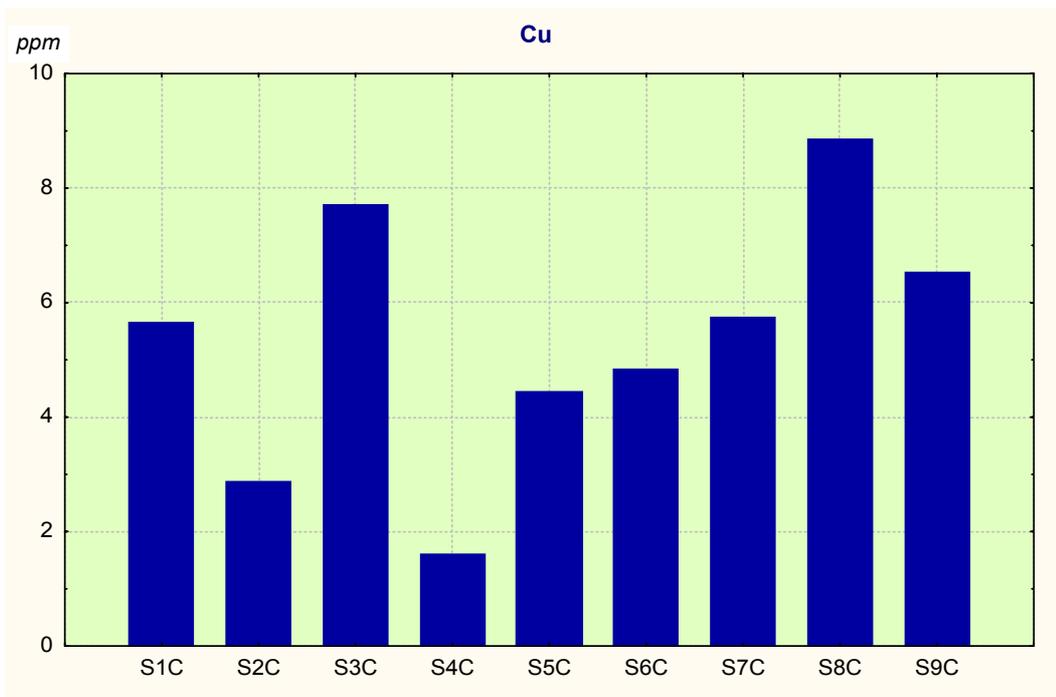


Fig. 80 – Grafico delle concentrazioni di Rame in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

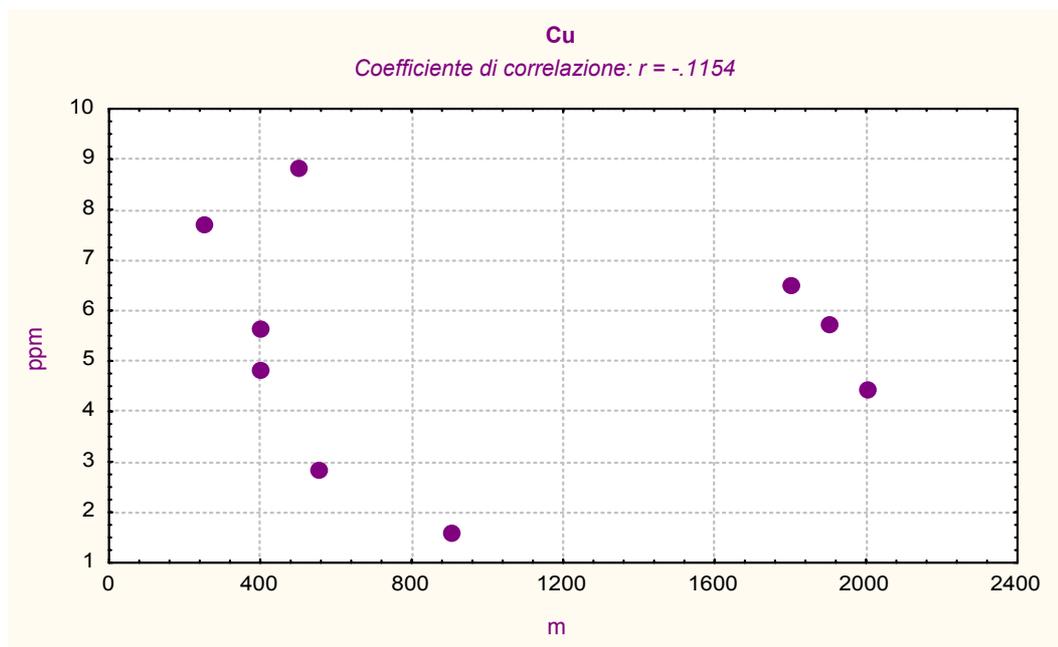


Fig. 81 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Ferro - Fe

La concentrazione di ferro nei talli lichenici è aumentata rispetto ai valori medi del precedente anno di biomonitoraggio che risultavano essere di 1276 ppm, mentre attualmente sono pari a 1515 ppm. E' stato inoltre rilevato un hot spot in corrispondenza della stazione S4C di 2392 ppm, nella zona di Ghigiano alto, che risulta anomalo considerate le caratteristiche geopedologiche dell'area e la mancanza di attività di estrazione o movimento terra. Prendendo però in considerazione le concentrazioni di alluminio e titanio quali elementi terrigeni, si nota che anche questi hanno riscontrato valori elevati di contaminazione puntualmente nella stazione S4C (dei quali il Ferro ha il valore massimo). Pertanto in questo caso i valori terrigeni necessitano di una maggiore acquisizione di dati per una migliore interpretazione del modello di deposizione nell'area.

Staz.	ppm
S1C	1352
S2C	1953
S3C	1241
S4C	2392
S5C	1382
S6C	973
S7C	1525
S8C	2034
S9C	784

Val. medio 1515,111
Val. min. 784
Val. max 2392
Deviazione standard 521,763

Tab. 23 – Concentrazione di Ferro nelle singole stazioni e relative statistiche.

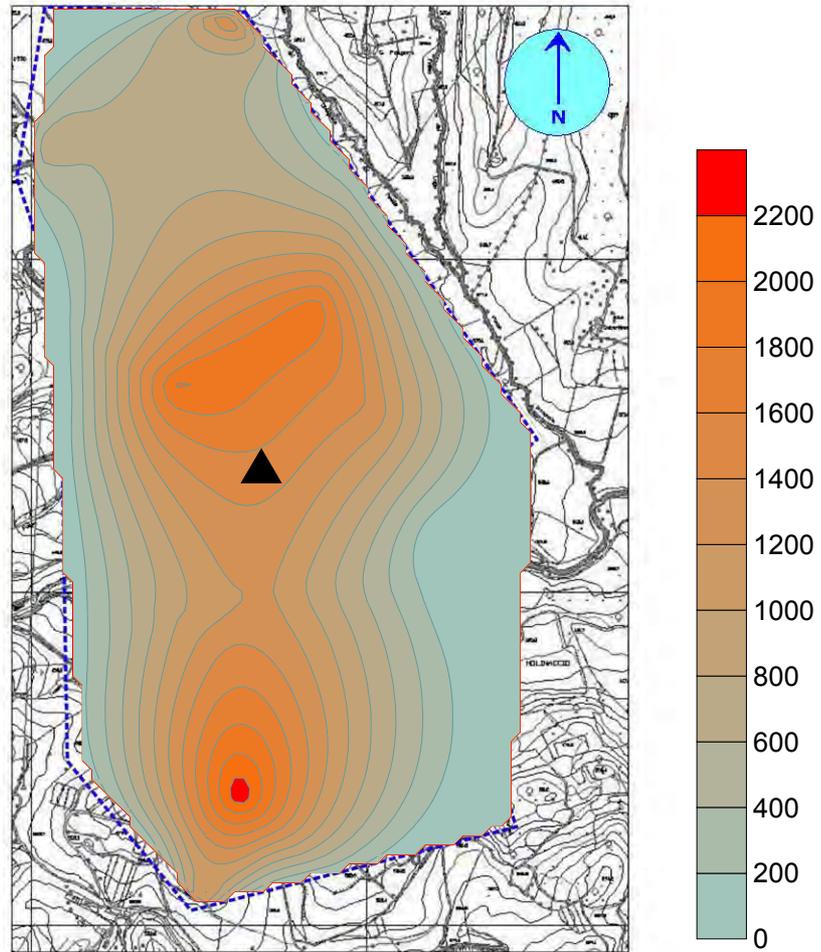


Fig. 82 – Carta della deposizione di Ferro con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

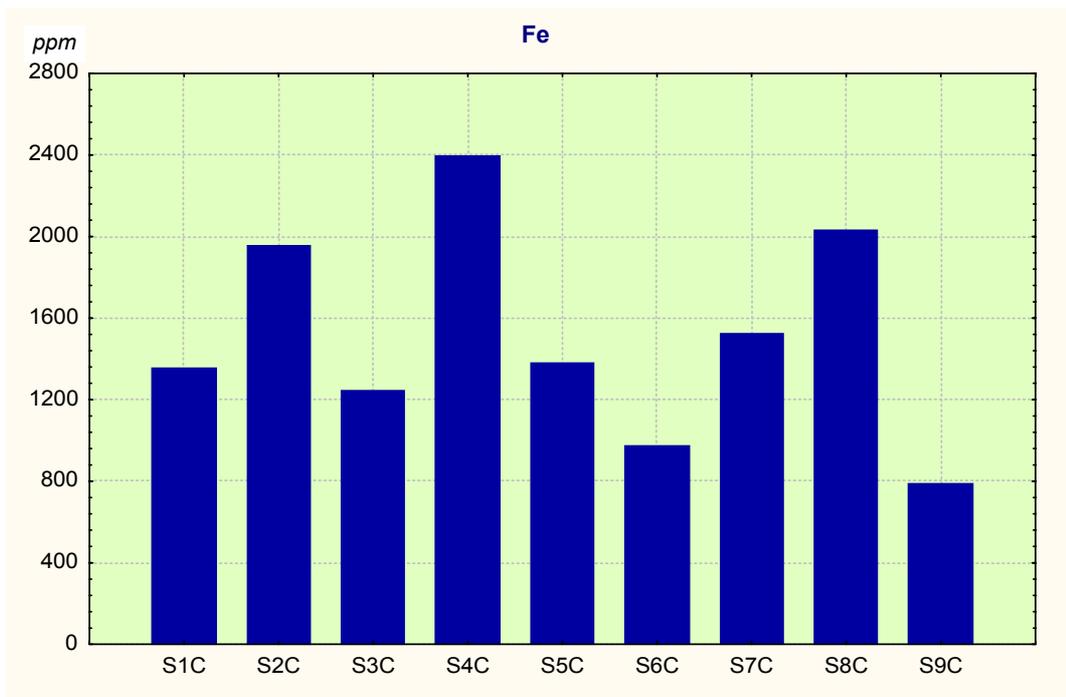


Fig. 83 – Grafico delle concentrazioni di Ferro in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

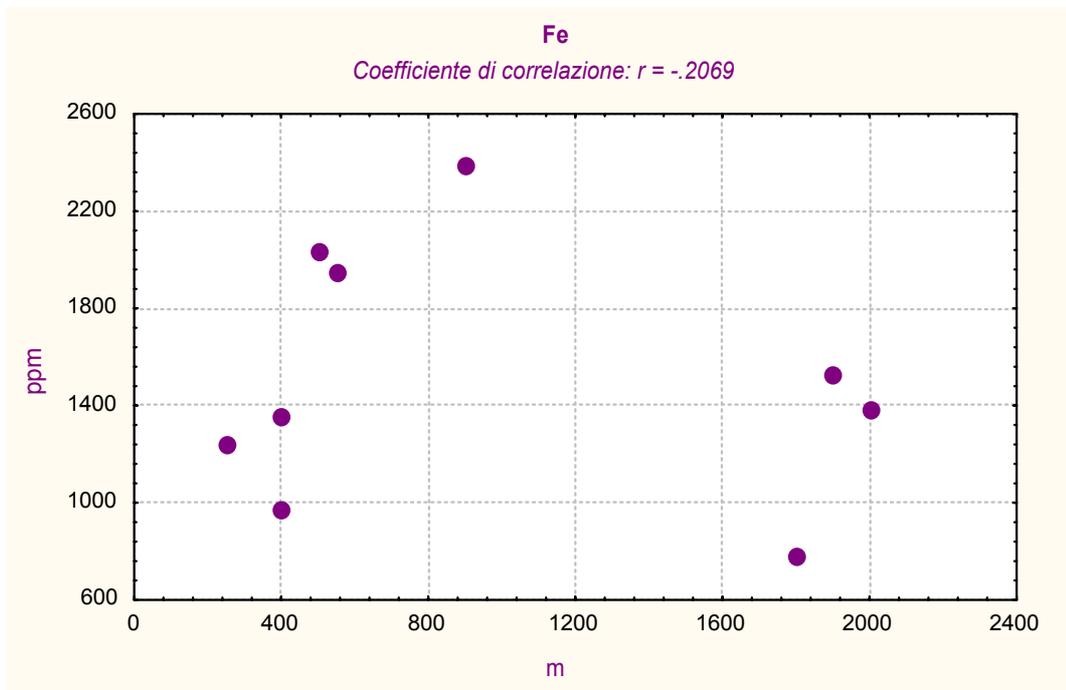


Fig. 84 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Mercurio - Hg

Per quanto riguarda la contaminazione da mercurio, la carta della deposizione è piuttosto uniforme per entrambi gli anni di biomonitoraggio. Le concentrazioni nelle relative stazioni hanno riportato alcune oscillazioni nei valori di accumulo, ma confermano tuttavia l'andamento rilevato inizialmente.

La stazione che ha riportato il maggior accumulo è la S6C con una concentrazione nei talli lichenici di 0.175 ppm; il precedente anno era stata sempre interessata la S6C con 0.221 ppm.

Staz.	ppm
S1C	0,113
S2C	0,106
S3C	0,108
S4C	0,109
S5C	0,138
S6C	0,175
S7C	0,112
S8C	0,102
S9C	0,114

Val. medio 0,119
Val. min. 0,102
Val. max 0,175
Deviazione standard 0,023

Tab. 24 – Concentrazione di Mercurio nelle singole stazioni e relative statistiche.

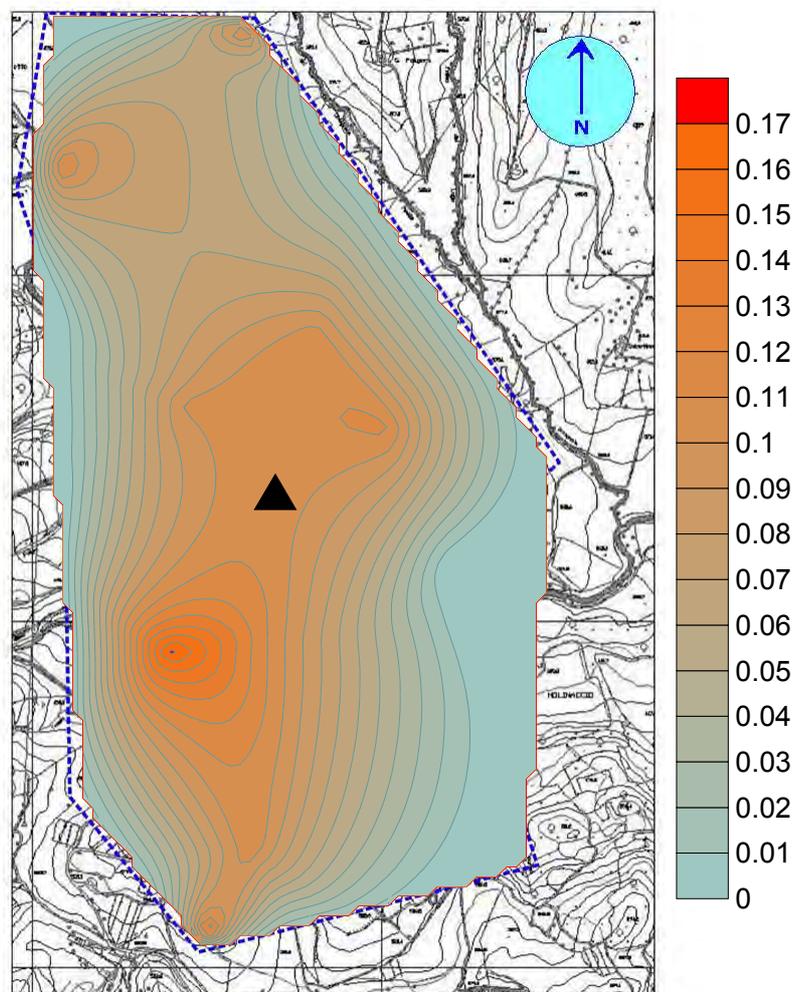


Fig. 85 – Carta della deposizione di Mercurio con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

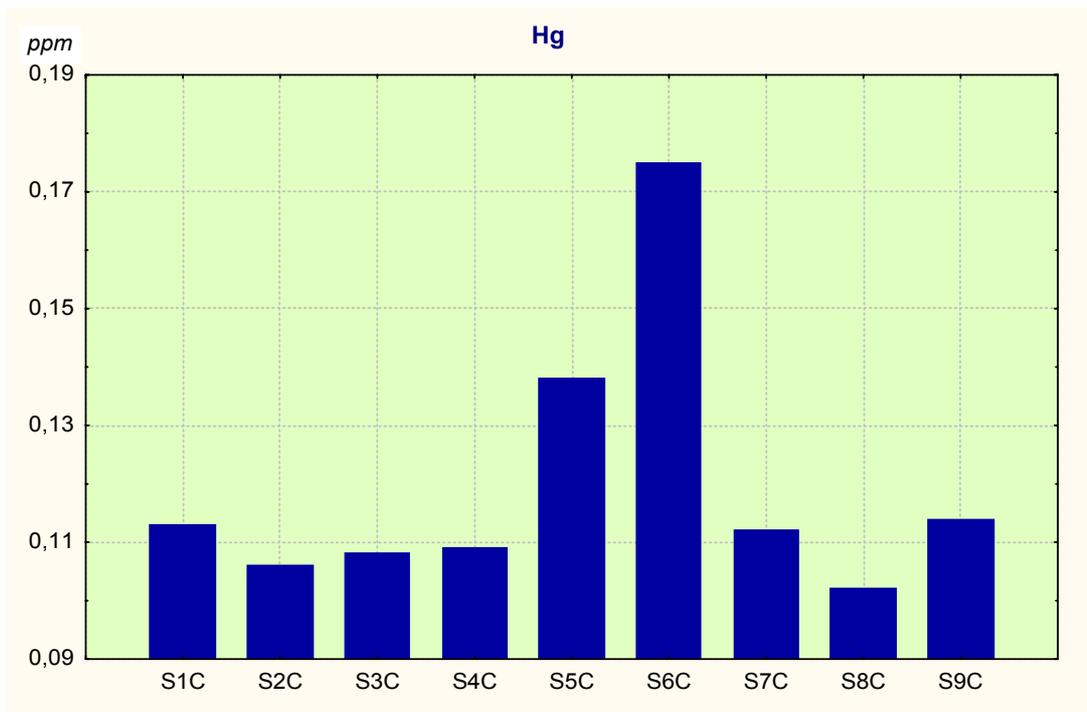


Fig. 86 – Grafico delle concentrazioni di Mercurio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

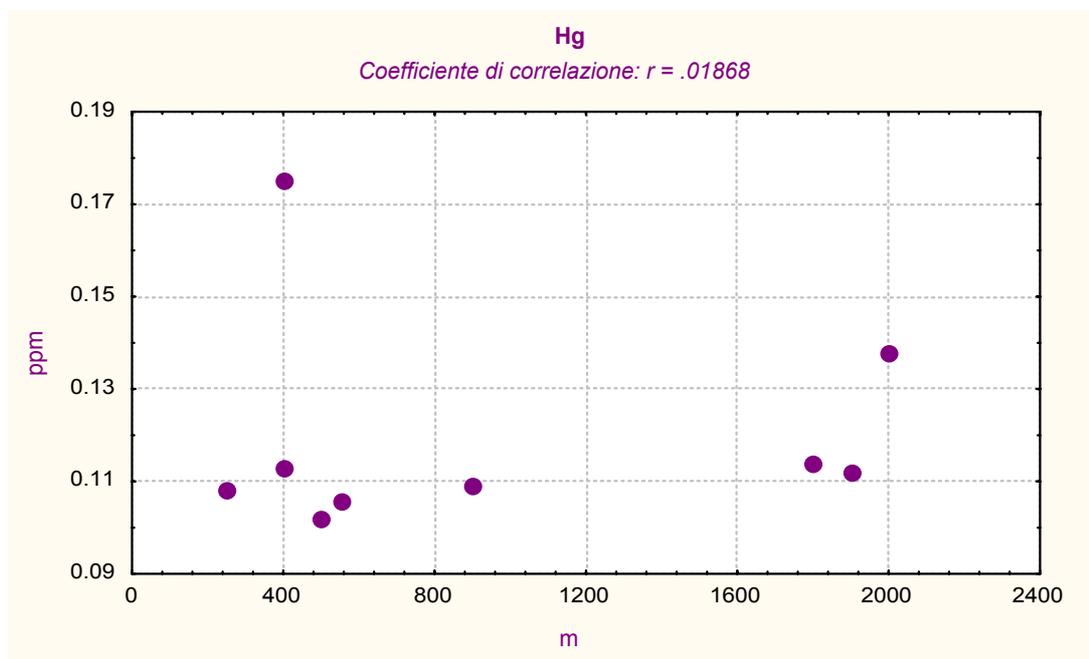


Fig. 87 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Nichel - Ni

L'accumulo di nichel nei talli lichenici si è ridotto notevolmente passando dai 4.87 ppm medi del precedente anno ai 1.94 ppm attuali. Secondo la carta della deposizione, è stata riscontrata una maggiore contaminazione nelle stazioni poste a Sud del cementificio e contemporaneamente una ridotta migrazione verso N, specialmente nelle vicinanze della S9N che aveva registrato il precedente anno un hot spot di 9.09 ppm.

Staz.	ppm
S1C	0,19
S2C	4,60
S3C	4,70
S4C	3,06
S5C	2,47
S6C	1,53
S7C	0,44
S8C	0,13
S9C	0,38

Val. medio 1,944
Val. min. 0,13
Val. max 4,70
Deviazione standard 1,851

Tab. 25 – Concentrazione di Nichel nelle singole stazioni e relative statistiche.

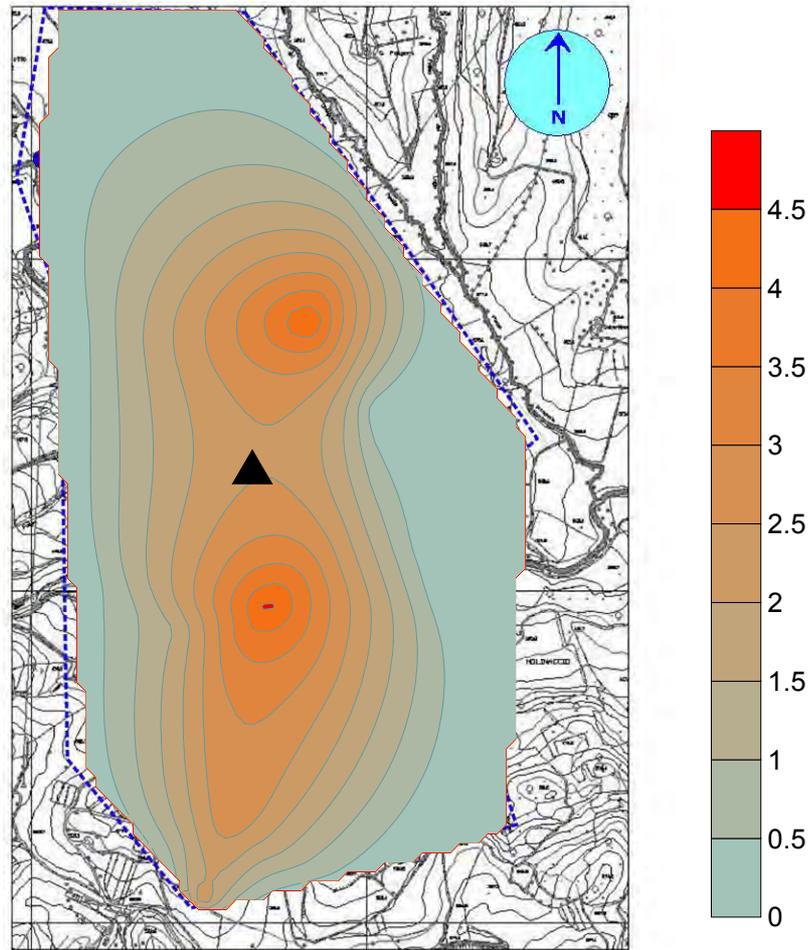


Fig. 88 – Carta della deposizione di Nichel con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

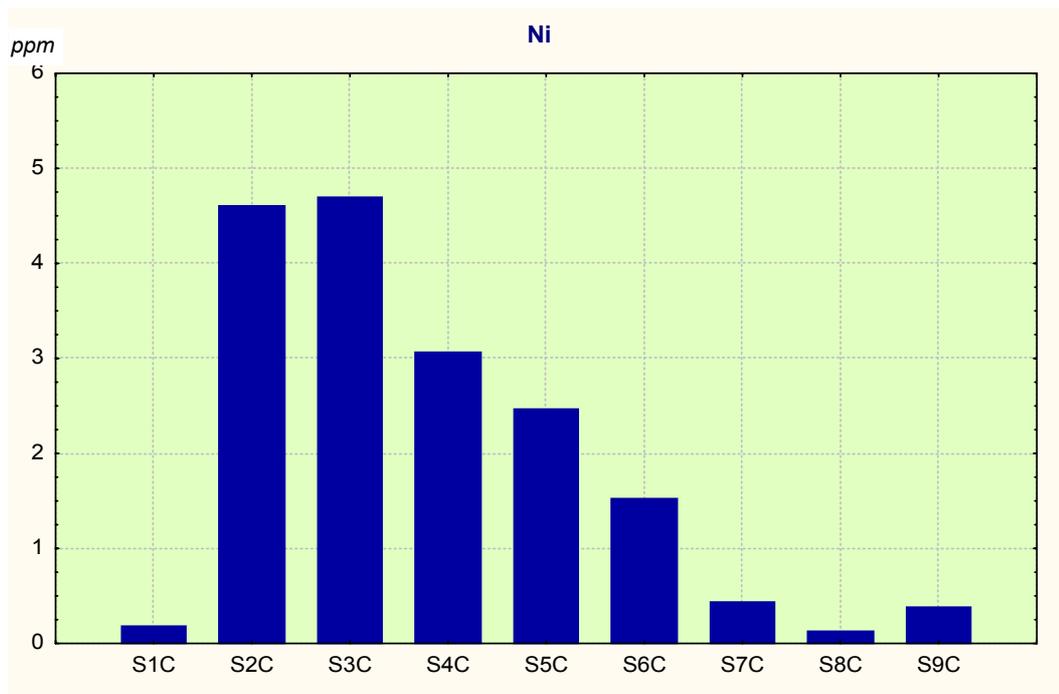


Fig. 89 – Grafico delle concentrazioni di Nichel in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

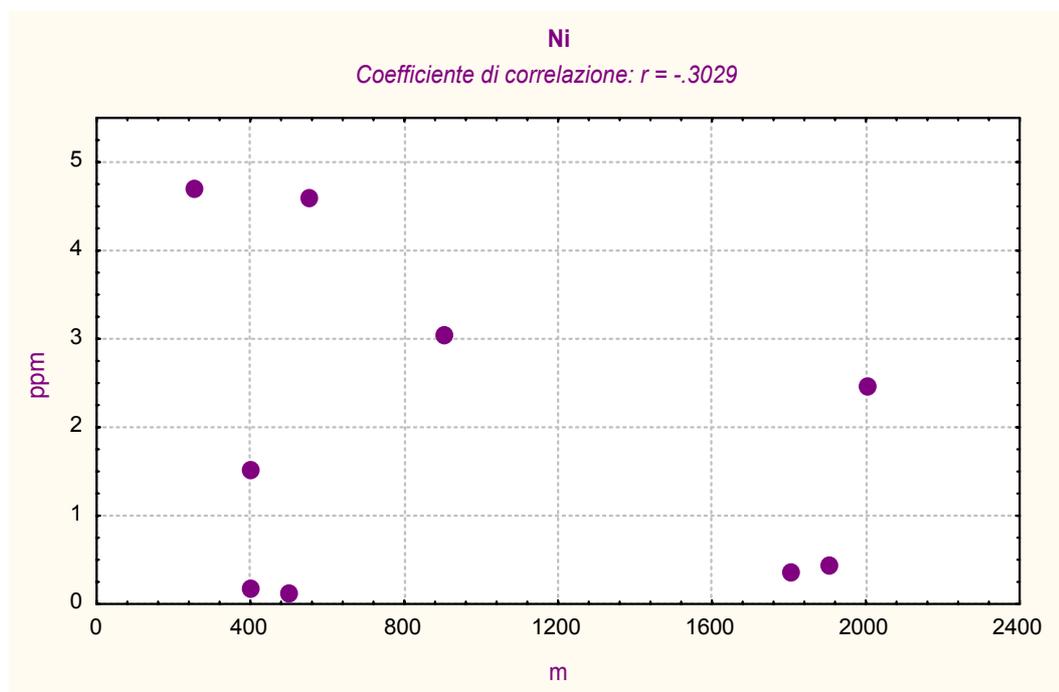


Fig. 90 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Piombo - Pb

La concentrazione di Piombo nei talli lichenici si è drasticamente ridotta passando da 11.3 ppm del precedente anno a 5.94 ppm attuali. La carta della distribuzione ha evidenziato una propagazione verso Sud che non era presente nel primo anno, e un hot spot nella stazione S7C, in direzione Padule.

Staz.	ppm
S1C	0,60
S2C	1,94
S3C	2,32
S4C	0,10
S5C	1,91
S6C	1,76
S7C	5,94
S8C	0,67
S9C	0,96

Val. medio 1,800
Val. min. 0,10
Val. max 5,94
Deviazione standard 1,723

Tab. 26 – Concentrazione di Piombo nelle singole stazioni e relative statistiche.

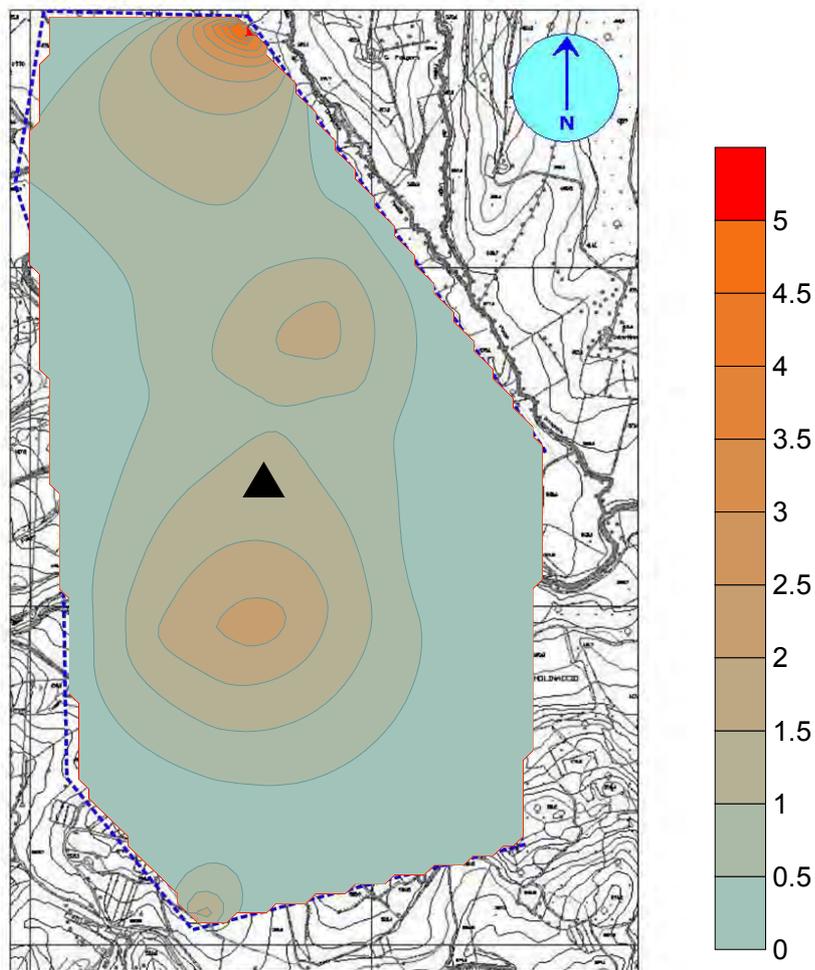


Fig. 91 – Carta della deposizione di Piombo con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

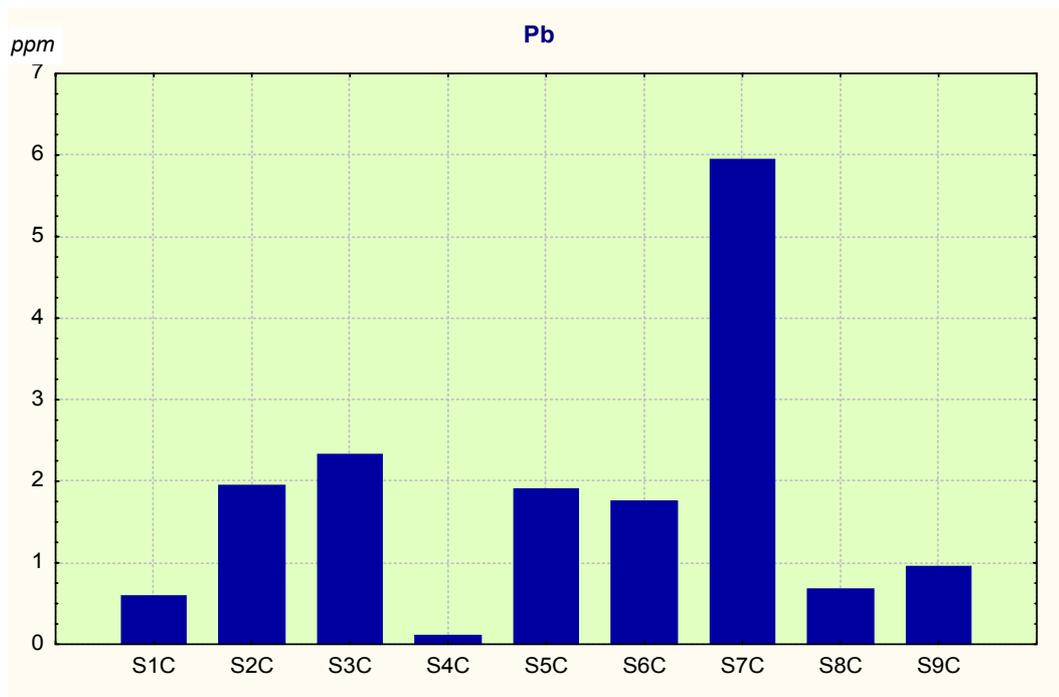


Fig. 92 – Grafico delle concentrazioni di Piombo in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

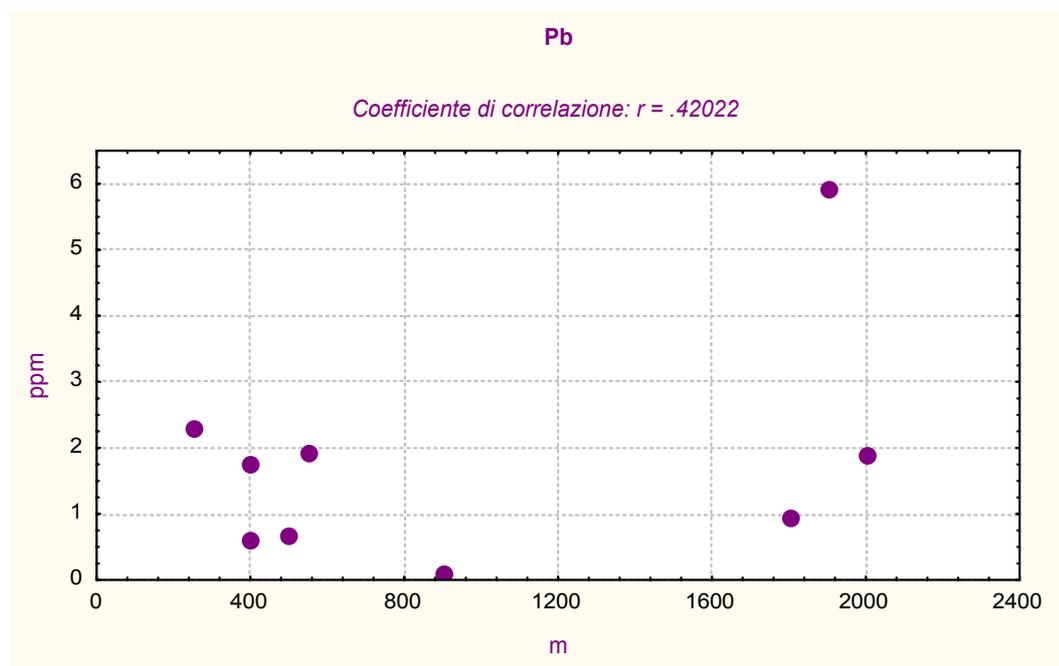


Fig. 93 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Titanio - Ti

Il titanio presenta un considerevole aumento dei valori medi di contaminazione che sono pari a 152.11 ppm. Dalla carta della distribuzione si nota tuttavia che il Titanio ha una diffusione simile a quella del primo anno di biomonitoraggio, questo conferma un probabile modello deposizionale in questa area.

Un valore piuttosto elevato (174 ppm) è stato rilevato in corrispondenza della stazione S4C, a Ghignano-alto e tende a mostrare similitudini di deposizione con il ferro e l'alluminio, entrambi elementi terrigeni.

Staz.	ppm
S1C	208
S2C	145
S3C	147
S4C	174
S5C	115
S6C	93
S7C	138
S8C	267
S9C	82

Val. medio 152,111
Val. min. 82
Val. max 267
Deviazione standard 57,949

Tab. 27 – Concentrazione di Titanio nelle singole stazioni e relative statistiche.

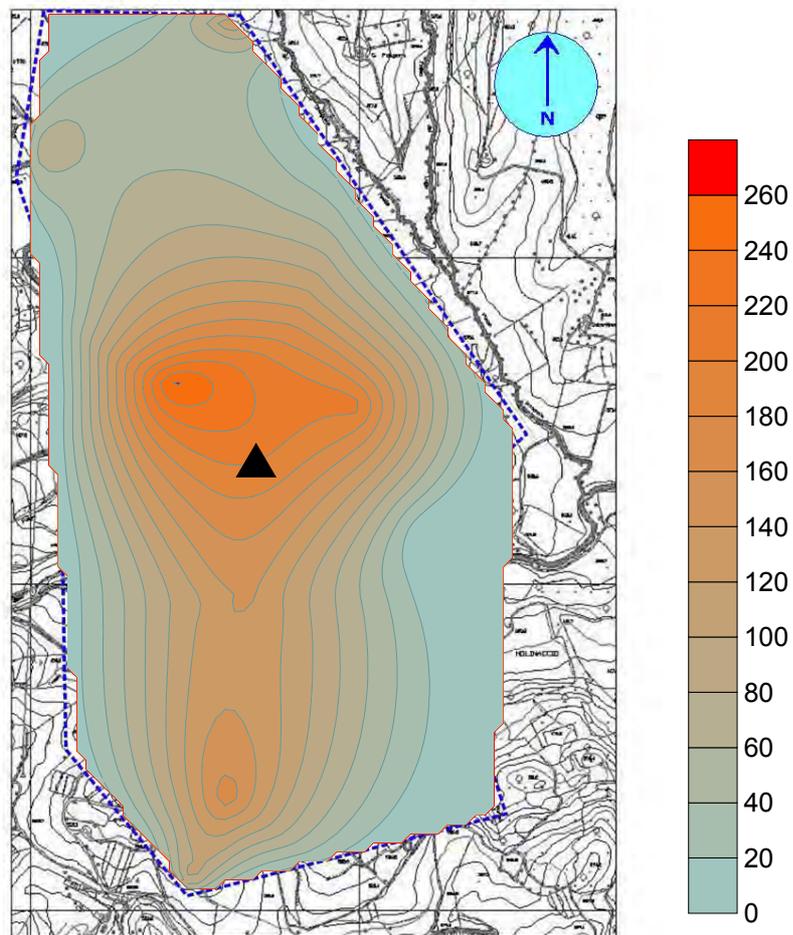


Fig. 94 – Carta della deposizione di Titanio con relativa scala in ppm. L'impianto è indicato con un triangolo

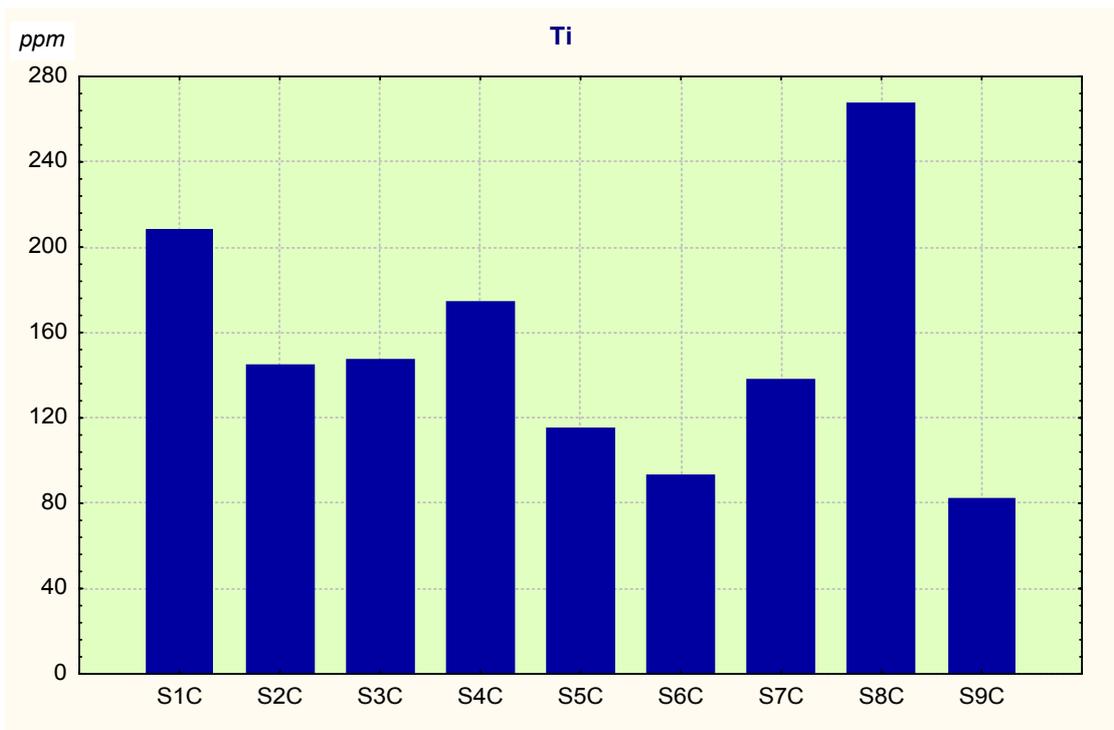


Fig. 95 – Grafico delle concentrazioni di Titanio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

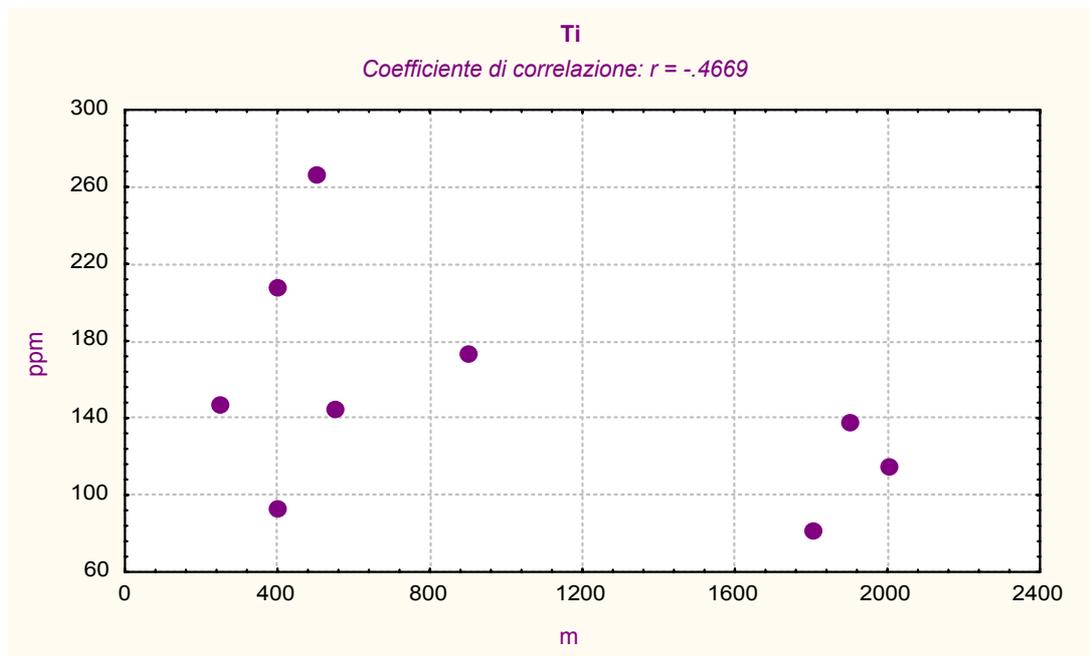


Fig. 96 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

Vanadio - V

I valori medi di accumulo nei talli lichenici sono sensibilmente diminuiti per quanto riguarda la contaminazione da Vanadio (7.47 ppm). La carta della deposizione mostra un andamento simile a quello del precedente anno e i valori massimi riscontrati, relativi alle stazioni S3C (15.6 ppm) e S6C (13.5 ppm) poste a SW del cementificio, corrispondono a quelli rilevati nel biomonitoraggio del primo anno.

Staz.	ppm
S1C	9,7
S2C	0,9
S3C	15,6
S4C	3,9
S5C	5,2
S6C	13,5
S7C	3,7
S8C	12,5
S9C	2,2

Val. medio 7,466
Val. min. 0,9
Val. max 15,6
Deviazione standard 5,428

Tab. 28 – Concentrazione di Vanadio nelle singole stazioni e relative statistiche.

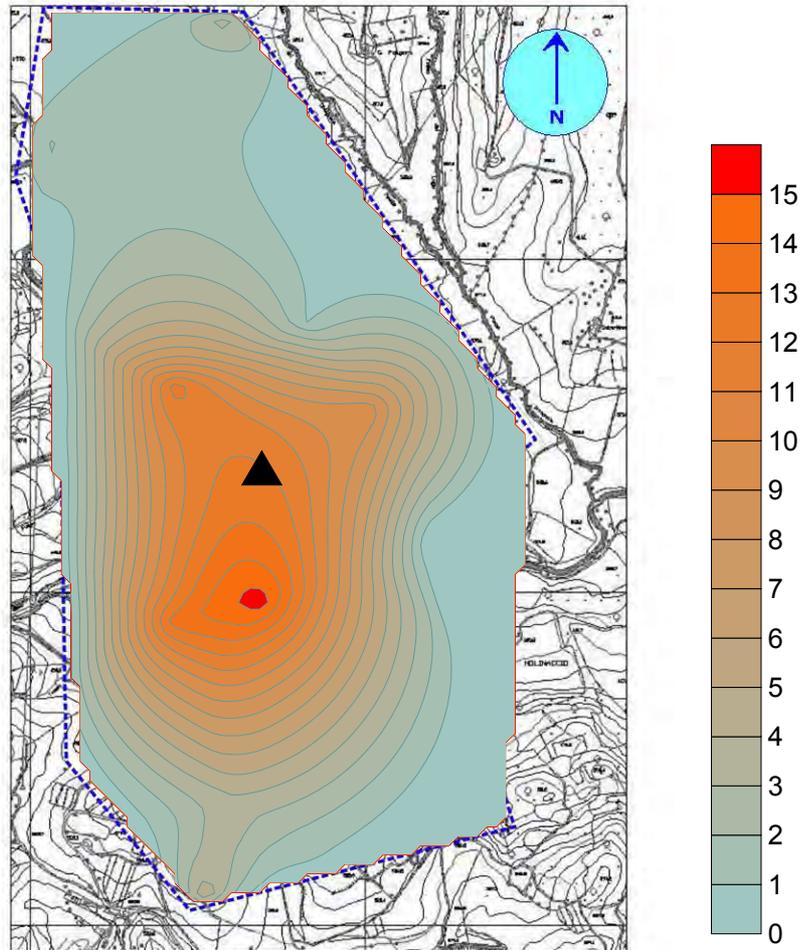


Fig. 97 – Carta della deposizione di Vanadio con relativa scala in ppm.
L'impianto è indicato con un triangolo

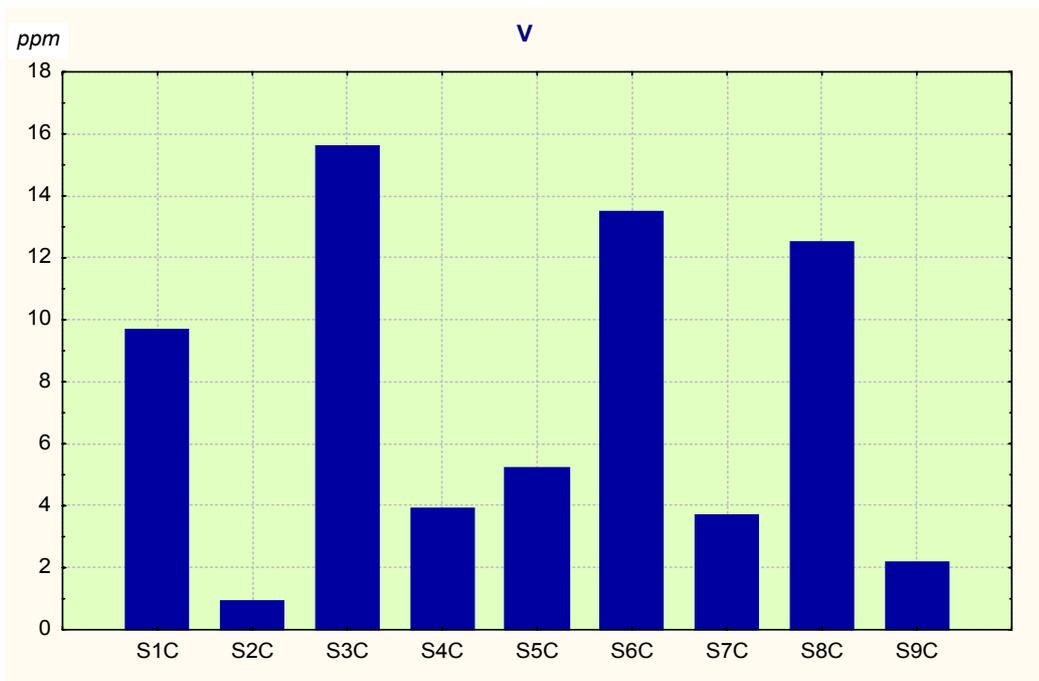


Fig. 98 – Grafico delle concentrazioni di Vanadio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

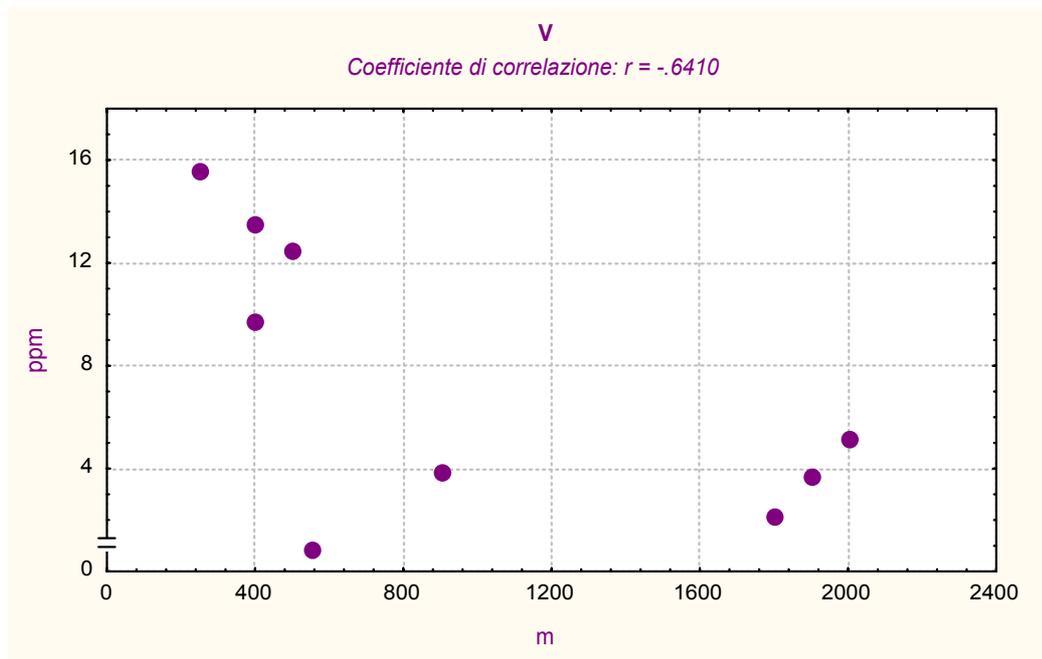


Fig. 99 – Correlazione tra i valori espressi in ppm rilevati sui talli lichenici (in ordinata) e la distanza tra le stazioni e l'impianto (in ascissa).

GRAFICI DI CONFRONTO

Grafici di confronto tra il primo ed il secondo anno di indagine relativi all'area B

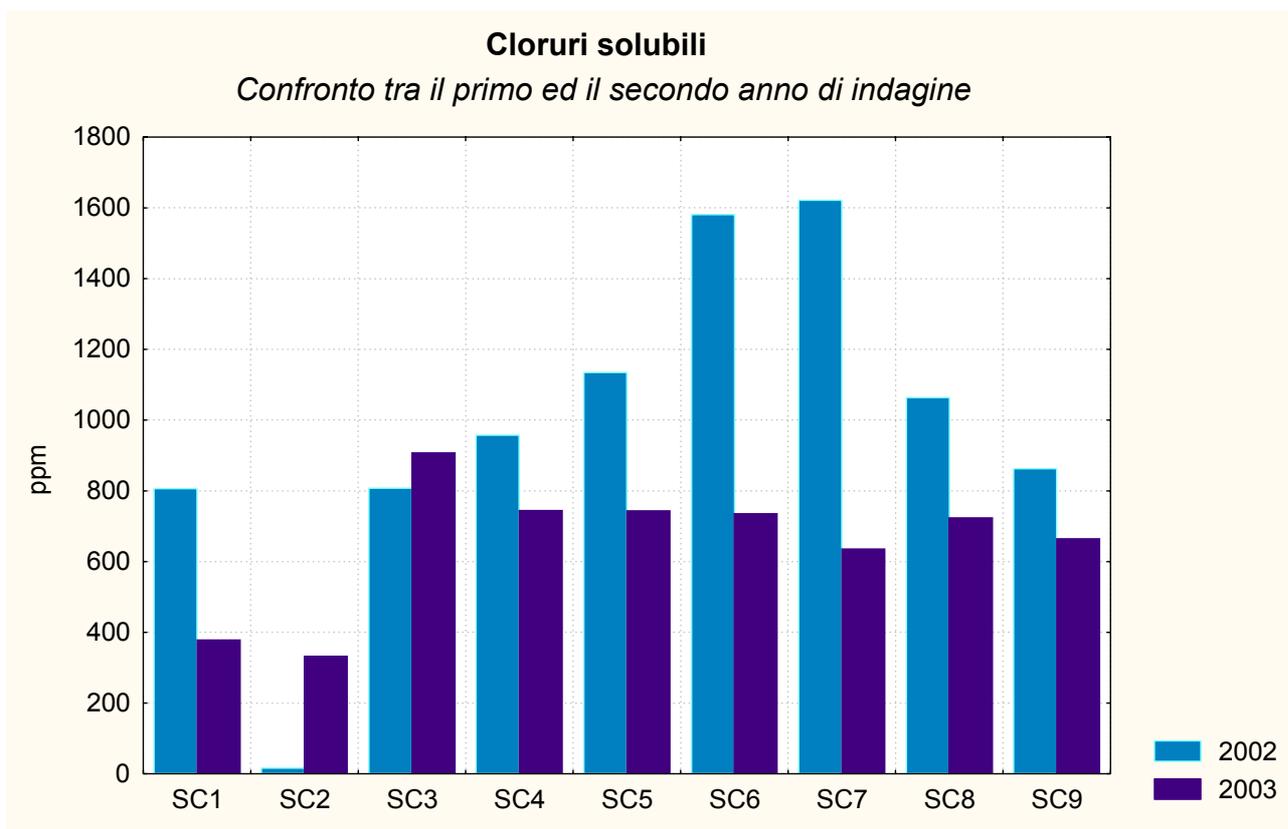


Fig 96- Grafico di confronto tra le concentrazioni dei Cloruri solubili, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

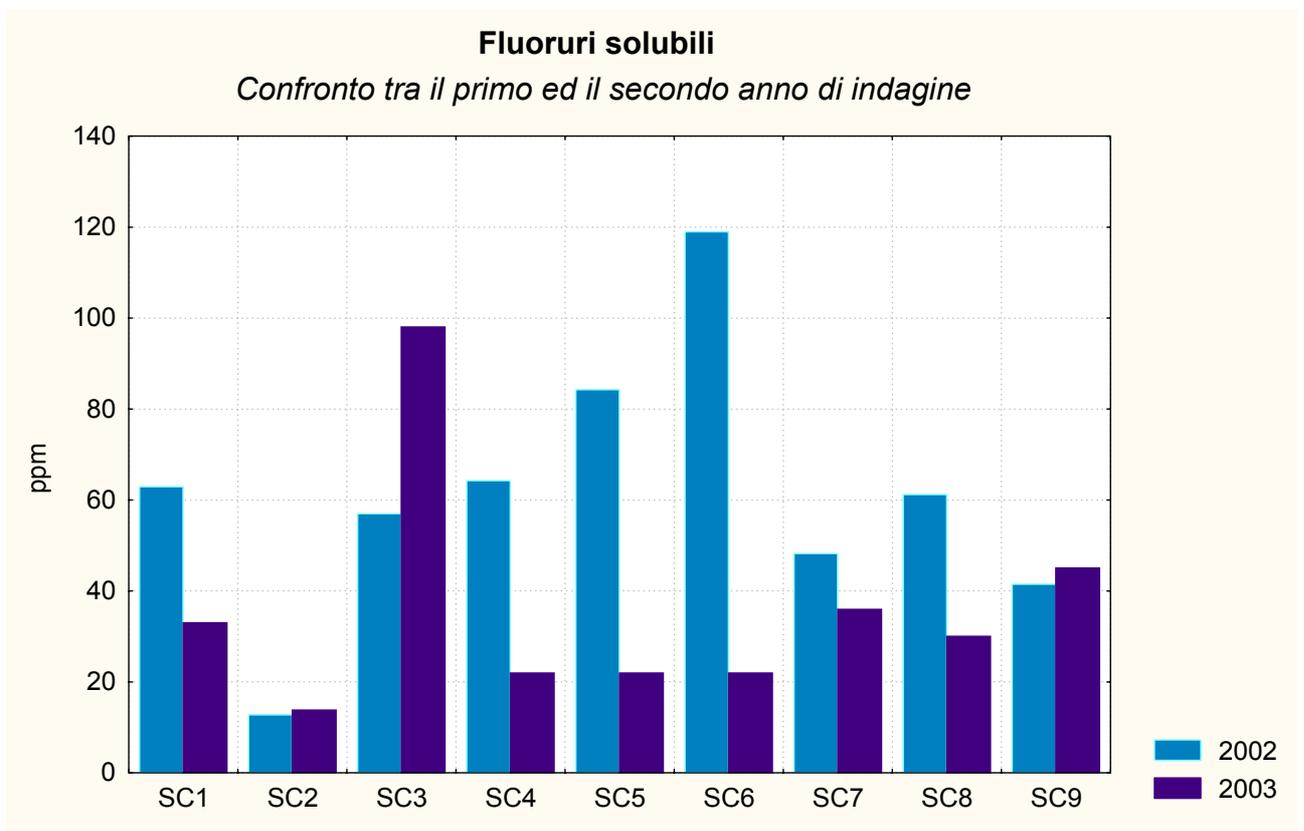


Fig 97- Grafico di confronto tra le concentrazioni dei Fluoruri solubili, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

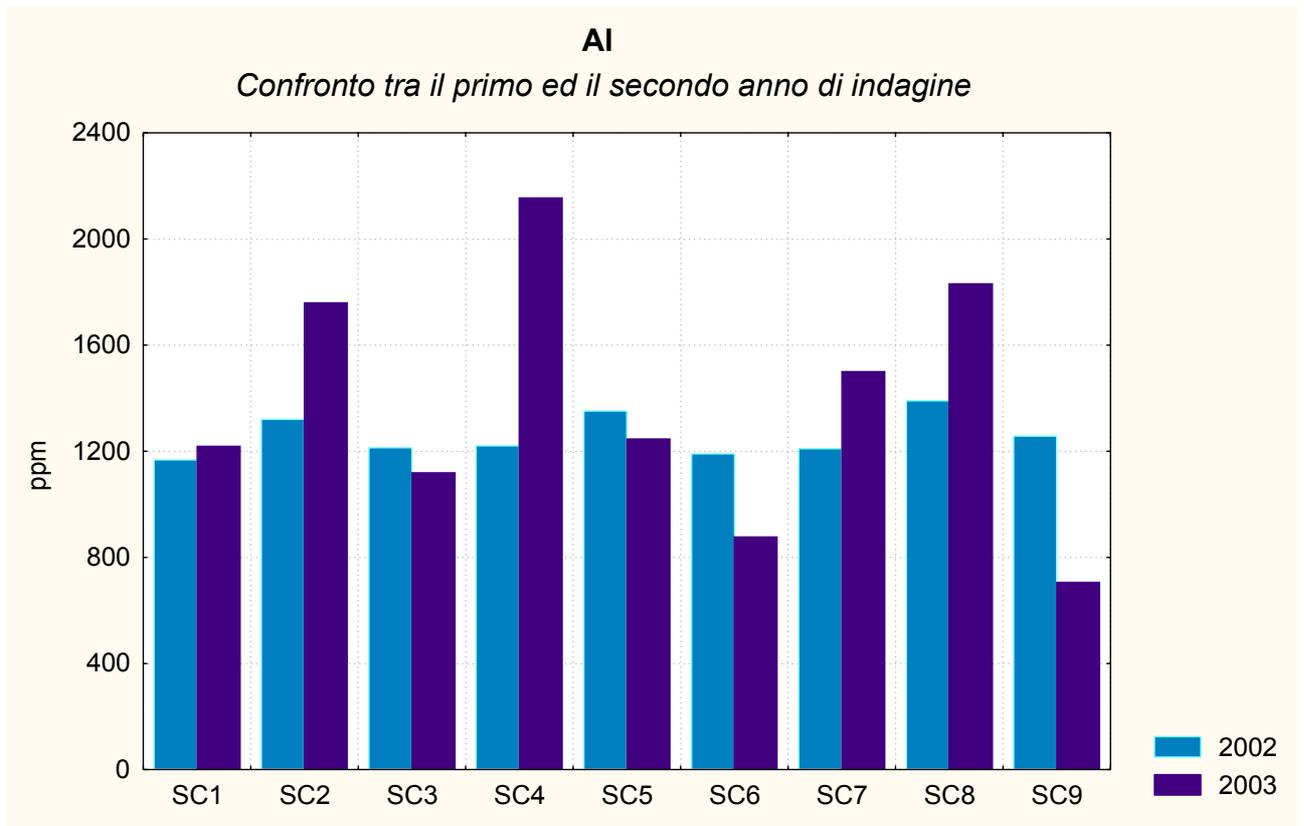


Fig 98- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Alluminio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

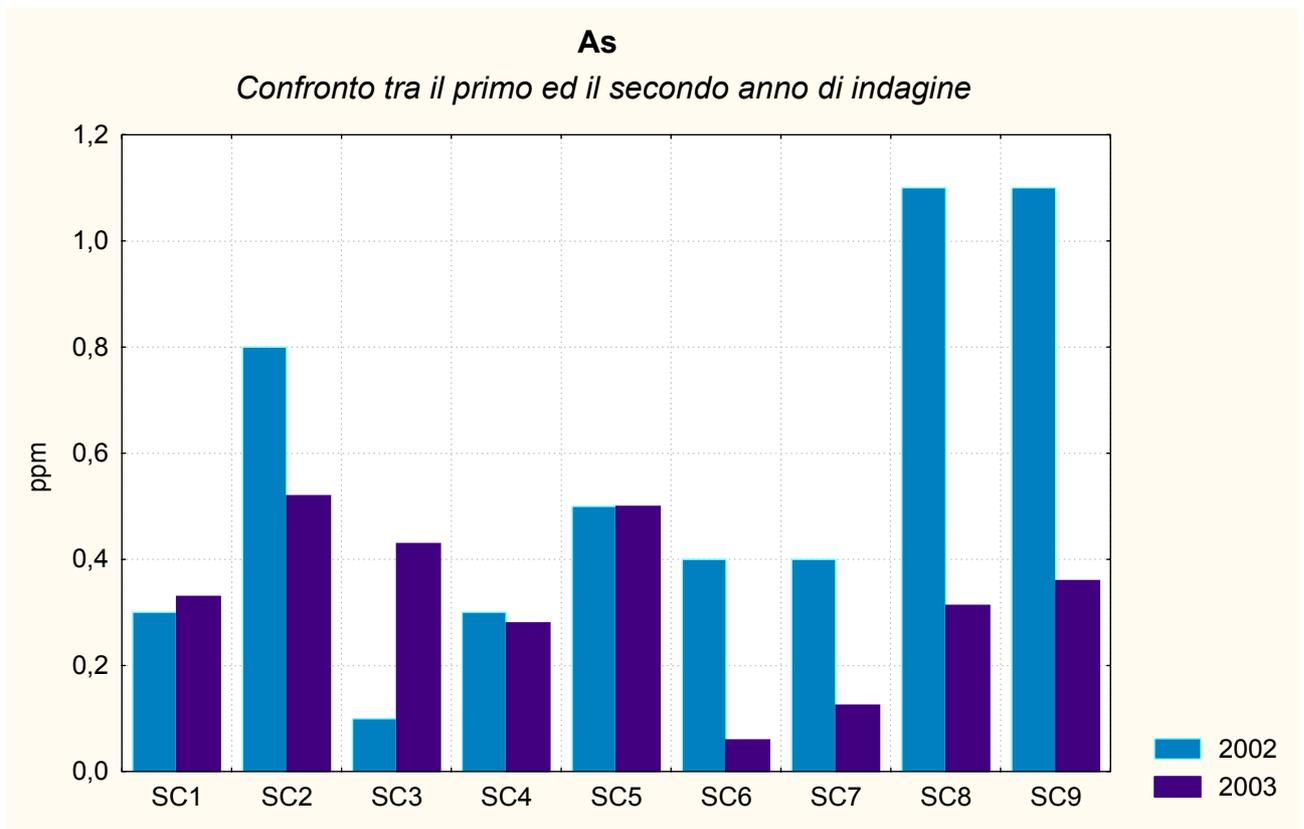


Fig 99- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Arsenico, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

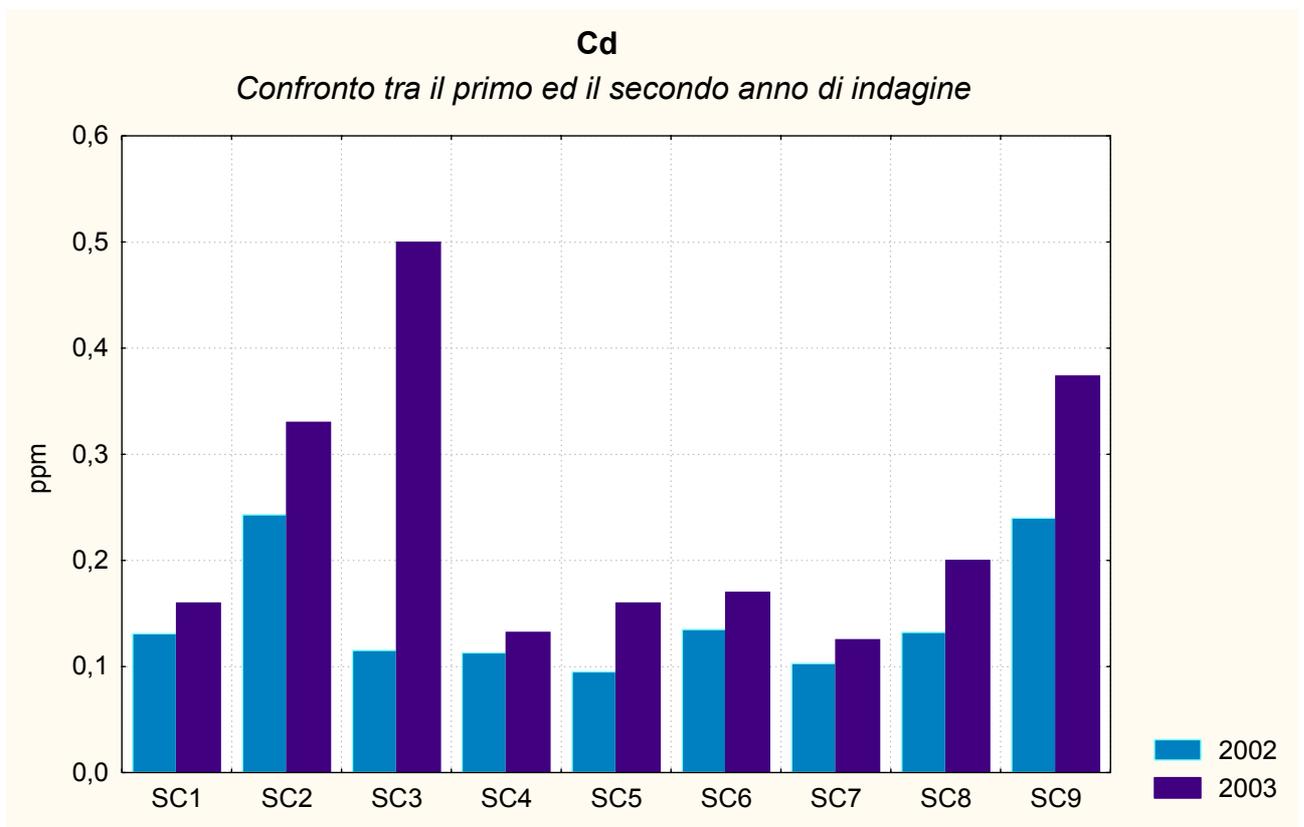


Fig 100- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Cadmio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

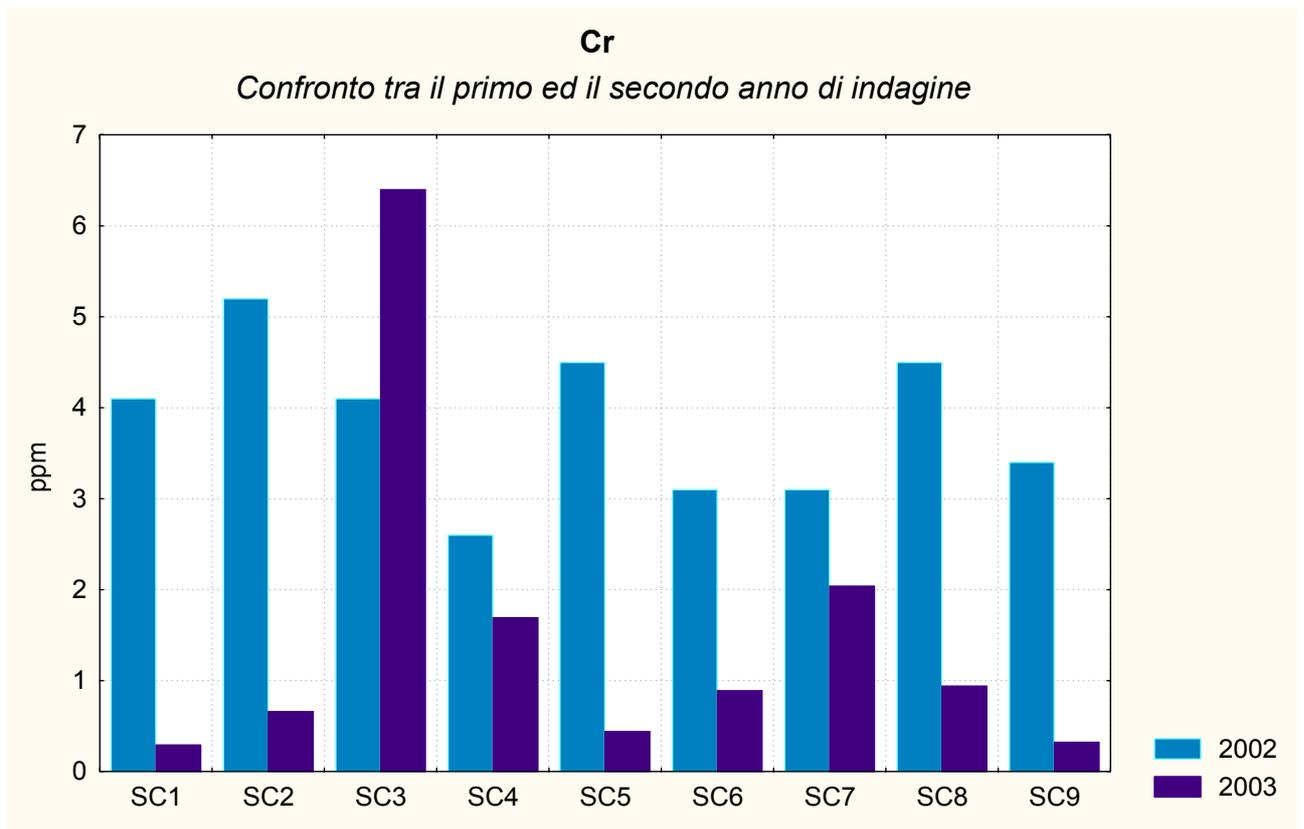


Fig 101- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Cromo, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

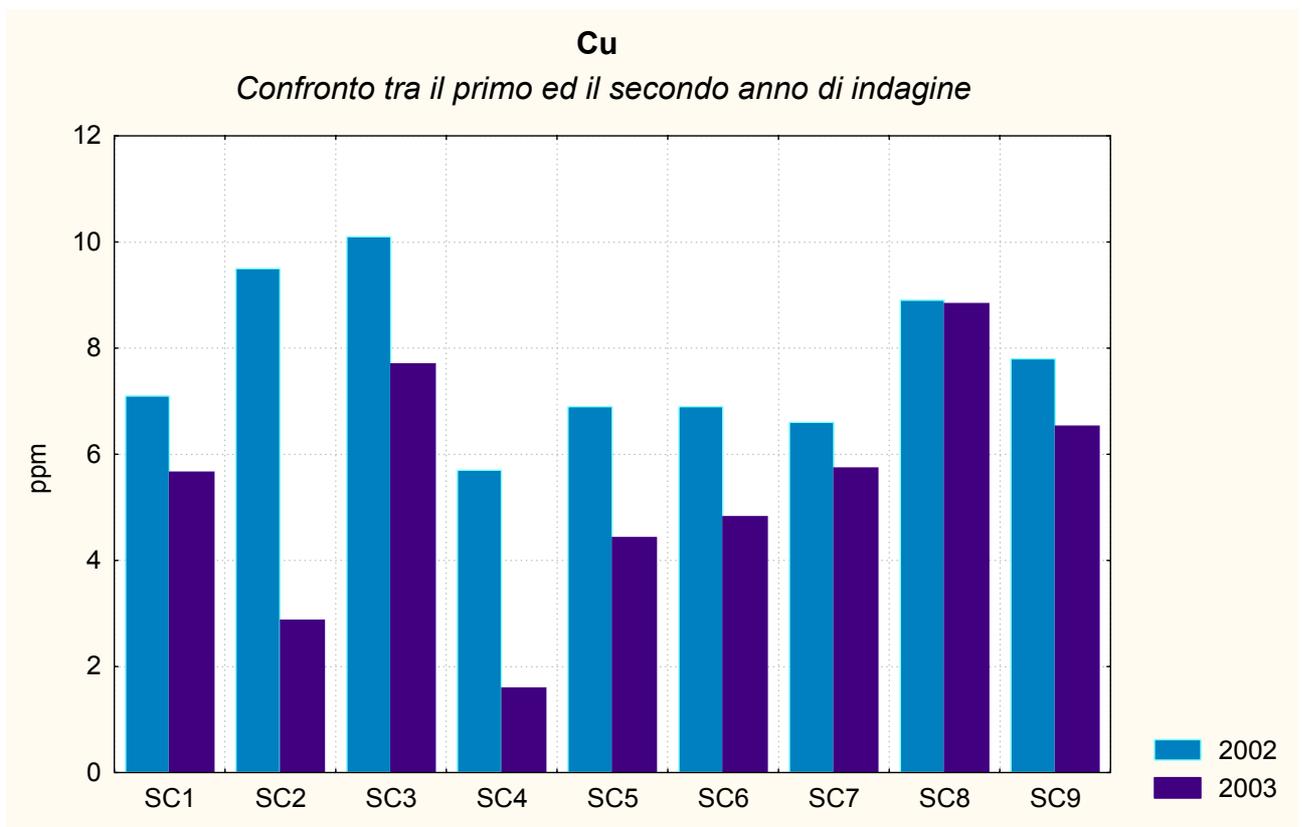


Fig 102- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Rame, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

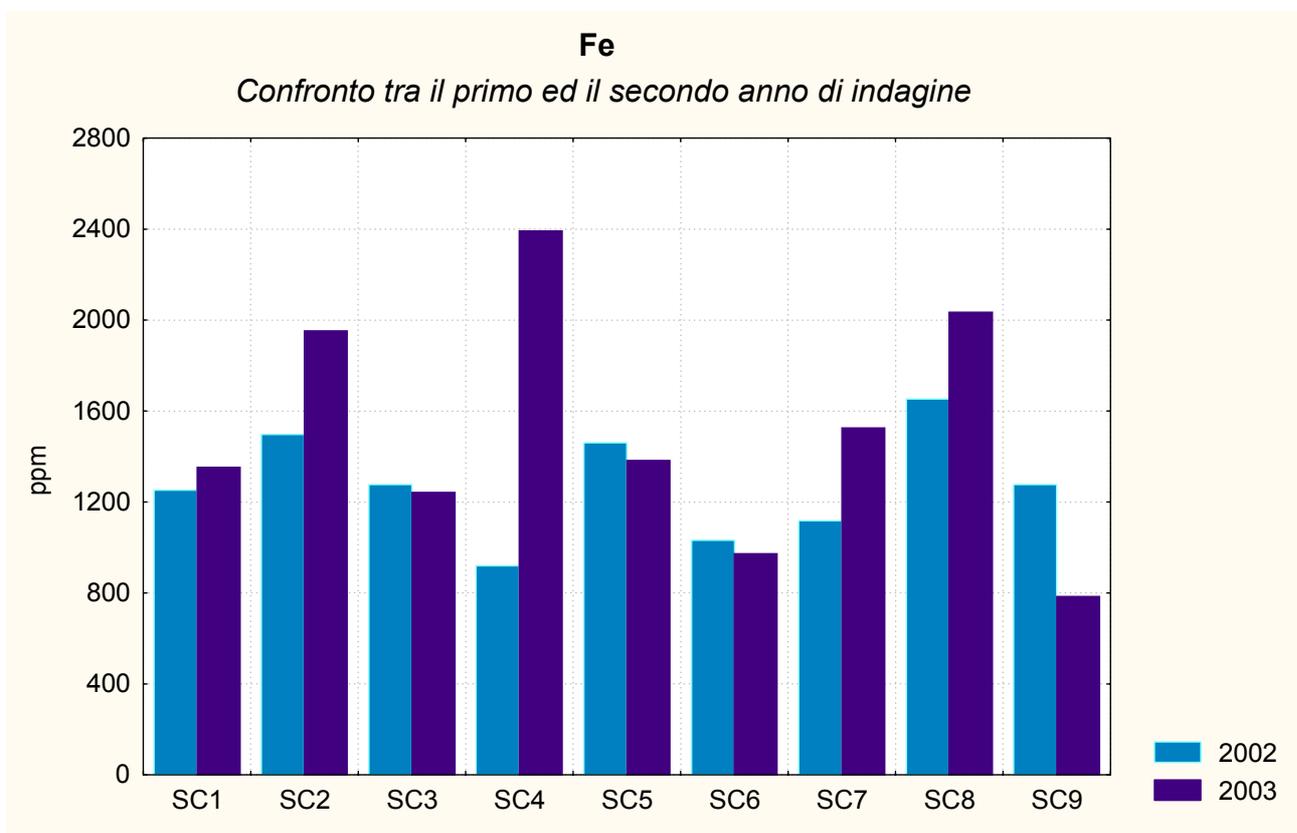


Fig 103- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Ferro, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

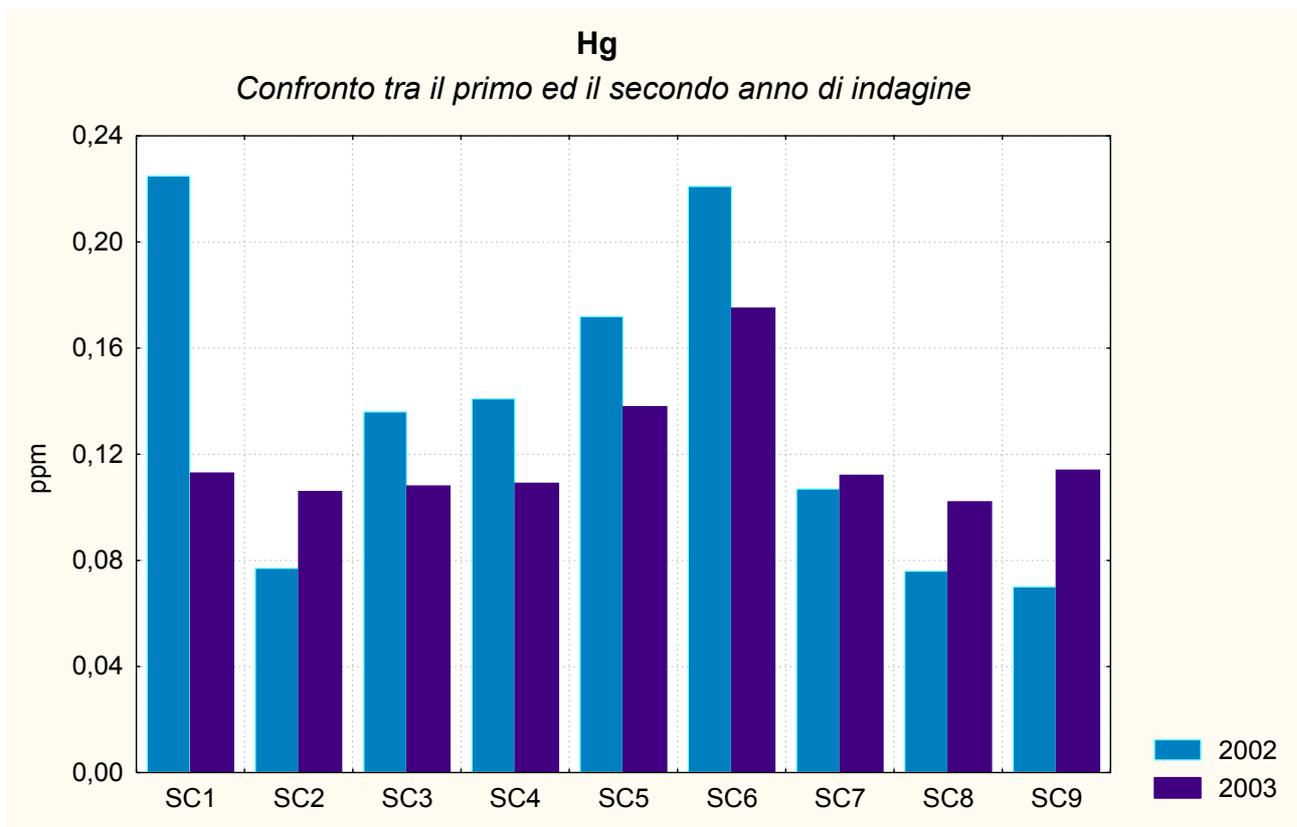


Fig 104- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Mercurio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

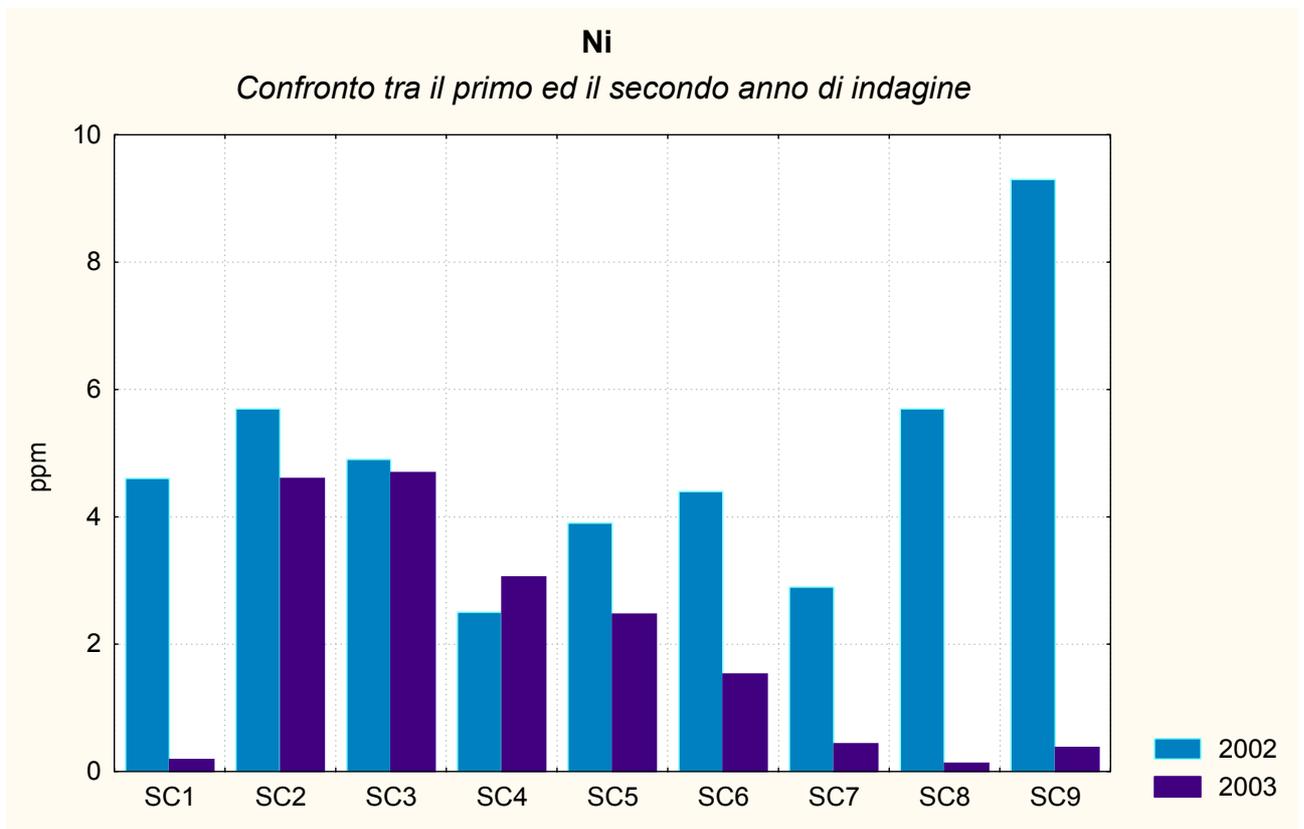


Fig 105- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Nichel, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

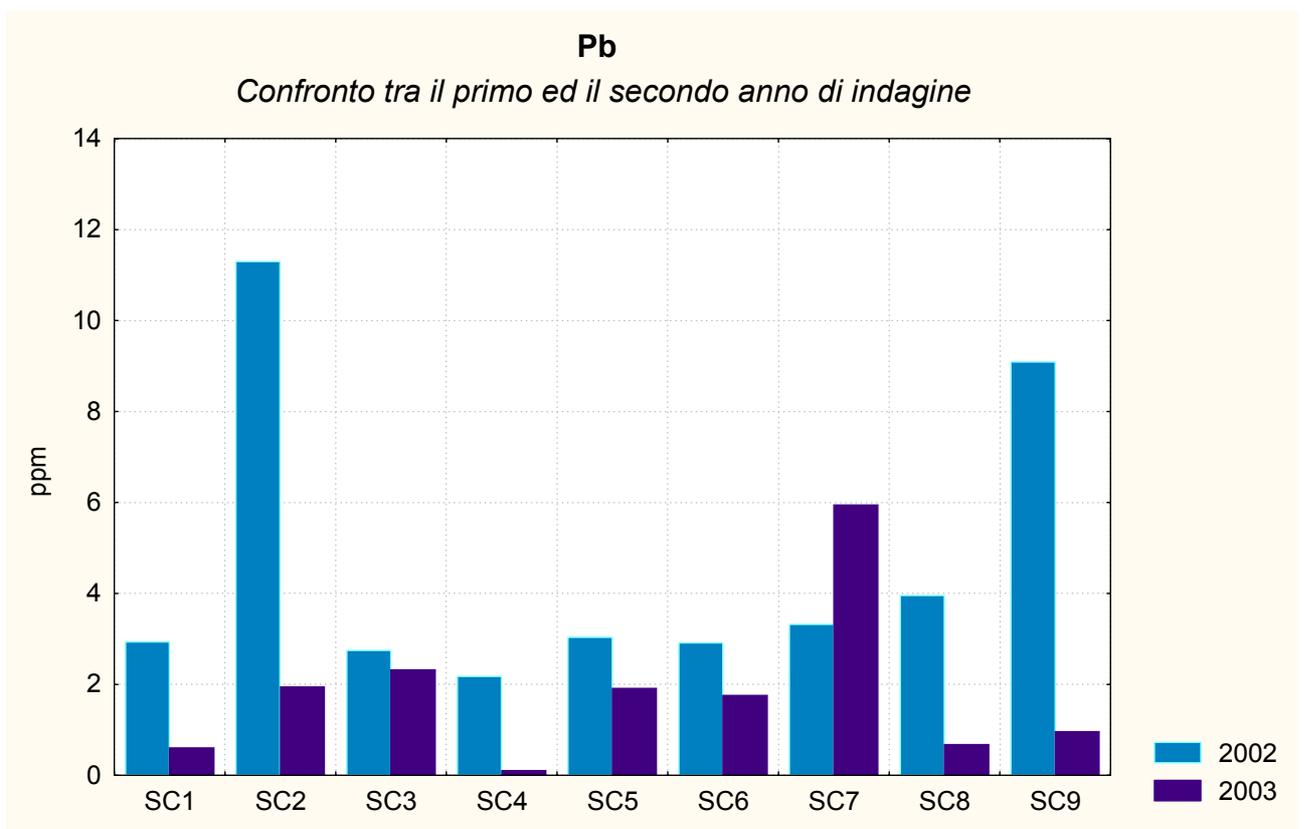


Fig 106- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Piombo, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

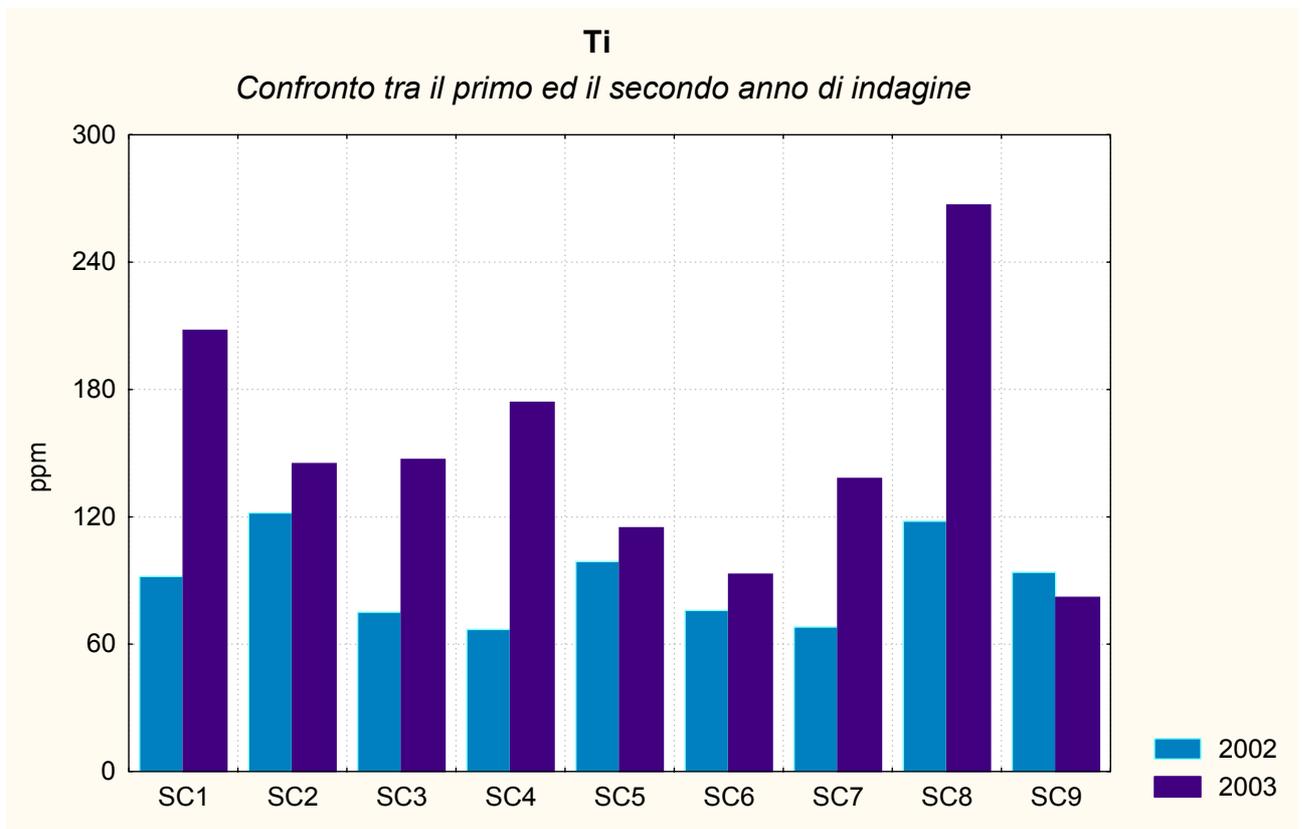


Fig 107- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Titanio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

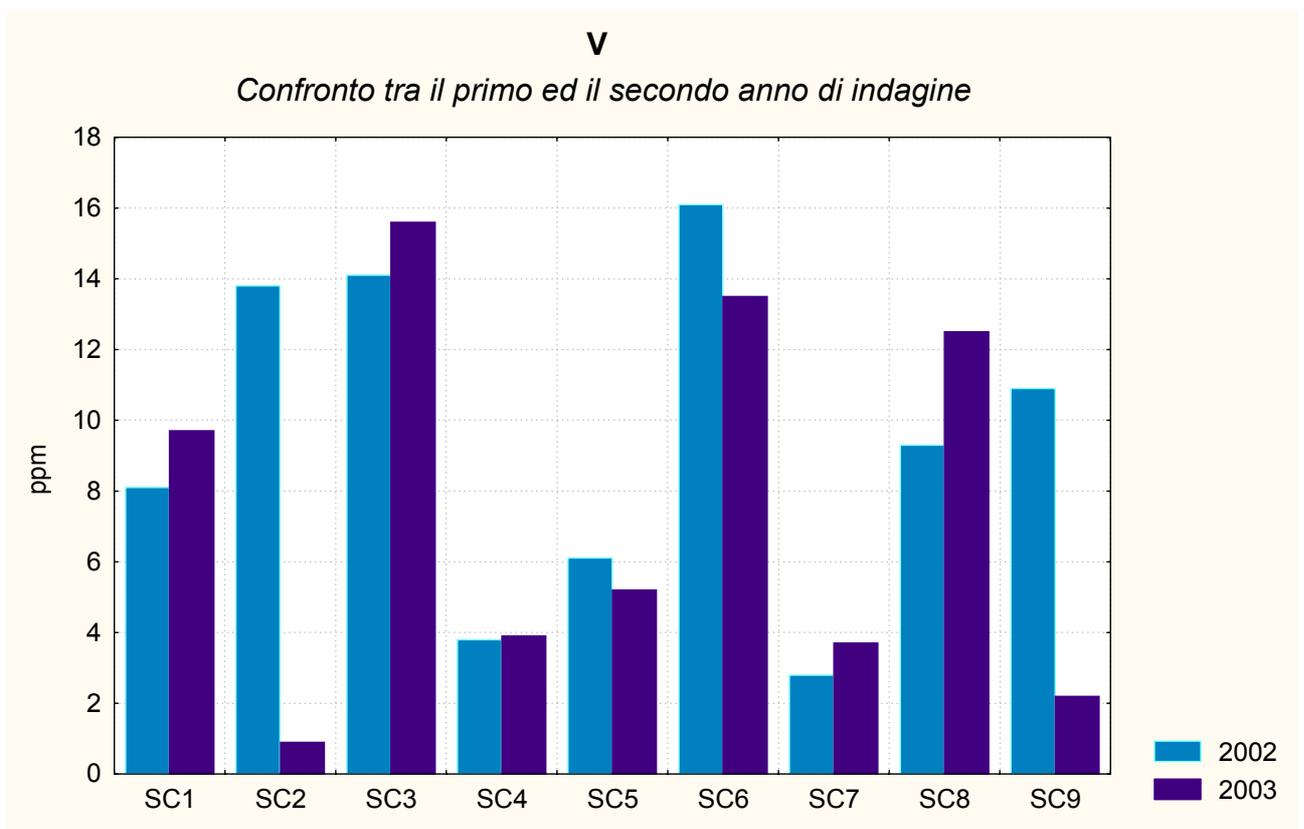


Fig 108- Grafico di confronto tra le concentrazioni di Vanadio, rilevate in ogni singola stazione, nel primo e secondo anno di biomonitoraggio con i licheni

CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti attraverso il biomonitoraggio nel corso dell'anno 2002–2003 nel territorio eugubino, è stato possibile dare un “continuum” ai valori riscontrati nel primo anno, e di conseguenza implementare le conoscenze sulle modalità di diffusione e di deposizione degli inquinanti. Dal confronto della sommatoria delle medie del primo anno (ottenute dalle tabelle delle concentrazioni) con quelle del secondo anno, si è rilevato un sensibile miglioramento sulla concentrazione degli inquinanti per quanto riguarda entrambe le aree A e B.

L'analisi delle concentrazioni degli inquinanti nei talli lichenici nell'area A (Semonte) ha rilevato un significativo aumento dei valori medi dei Cloruri solubili, che sono passati dai 157.6 ppm del primo anno ai 651 ppm del secondo. Nei Fluoruri solubili l'aumento delle concentrazioni medie è stato determinato soprattutto da due picchi rilevati in corrispondenza della stazione SB3 di 273 ppm, la SB1 con 109 ppm.

Nei metalli pesanti al contrario, è stata riscontrata nella maggior parte dei casi una diminuzione delle concentrazioni medie di: Alluminio (Al), Arsenico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Rame (Cu), Ferro (Fe), Piombo (Pb) e Vanadio (V), mentre un sensibile aumento nelle concentrazioni è stato rilevato nel Mercurio (Hg) in corrispondenza di tutte le stazioni (il cui valore è passato dal valore medio di 0.050 ppm a 0.081 ppm), nel Nichel (Ni) da 4.6 a 4.996 ppm, e nel Titanio (Ti) da 110 ppm a 118.58.

Nell'area B (Padule), è stata rilevata la diminuzione delle concentrazioni medie nei talli lichenici nei Cloruri e Fluoruri solubili, mentre i metalli hanno riportato generalmente diminuzioni nei valori delle concentrazioni medie nell'Arsenico (As), Cromo (Cr), Rame (Cu), Mercurio (Hg), Nichel (Ni), Piombo (Pb) e Vanadio (V), anche se in corrispondenza di alcune stazioni sono stati rilevati localmente hot spot piuttosto elevati. Per quanto riguarda invece l'Alluminio (Al), il Cadmio (Cd), il Ferro (Fe) e il Titanio (Ti), si è avuto un incremento dei valori medi.

PRIMO ANNO DI MONITORAGGIO NELLA CITTÀ GUBBIO

INTRODUZIONE

Uno degli aspetti più significativi in relazione alla campagna di biomonitoraggio con i licheni epifiti presso i cementifici eugubini, è senza dubbio l'estensione del progetto al centro cittadino di Gubbio. L'importanza deriva dal fatto che la città è interposta fra i due cementifici, che rappresentano le principali entità industriali della zona, costituendo una tipologia di produzione monospecifica e che a parte qualche diversità nella finalità produttiva, tende ad avere tuttavia emissioni qualitativamente simili. Di conseguenza la città di Gubbio rimane interessata dal fenomeno di diffusione e deposizione degli inquinanti, così come del resto la popolazione che conta circa 32000 persone (circa 14000 in ambito strettamente cittadino), per gli effetti derivati sia dalla produzione industriale che da altre attività antropiche quali il traffico veicolare e il riscaldamento. Il biomonitoraggio effettuato nel centro città (come quello periferico), è rivolto alla sola matrice atmosferica e non ha la pretesa di sciogliere un nodo come quello del rapporto uomo e rischio ambientale poiché questa relazione non è sintetizzabile e generalizzabile per la complessità oggettiva che la contraddistingue, ma attraverso i licheni quali bioindicatori, si rende possibile il monitoraggio di aree geograficamente ampie, come in questo caso di una intera città, individuando le situazioni di maggiore criticità ambientale.

STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO E LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI

Per quanto riguarda la scelta della specie lichenica, è stato per conformità scelto il lichene *Xanthoria parietina* già utilizzata nelle aree A e B di Semonte e Padule, a prescindere dalla sua presenza nel territorio monitorato. Nelle stazioni di campionamento si è provveduto anche in questo caso ad installare telai con talli lichenici espantati, sia per la carenza di materiale naturale in corrispondenza dei siti individuati che per una maggiore uniformità di dati e metodo rispetto ai precedenti biomonitoraggi. Il territorio interessato in questa fase di monitoraggio cittadino ha una estensione di circa 3 km² e sono state predisposte 9 stazioni per una densità di campionamento uguale a 3. La loro localizzazione è avvenuta attraverso un'analisi del territorio su base cartografica e successivamente per sopralluoghi direttamente in campo.

Gli inquinanti interessati alla ricerca sul bioaccumulo sono: Cloruri, Fluoruri e Solfati solubili, Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Ti, V.

RISULTATI

Dati area G

Ciascuna delle 9 stazioni è stata contrassegnata con un codice alfanumerico (es. **SG1**), dove la prima lettera ed il numero indicano la stazione ed il suo numero progressivo, mentre la lettera G fa riferimento al centro cittadino di Gubbio.

Stazioni

SG1 - Loc. S. Girolamo

SG2 - Piazza quaranta Martiri

SG3 - Piazza Grande

SG4 - Loc. Bottaccione

SG5 - Teatro Romano

SG6 - Via Tifernate

SG7 - Via Perugina

SG8 - Via Frate Lupo

SG9 - Via di Porta Romana

Cloruri solubili

I cloruri solubili presentano valori di accumulo nelle relative stazioni piuttosto elevati. Il valore minimo, pari a 216 ppm, è stato rilevato presso la stazione SG2 nel settore centrale della città, mentre il valore massimo appartiene alla stazione SG9 (960 ppm) ed è stato rilevato nel settore est della città, in prossimità della località S. Marco.

Ulteriori studi verificheranno l'eventuale persistenza di tali concentrazioni.

Staz.	ppm
SG1	810
SG2	216
SG3	886
SG4	256
SG5	747
SG6	528
SG7	315
SG8	747
SG9	960

Val. medio 607,222
Val. min. 216
Val. max 960
Deviazione standard 285,141

Tab. 29 – Concentrazione dei Cloruri solubili nelle singole stazioni e relative statistiche

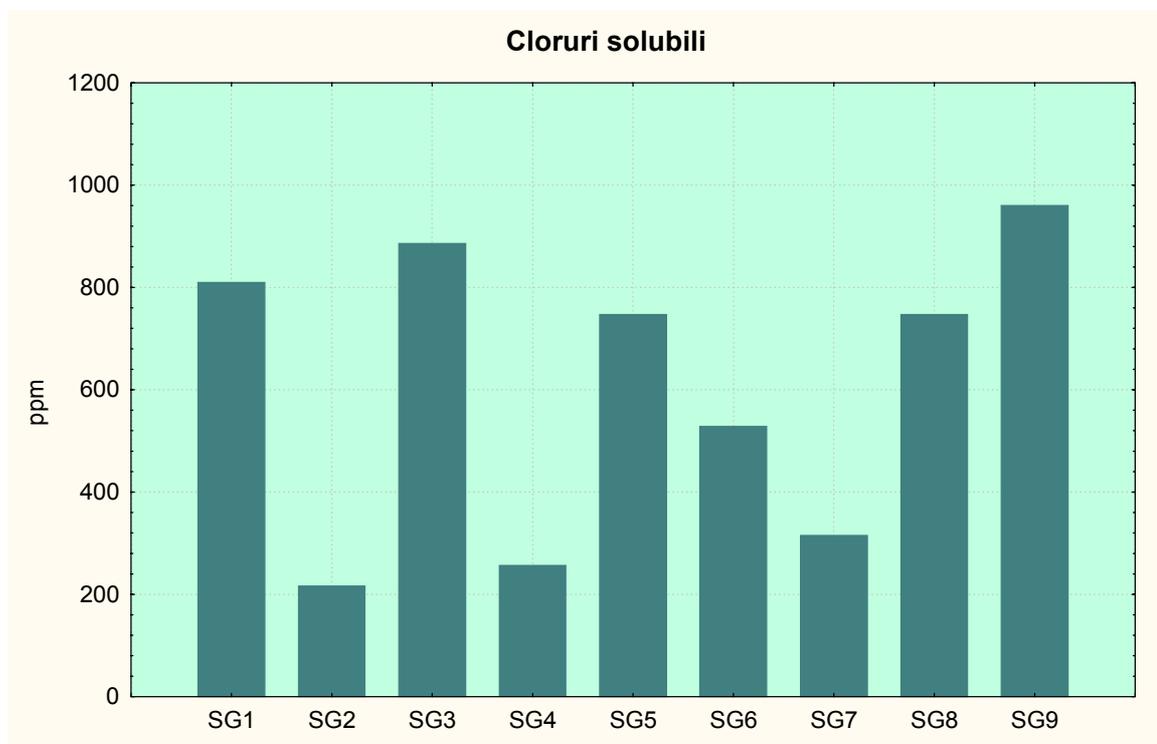


Fig. 109 – Grafico delle concentrazioni dei Cloruri solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Fluoruri solubili

I Fluoruri solubili mostrano una concentrazione media di accumulo di 27.87 ppm. Il valore massimo (52.30 ppm) è stato riscontrato nella stazione SG9, nella parte ad est di Gubbio, in località S Marco.

Staz.	ppm
SG1	10,44
SG2	4,35
SG3	40,85
SG4	19,79
SG5	41,20
SG6	10,58
SG7	52,30
SG8	17,85
SG9	53,50

Val. medio 27,873
Val. min. 4,35
Val. max 53,5
Deviazione standard 19,109

Tab. 30 – Concentrazione dei Fluoruri solubili nelle singole stazioni e relative statistiche

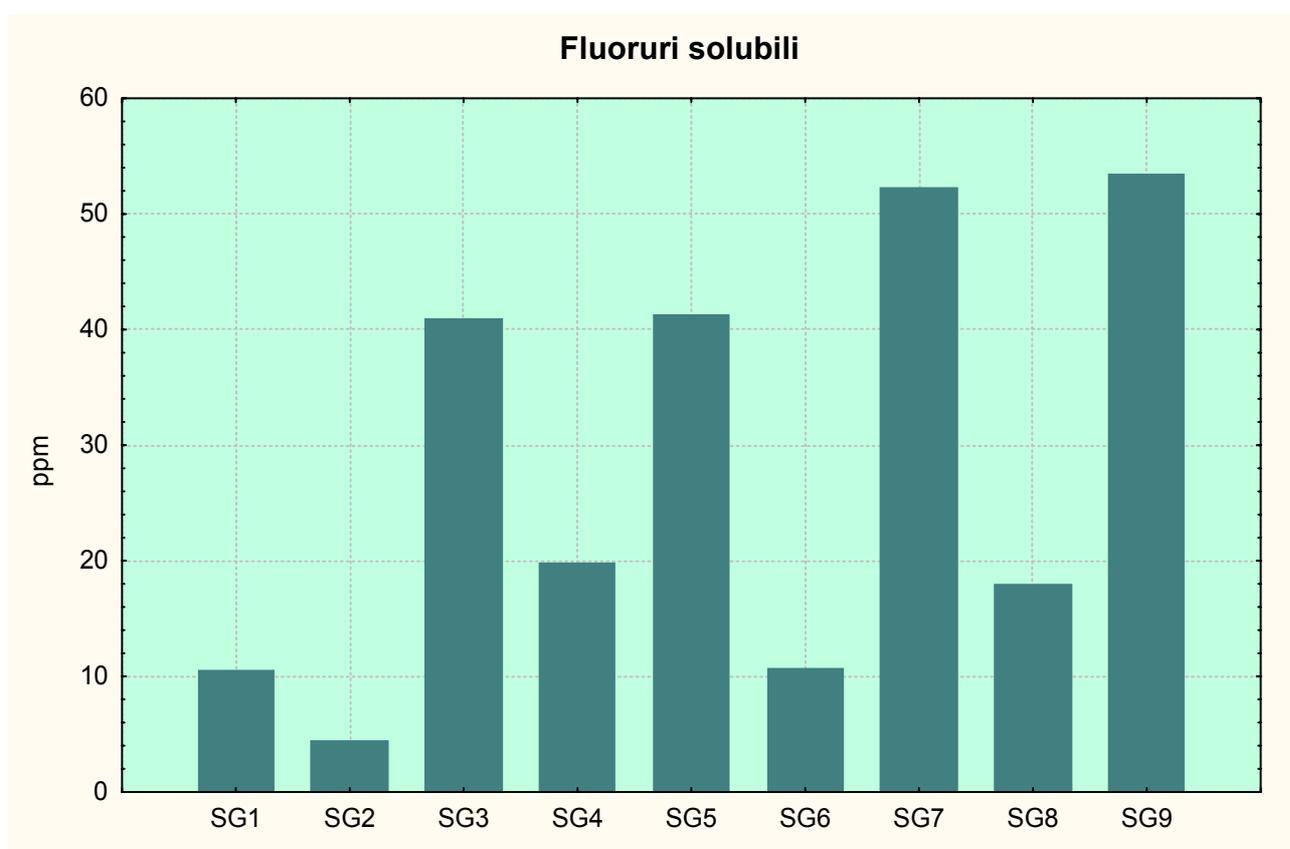


Fig. 110 – Grafico delle concentrazioni dei Fluoruri solubili in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Solfati solubili

Lo studio dei Solfati solubili è stato introdotto solo recentemente nel biomonitoraggio dell'area eugubina e pertanto si necessita di ulteriori studi per verificare il comportamento e le concentrazioni di questo inquinante, e per ottenere dati più stabili. I dati al momento ottenuti presentano una concentrazione media di 989.55 ppm, con due hot spot nelle stazioni SG8 e SG9 (con valori in entrambe le stazioni di 1689 ppm); tutte e due le stazioni sono poste nella parte est di Gubbio.

Staz.	ppm
SG1	880
SG2	614
SG3	1287
SG4	294
SG5	737
SG6	851
SG7	865
SG8	1689
SG9	1689

Val. medio 989,555
Val. min. 294
Val. max 1689
Deviazione standard 474,638

Tab. 31 – Concentrazione dei Solfati solubili nelle singole stazioni e relative statistiche

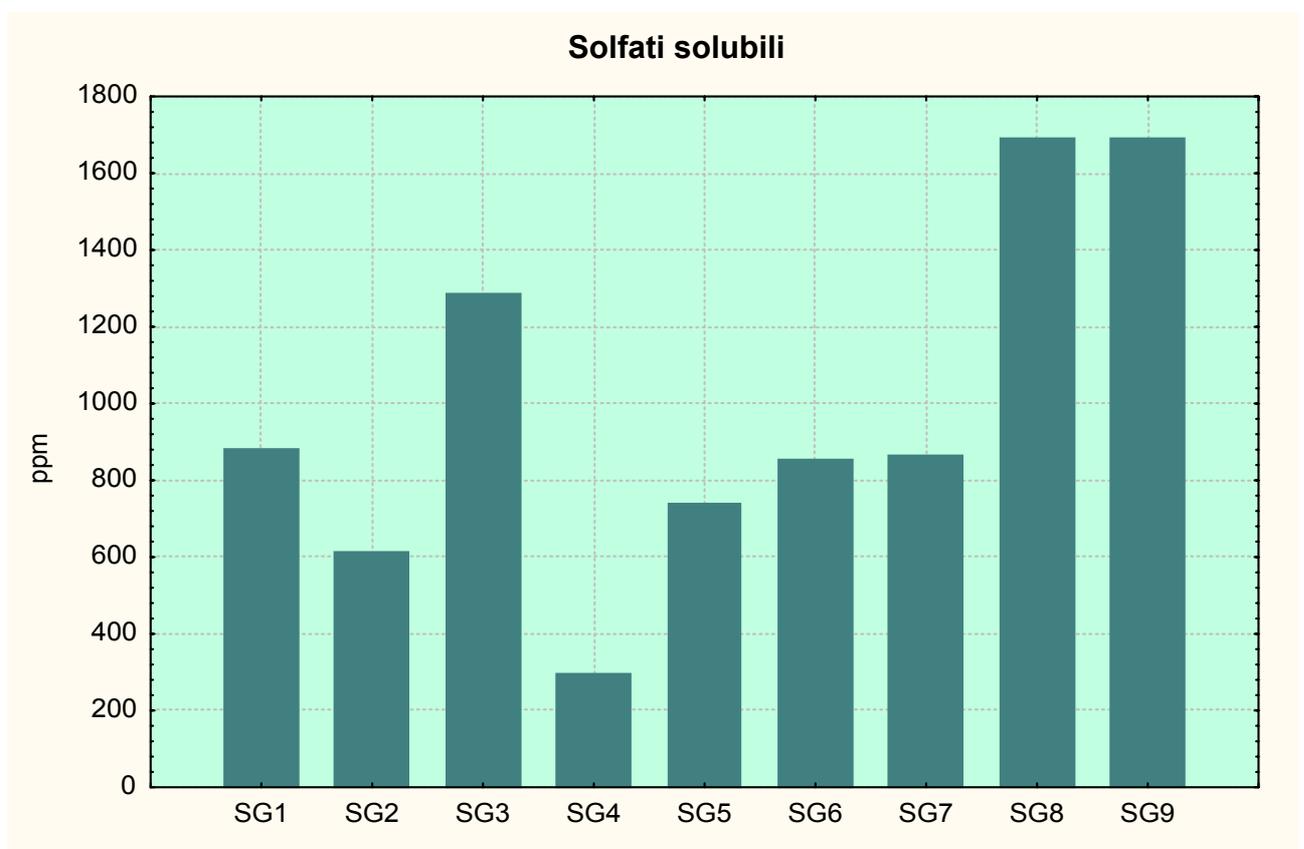


Fig. 111 – Grafico delle concentrazioni dei Solfati in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Alluminio - Al

L'alluminio ha una concentrazione media piuttosto bassa (199.78 ppm) che può essere messa in relazione con le caratteristiche terrigene dell'elemento: carente nelle aree cittadine per la mancanza di condizioni geopedologiche necessarie alla sua dispersione.

Staz.	ppm
SG1	539
SG2	166
SG3	55,6
SG4	282
SG5	102
SG6	285
SG7	62,5
SG8	155
SG9	151

Val. medio 199,788
Val. min. 55,6
Val. max 539
Deviazione standard 151,580

Tab. 32 – Concentrazione di Alluminio nelle singole stazioni e relative statistiche

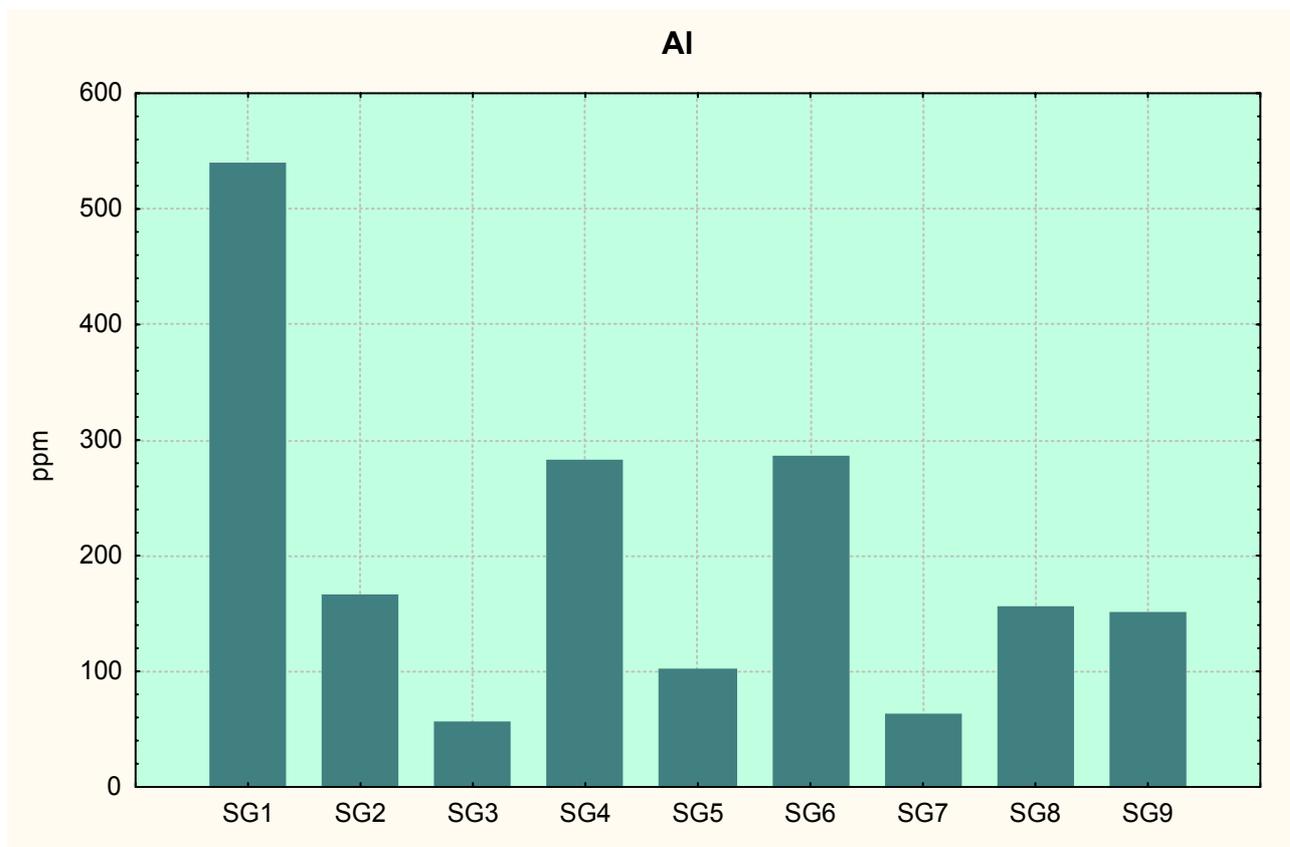


Fig. 112 – Grafico delle concentrazioni di Alluminio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Arsenico - As

L'arsenico presenta valori medi di accumulo piuttosto bassi (0.27 ppm) rispetto ai valori medi delle aree A (cem.Barbetti) e B (cem.Colacem). Il valore massimo riscontrato nei talli lichenici appartiene alla stazione SG8 (0,64 ppm) ubicata nella parte SE di Gubbio.

Staz.	ppm
SG1	0,20
SG2	0,336
SG3	0,18
SG4	0,18
SG5	0,26
SG6	0,18
SG7	0,18
SG8	0,64
SG9	0,32

Val. medio 0,275
Val. min. 0,18
Val. max 0,64
Deviazione standard 0,150

Tab. 33 – Concentrazione di Arsenico nelle singole stazioni e relative statistiche

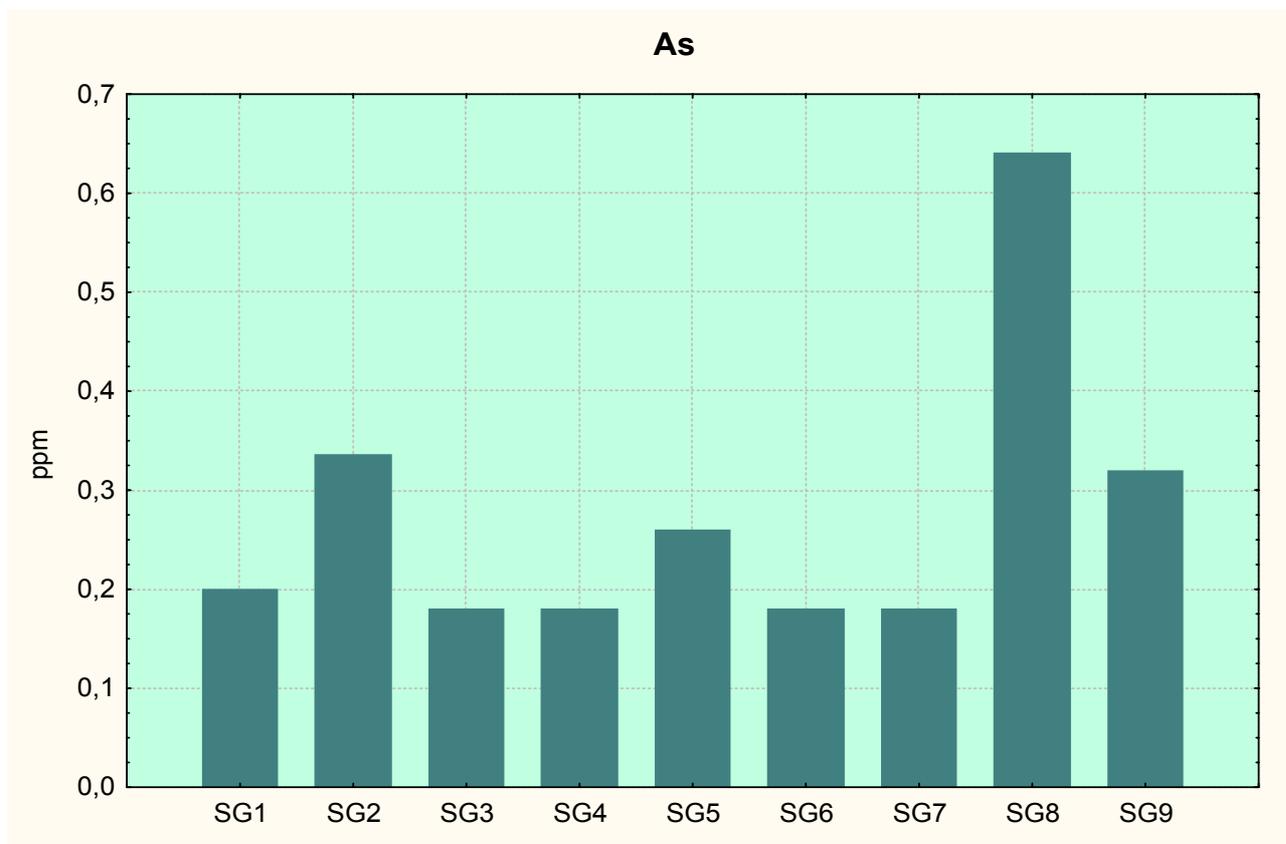


Fig. 113 – Grafico delle concentrazioni di Arsenico in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Cadmio - Cd

Il cadmio presenta valori medi di accumulo inferiori a quelli delle aree A (cem.Barbetti) e B (cem.Colcem); sono stati rilevati nei talli lichenici concentrazioni pari a 0.115 ppm, con il valore massimo di 0.2 ppm riferito alla stazione SG5, posta in prossimità del Teatro Romano.

Staz.	ppm
SG1	0,079
SG2	0,19
SG3	0,09
SG4	0,09
SG5	0,2
SG6	0,19
SG7	0,07
SG8	0,06
SG9	0,07

Val. medio 0,115
Val. min. 0,06
Val. max 0,2
Deviazione standard 0,059

Tab. 34 – Concentrazione di Cadmio nelle singole stazioni e relative statistiche

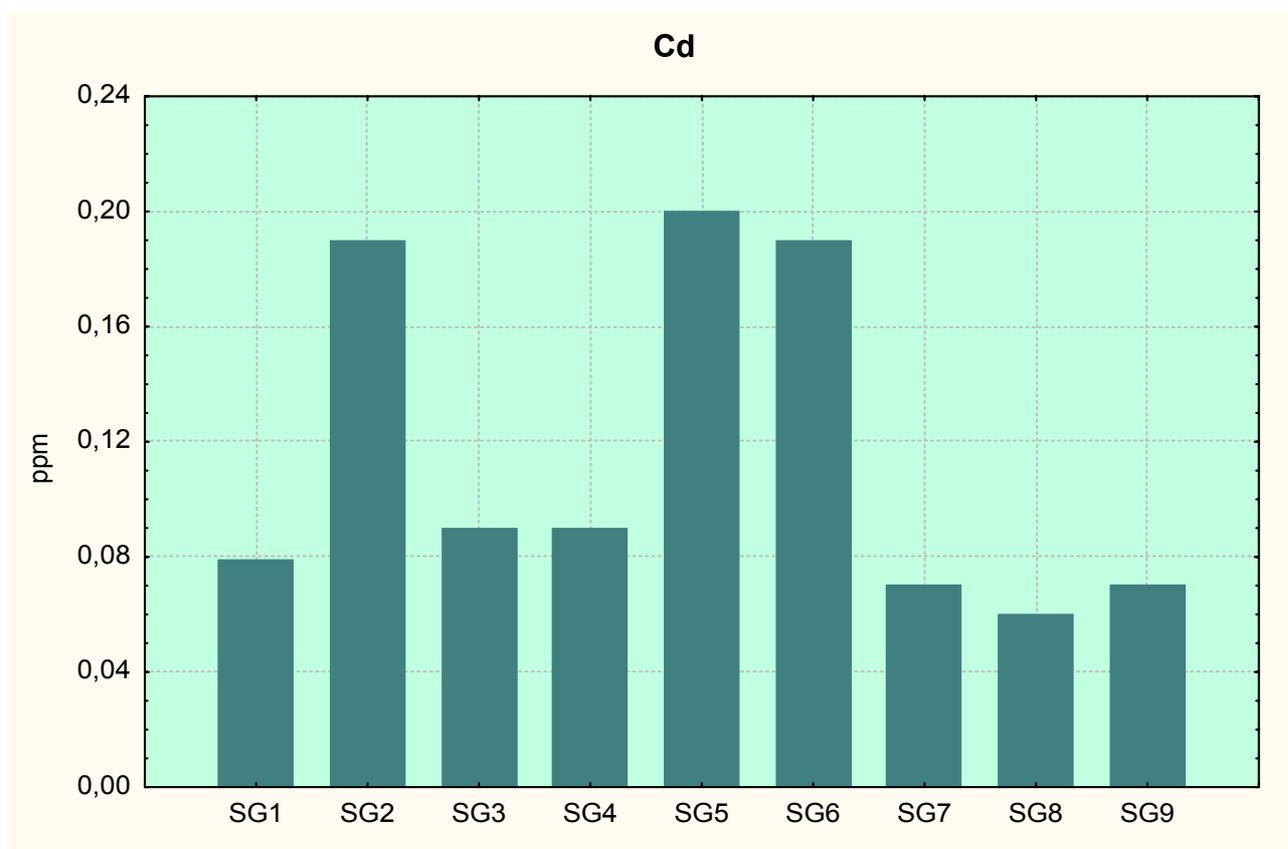


Fig. 114 – Grafico delle concentrazioni di Cadmio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Cromo - Cr

La concentrazione media di cromo riscontrata nei talli lichenici è di 1.34 ppm, con un picco di 2.6 ppm in corrispondenza della stazione SG1 posta a NE di Gubbio, nella zona di San Girolamo.

Staz.	ppm
SG1	2,6
SG2	2,0
SG3	1,49
SG4	0,61
SG5	0,60
SG6	1,63
SG7	0,51
SG8	0,61
SG9	1,98

Val. medio 1,337
Val. min. 0,51
Val. max 2,60
Deviazione standard 0,777

Tab. 35 – Concentrazione di Cromo nelle singole stazioni e relative statistiche

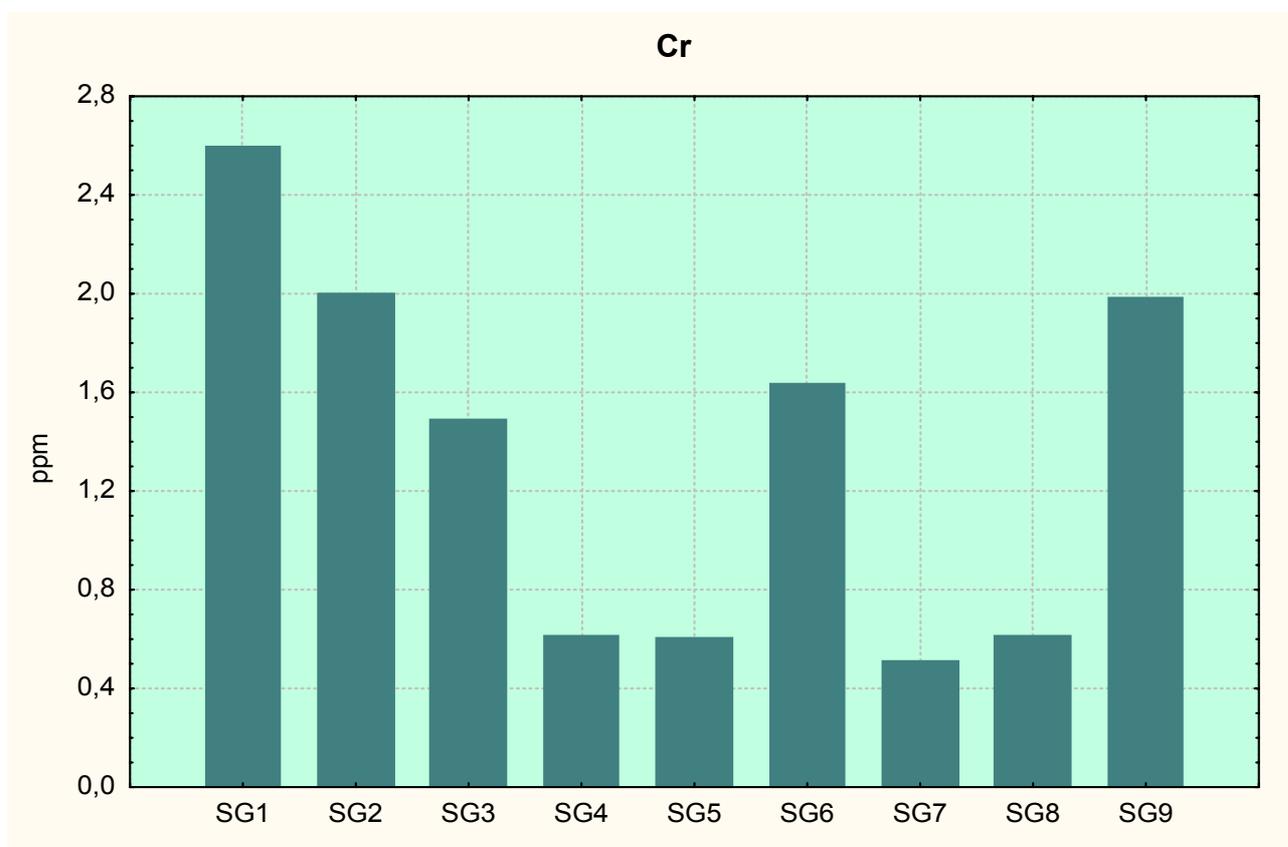


Fig. 115 – Grafico delle concentrazioni di Cromo in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Rame - Cu

Le concentrazioni di rame nei talli lichenici sono contenute nei valori medi (5.24 ppm), ma il valore massimo è risultato essere piuttosto alto (12.4 ppm) ed è stato rilevato nella zona a sud di Gubbio.

I prossimi studi verificheranno l'eventuale persistenza di questo valore.

Staz.	ppm
SG1	2,8
SG2	4,9
SG3	5
SG4	6,4
SG5	5,4
SG6	3,2
SG7	12,4
SG8	1,98
SG9	5,1

Val. medio 5,242
Val. min. 1,98
Val. max 12,4
Deviazione standard 3,032

Tab. 36 – Concentrazione di Rame nelle singole stazioni e relative statistiche

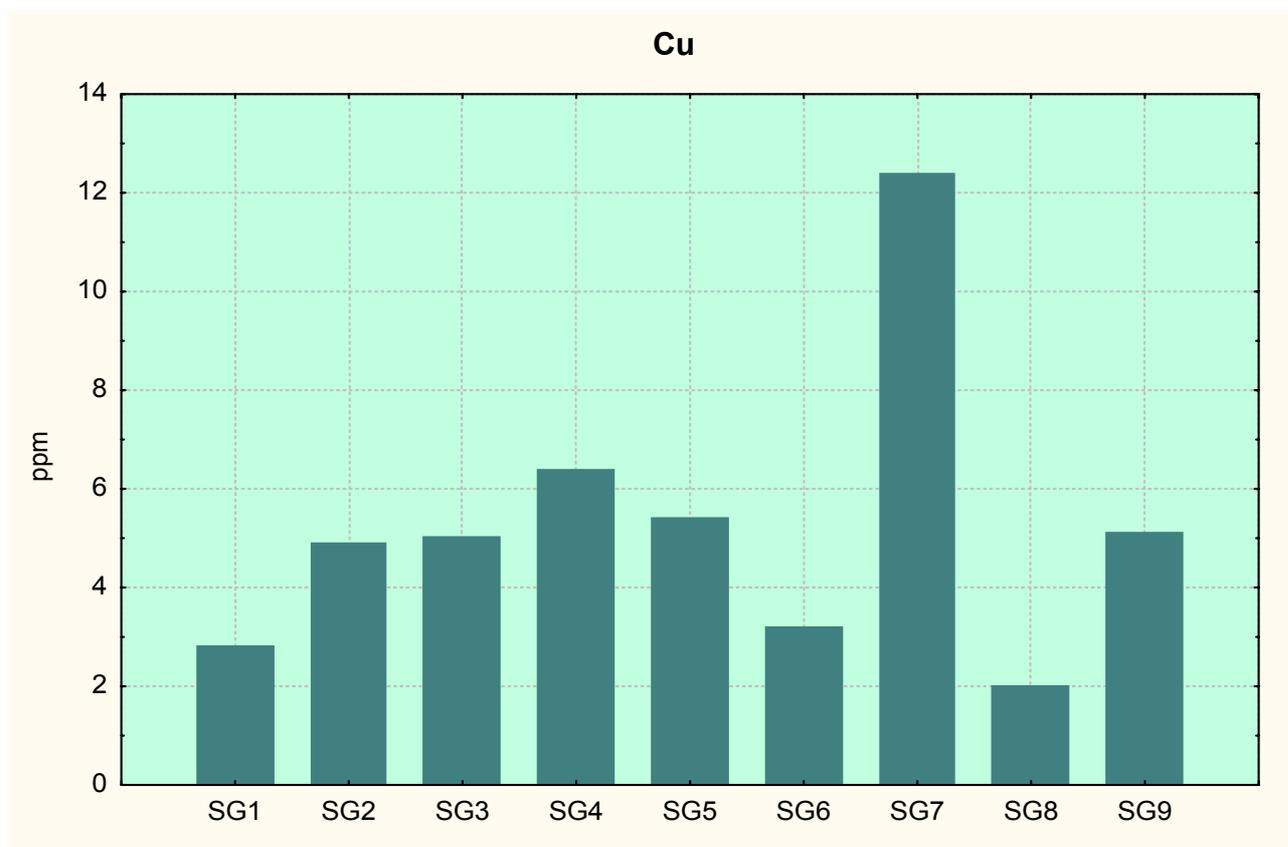


Fig. 116 – Grafico delle concentrazioni di Rame in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Ferro - Fe

Il ferro mostra una concentrazione media nei talli lichenici di 720.1 ppm, che può essere ritenuta piuttosto elevata se si considera questo metallo un elemento terrigeno. Un hot spot di 1250 ppm è stato rilevato presso la stazione SG5, nella parte sud di Gubbio. Per quanto riguarda il ferro, si ritiene opportuna una ulteriore verifica del suo trend migratorio ed i relativi valori di concentrazioni.

Staz.	ppm
SG1	693
SG2	910
SG3	410
SG4	525
SG5	1250
SG6	701
SG7	430
SG8	710
SG9	852

Val. medio 720,111
Val. min. 410
Val. max 1250
Deviazione standard 263,115

Tab. 37 – Concentrazione di Ferro nelle singole stazioni e relative statistiche

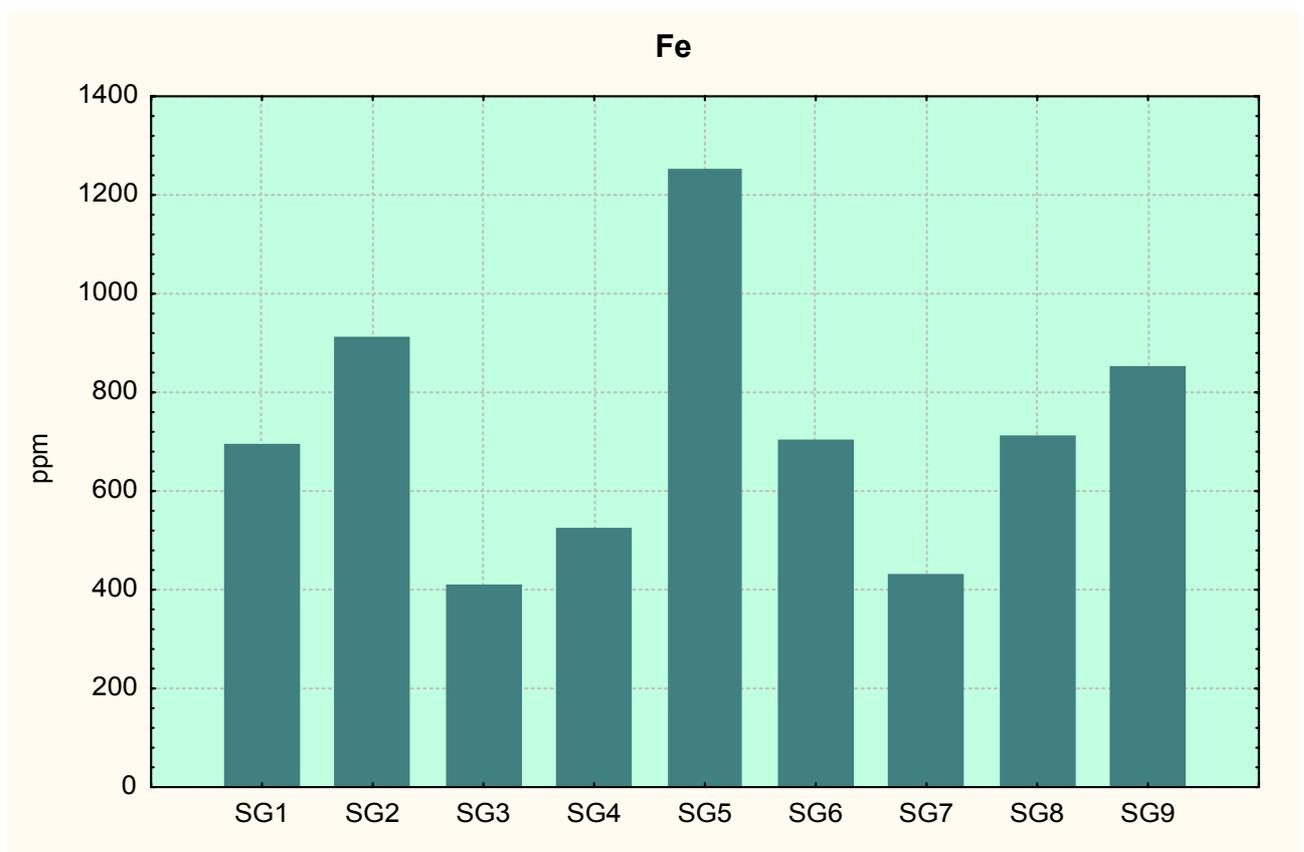


Fig. 117 – Grafico delle concentrazioni di Ferro in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Mercurio - Hg

La concentrazione media di mercurio nei talli lichenici è di 0.101 ppm, mentre il valore massimo (di 0.18 ppm) è stato riscontrato nelle stazioni SG8 e SG9, poste rispettivamente a SE e E della città di Gubbio; il valore rilevato nella SG4, in località S. Girolamo, è lievemente inferiore (0.163 ppm).

Le rimanenti stazioni di biomonitoraggio hanno invece rilevato concentrazioni piuttosto basse e tutte comprese fra i 0.03-0.09 ppm.

Staz.	ppm
SG1	0,059
SG2	0,075
SG3	0,033
SG4	0,163
SG5	0,090
SG6	0,073
SG7	0,059
SG8	0,180
SG9	0,180

Val. medio 0,101
Val. min. 0,33
Val. max 0,18
Deviazione standard 0,057

Tab. 38 – Concentrazione di Mercurio nelle singole stazioni e relative statistiche

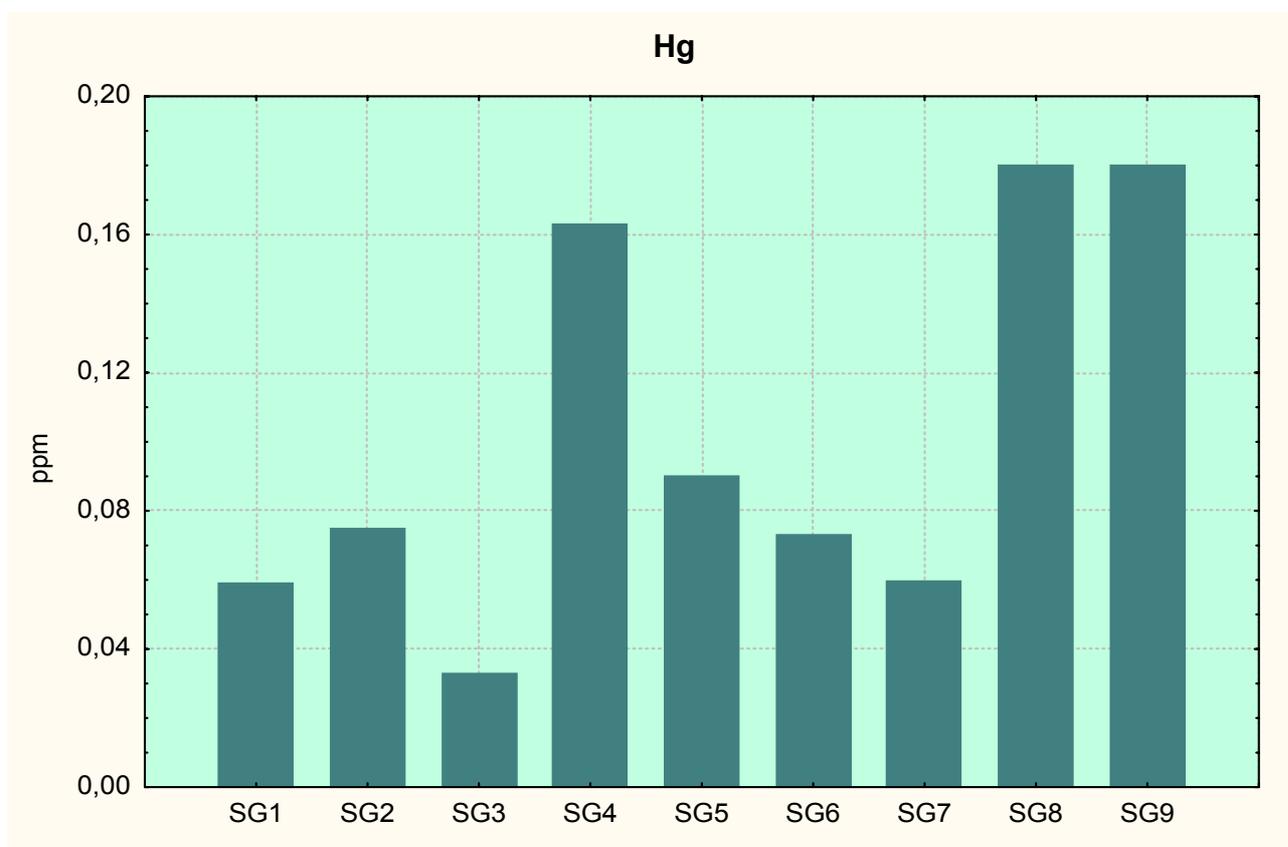


Fig. 118 – Grafico delle concentrazioni di Mercurio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Nichel - Ni

Il nichel presenta una concentrazione media nei talli lichenici di 2.63 ppm. In corrispondenza delle stazioni SG9, in località S.Marco, e nella SG4, in località S.Girolamo, sono stati rilevati i valori di accumulo più elevati: rispettivamente di 4.4 e 4.26 ppm.

Staz.	ppm
SG1	2,0
SG2	3,3
SG3	1,8
SG4	4,26
SG5	1,73
SG6	1,98
SG7	1,95
SG8	2,01
SG9	4,40

Val. medio 2,603
Val. min. 1,73
Val. max 4,4
Deviazione standard 1,083

Tab. 39 – Concentrazione di Nichel nelle singole stazioni e relative statistiche

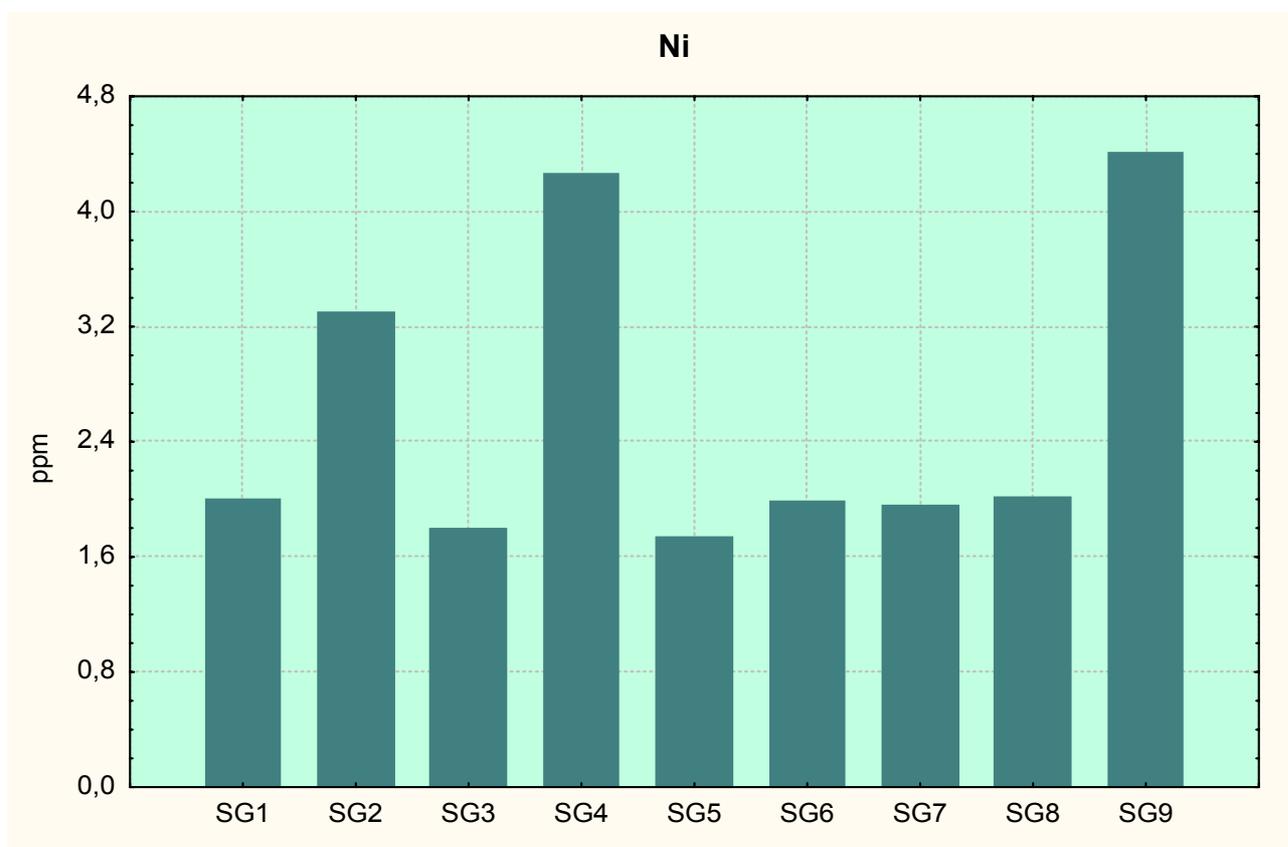


Fig. 119 – Grafico delle concentrazioni di Nichel in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Piombo - Pb

Nell'area cittadina di Gubbio il piombo presenta bassi valori di accumulo. Il valore più elevato, pari a 3.75 ppm, è stato rilevato in corrispondenza della stazione SG5, in prossimità del Teatro Romano.

Staz.	ppm
SG1	1,25
SG2	1,75
SG3	3,25
SG4	1,64
SG5	3,75
SG6	1,5
SG7	1,5
SG8	1,92
SG9	1,88

Val. medio 2,048
Val. min. 1,25
Val. max 3,75
Deviazione standard 0,857

Tab. 40 – Concentrazione di Piombo nelle singole stazioni e relative statistiche

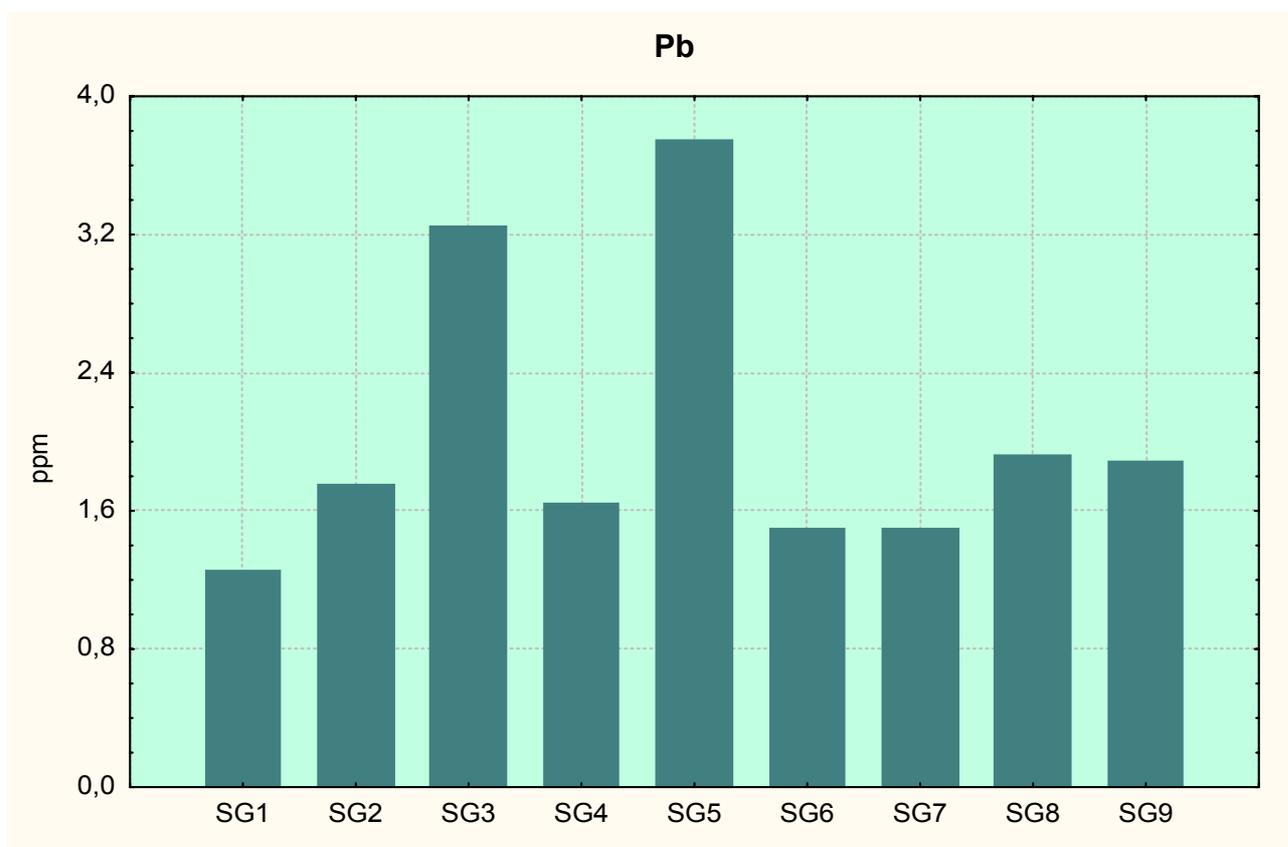


Fig. 120 – Grafico delle concentrazioni di Piombo in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Titanio - Ti

La concentrazione di titanio nei talli lichenici è relativamente alta, il valore massimo di 182 ppm è stato riscontrato nella stazione SG5 posta nella zona del Teatro Romano.

La diffusione di questo metallo sarà oggetto di ulteriori verifiche per quanto riguarda le sue concentrazioni nell'area cittadina.

Staz.	ppm
SG1	78
SG2	137
SG3	22
SG4	19
SG5	182
SG6	74
SG7	18
SG8	21
SG9	83

Val. medio 70,444
Val. min. 18
Val. max 182
Deviazione standard 58,406

Tab. 41 – Concentrazione di Titanio nelle singole stazioni e relative statistiche

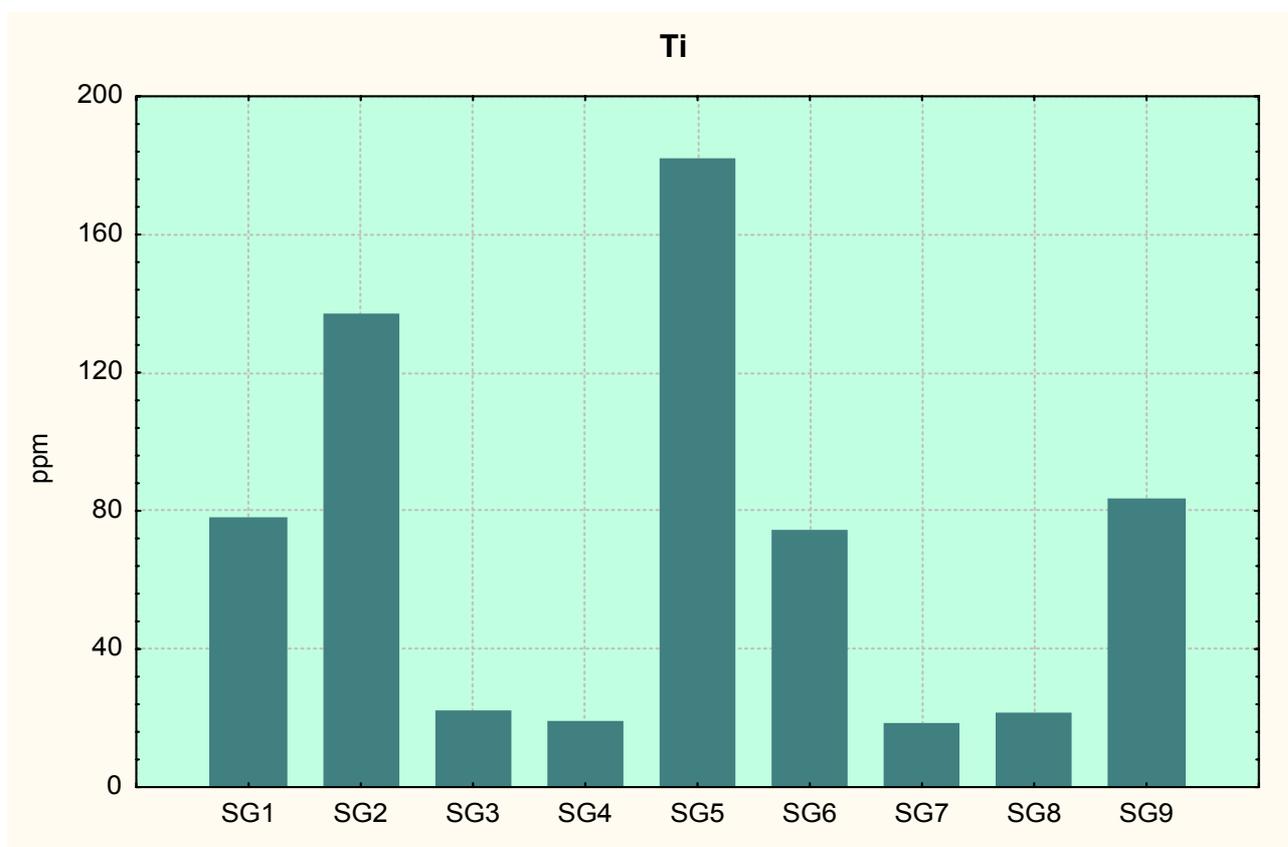


Fig. 121 – Grafico delle concentrazioni di Titanio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

Vanadio - V

Il vanadio presenta valori di accumulo piuttosto bassi, il valore massimo riscontrato nell'area cittadina appartiene alle stazioni SG8 e SG9, poste nella parte est di Gubbio; in entrambe è stato riscontrato il valore di 3.7 ppm.

Staz.	ppm
SG1	0,9
SG2	3,4
SG3	2,8
SG4	0,7
SG5	0,17
SG6	0,8
SG7	2,6
SG8	3,7
SG9	3,7

Val. medio 2,085
Val. min. 0,17
Val. max 3,7
Deviazione standard 1,430

Tab. 42 – Concentrazione di Vanadio nelle singole stazioni e relative statistiche

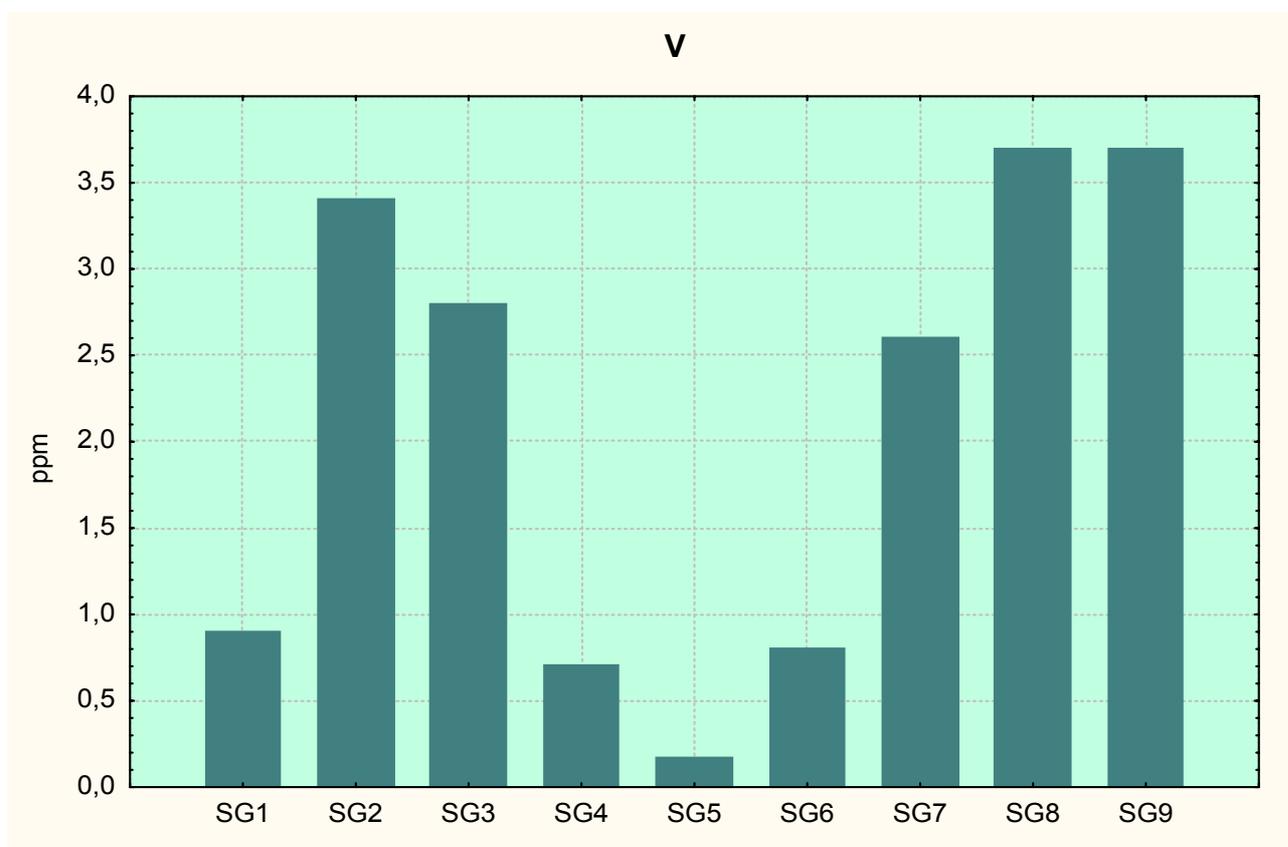


Fig. 122 – Grafico delle concentrazioni di Vanadio in ogni singola stazione. In ascissa il progressivo delle stazioni e in ordinata i valori delle concentrazioni espressi in ppm.

CONCLUSIONI

Nell'area di Gubbio città è stato riscontrato un andamento delle concentrazioni medie che è per tutti gli inquinanti inferiore alle medie di quelle analizzate presso le aree A e B di Semonte e Padule. Per i Cloruri, Fluoruri, Solfati solubili, è stato osservato un comportamento piuttosto uniforme in quanto le maggiori concentrazioni sono state rilevate nella zona est di Gubbio centro ed in particolare nella stazione SG9. Per quanto riguarda l'Alluminio (Al), il Ferro (Fe) ed il Titanio (Ti) quali elementi terrigeni, i valori di accumulo nei talli lichenici sono modesti. Rimane da definire la presenza di un picco anomalo per il Ferro nella stazione SG5 pari a 1250 ppm, e un valore relativamente alto per l'Alluminio nella stazione SG1 pari a 539 ppm. Entrambi necessitano di ulteriori verifiche per definire in maniera più precisa le relative concentrazioni. Per quanto riguarda il resto delle concentrazioni dei metalli pesanti, è stato notato che i valori massimi sono generalmente orientati nel versante est di Gubbio, ma che tuttavia deve essere approfondita la dinamica della diffusione degli inquinanti e le loro relative concentrazioni.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo sentitamente Katia Mariani, Roberta Burzigotti e tutti i loro collaboratori dell'Assessorato all'Ambiente.

Un ringraziamento speciale va a Nicola Palmieri.

BIBLIOGRAFIA

Adriano D.C., 1986 – Trace elements in the Terrestrial Environment. Springer, New York, 553 pp.

Gasparo D., Castello M. & Bargagli R., 1989. Biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico tramite licheni. Studio presso un inceneritore (Macerata). *Studia Geobot.*, 9: 153-250.

Bargagli R., Iosco F.P., Leonzio C., 1985. Monitoraggio di elementi in traccia mediante licheni epifiti. Osservazioni nell'area industriale di Rosignano Solvay. *Inquinamento*, 2: 33-37.

Nimis P.L. & Bargagli R., 1999. Linea guida per l'utilizzo dei licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. In: Piccini C. & Salvati S. Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul terreno nazionale". Roma, 26-27 Novembre 1988. ANPA, Serie Atti, 2: 279-287.

Scherp H.W., Church C.F., 1937. Neurotoxic action of aluminium salts. *Proc. Soc. Exper. And Biol. Med.* 36: 851-856.

Alfrey A.C., Le Gendre G.R., Kaehny W.D., 1976. The dialysis encephalopathy syndrome. Possible aluminium intoxication. *New Engl. J. Med.* 294: 184-187.

Nriagu J.O., 1989. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature* 338: 47-49.

Schmidt J.A., Andren A.W., 1980. The atmospheric chemistry of nickel. "Nickel in the Environment" ed. Nriagu J.O., John Wiley & Sons, New York.