

$$\frac{A\alpha\alpha}{64}$$

Domenico Cicchella
Lucia Giaccio
Stefano Albanese
Teresa Paola Marrone

Sara Pertusati
Annamaria Lima
Benedetto De Vivo
Agostino Zuppetta

ATLANTE GEOCHIMICO-AMBIENTALE DEL COMUNE E DELLA PROVINCIA DI BENEVENTO

GEOCHEMICAL ENVIRONMENTAL ATLAS OF URBAN AREA
AND PROVINCE OF BENEVENTO



Copyright © MMX
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-3729-4

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: dicembre 2010

Indice

<i>Introduzione</i>	9
Capitolo I	11
1. Lo stato dell'arte della cartografia geochemica ambientale	11
Capitolo II	13
2. L'area oggetto di studio	13
2.1. L'area urbana di Benevento	13
2.2. La Provincia di Benevento	13
2.3. Geologia	14
2.3.1 Il territorio comunale	14
2.3.2 Il territorio provinciale	16
Capitolo III	19
3. Materiali e Metodi	19
3.1 Raccolta e preparazione dei campioni	19
3.2 Analisi di laboratorio	21
3.3 Limiti di rilevabilità strumentale	22
3.4 Elaborazione statistica dei dati	23
3.5 Elaborazione cartografica	25
3.5.1 Il database	26
3.5.2 Rappresentazione cartografica puntuale dei dati (Dot maps)	26
3.5.3 Rappresentazione cartografica dei dati interpolati	27
3.5.4 Carte della distribuzione dei factor scores delle associazioni fattoriali	28
3.5.5 Carte della radioattività	28
Capitolo IV	31
4. Carte geochemiche degli elementi maggiori	31
4.1. Alluminio	33
4.2. Calcio (Ca)	38
4.3. Ferro (Fe)	43
4.4. Fosforo (P)	48
4.5. Magnesio (Mg)	53
4.6. Potassio (K)	58
4.7. Sodio (Na)	63
4.8. Titanio (Ti)	68
4.9. Zolfo (S)	73
Capitolo V	77
5. Carte geochemiche degli elementi potenzialmente tossici	77
5.1. Antimonio	79

5.2. Arsenico	84
5.3. Cadmio	89
5.4. Cobalto	94
5.5. Cromo	99
5.6. Mercurio	104
5.7. Nichel	109
5.8. Piombo	114
5.9. Rame	119
5.10. Selenio	124
5.11. Tallio	129
5.12. Vanadio	134
5.13. Zinco	139

Capitolo VI

6. Carte geochimiche degli elementi in tracce	145
6.1. Bario (Ba)	146
6.2. Bismuto (Bi)	151
6.3. Boro (B)	156
6.4. Gallio (Ga)	161
6.5. Lantanio (La)	166
6.6. Manganese (Mn)	171
6.7. Molibdeno (Mo)	176
6.8. Scandio (Sc)	181
6.9. Stronzio (Sr)	186
6.10. Tellurio (Te)	191
6.11. Torio (Th)	196
6.12. Uranio (U)	201
6.13. Wolframio o Tungsteno (W)	207

Capitolo VII

7. Carte geochimiche dei metalli nobili	213
7.1. Argento (Ag)	214
7.2. Oro (Au)	219
7.3. Palladio (Pd)	224
7.4. Platino (Pt)	228
7.5. Rodio (Rh)	231

Capitolo VIII

8. Carte delle associazioni fattoriali	235
8.1. Cartografia dei suoli del Comune	235
8.1.1 Associazione fattoriale F1: Al - Tl - La - V - As - Fe - K - Na - - U - (-Ca)	236
8.1.2 Associazione fattoriale F2: Zn - Sb - Pb - Hg - Cd - P - Cu	236
8.1.3 Associazione fattoriale F3: Mn - Ni - Co - Cr - Ca	236
8.1.4 Associazione fattoriale F4: Cr e Ni	237

8.1.5 Associazione fattoriale F5: P e K	237
8.2. Cartografia dei sedimenti fluviali della Provincia di Benevento	248
8.2.1 Associazione fattoriale F1: Tl - K - Na- W - U - Th - Ti - V - - Al - Ba - La Pb - Sb - (- Ca)	248
8.2.2 Associazione fattoriale F2: Mn - Co - Te - Ni - (- Tl)	248
8.2.3 Associazione fattoriale F3: Cd - Sb - Hg - Pb - Cu - Zn	249
8.2.4 Associazione fattoriale F4: Cr - Mg - Fe	249
8.2.5 Associazione fattoriale F5: Sr - Ca - (- V)	249
Capitolo IX	257
9. Carte della radioattività naturale	257
9.1. Cartografia della radioattività naturale del Comune di Benevento	258
9.1.1 Radioattività ^{40}K	258
9.1.2 Radioattività ^{238}U	258
9.1.3 Radioattività ^{232}Th	258
9.1.4 Radioattività totale (> 0,08 MeV) (U, Th, K)	258
9.1.5 Radioattività totale (> 0,40 MeV) (U, Th, K)	259
9.2. Cartografia della radioattività naturale della Provincia di Benevento	270
9.2.1 Radioattività ^{40}K	270
9.2.2 Radioattività ^{238}U	271
9.2.3 Radioattività ^{232}Th	272
9.2.4 Radioattività totale (> 0,08 MeV) (U, Th, K)	273
9.2.5 Radioattività totale (> 0,40 MeV) (U, Th, K)	274
Bibliografia	275

Introduzione

Nel presente lavoro sono illustrati i risultati ottenuti dalle indagini fatte sui suoli campionati nell'area del comune di Benevento e sui sedimenti fluviali campionati nell'intero territorio della Provincia sannita.

La realizzazione di tale progetto è stata resa possibile grazie ad una convenzione tra Provincia di Benevento e Dipartimento di Studi Geologici ed Ambientali dell'Università degli Studi del Sannio.

I dati prodotti rappresentano uno strumento di notevole valenza ambientale, soprattutto per quanto concerne la valutazione dei tenori di fondo naturale dei vari elementi chimici esaminati, fra i quali quelli tossici richiamati nelle recenti normative emanate dal Ministero dell'Ambiente (D.M. 471/1999, D.M. 367/2003, D.L. 152/2006), che fissano le soglie di intervento per i suoli e le acque, per i sedimenti di acque marino-costiere, lagune e stagni costieri, in funzione della destinazione d'uso del territorio.

Si auspica che gli organismi pubblici preposti al controllo ambientale tengano conto di tali risultati nella definizione degli interventi per la pianificazione e la bonifica del territorio.

La tutela del suolo rappresenta uno dei temi centrali delle politiche ambientali di tutti i paesi industrializzati. La determinazione dei tenori di fondo naturale (*background*) e la loro rappresentazione cartografica è certamente una priorità a livello globale e nazionale in quanto è uno strumento strategico di grande aiuto per la conoscenza e il controllo delle variazioni ambientali. Un chiaro esempio di realizzazione di cartografia tematica è la compilazione delle carte geochimiche; queste costituiscono un valido strumento di prevenzione da forme di inquinamento naturale e non, in funzione dell'uso del territorio (De Vivo et al., 2004).

Il presente Atlante, realizzato attraverso l'applicazione di rigorose ed innovative metodologie scientifiche, illustra i risultati di un monitoraggio geochimico ambientale finalizzato alla valutazione dell'inquinamento da metalli pesanti dei suoli dell'area del Comune e della Provincia di Benevento. Tale indagine scientifica risulta essere di fondamentale importanza al fine di delineare le aree a rischio per effetto di contaminazioni chimiche di origine antropica che possono mettere in pericolo la salute dei cittadini.

Lo studio riveste, inoltre, particolare importanza in quanto, come già detto, serve a definire i valori *background* di riferimento (valori di fondo naturali), per gli elementi metallici, in ottemperanza al d.lgs. 152/2006. Tale decreto impone per tutta una serie di elementi metallici e composti organici dei valori limite di concentrazione nei suoli e nelle acque, superati i quali scatta l'obbligo per le Autorità territoriali competenti di effettuare operazioni di messa in sicurezza e bonifica, in funzione dell'uso residenziale/ricreativo e industriale/commerciale del territorio.

L'Atlante geochimico prodotto per la città e la Provincia di Benevento rappresenta una "fotografia" dello stato di salute ambientale di tali aree, fissando le

concentrazioni *background* di ben 40 elementi fra cui tutti quelli nocivi presenti nel d.lgs. 152/2006.

Nello specifico, l'Atlante geochimico prodotto contiene:

- la rappresentazione cartografica puntuale delle concentrazioni di 40 elementi metallici nei suoli (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Os, P, Pb, Pd, Pt, Rh, S, Sb, Sc, Se, Sr, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Zn). Relativamente ai tredici elementi tossici presenti nel d.lgs. 152/2006, sulle carte sono indicati i siti contaminati, cioè i punti in cui la concentrazione supera le soglie limite imposte dalla legge;
- le carte geochimiche interpolate di ognuno dei 40 elementi elaborate utilizzando il software GeoDAS che consente l'applicazione di un metodo di interpolazione innovativo (*Multifractal-IDW*). Sulle carte dei dati interpolati vengono indicati, per ogni elemento, i valori di concentrazione *background* (tenore di fondo naturale) e i valori di concentrazione anomali;
- la cartografia geochimica dell'intero territorio provinciale basata sulla concentrazione di 37 elementi chimici nei sedimenti fluviali;
- le carte geochimiche delle associazioni fattoriali;
- la rappresentazione cartografica dei valori della radioattività naturale totale e parziale (^{40}K , ^{238}U e ^{232}Th).

Ribadiamo che l'Atlante geochimico-ambientale è stato realizzato con fondi di ricerca derivanti da una Convenzione stipulata tra Provincia di Benevento e Dipartimento di Studi Geologici ed Ambientali dell'Università degli Studi del Sannio.

Gli Autori ringraziano la Provincia di Benevento per i finanziamenti ricevuti ed in particolar modo il suo Presidente e l'Assessore all'Ambiente per la sensibilità da loro dimostrata verso un tema di così stringente attualità per la salvaguardia dell'ambiente e della salute dei cittadini.