

CONOSCENZA GEOCHIMICA DEL TERRITORIO

COLLANA DIRETTA DA BENEDETTO DE VIVO

Direttore

Benedetto DE VIVO
Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Comitato scientifico

Annamaria LIMA
Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Domenico CICHELLA
Università degli Studi del Sannio

Stefano ALBANESE
Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Alecos DEMETRIADES
Institute of Geology and Mineral Exploration

CONOSCENZA GEOCHIMICA DEL TERRITORIO

COLLANA DIRETTA DA BENEDETTO DE VIVO

La conoscenza geochimica del territorio si è resa indispensabile dal momento che la contaminazione degli ecosistemi terrestri con sostanze ed elementi chimici tossici è divenuto un problema a livello globale. L'assunzione attraverso il cibo, l'acqua e le vie respiratorie degli inquinanti ha un impatto sulla salute che può manifestarsi anche sul lungo termine e in modi diversi. L'incidenza e la distribuzione geografica delle malattie (epidemiologia) dovute ad inquinamento ambientale è ben documentata. Queste malattie comprendono, perdita di acutezza mentale e di controllo motorio, disfunzione di organi critici, cancro, malattie croniche, inabilità e, alla fine, anche morte. La conoscenza geochimica del territorio fornisce elementi indispensabili per valutare scientificamente come "gestire" le concentrazioni anomale di sostanze ed elementi chimici tossici, sia alla sorgente che in-situ, in modo da eliminare o comunque minimizzare il loro impatto negativo sulla salute degli esseri viventi; individuare le sorgenti dell'inquinamento e sviluppare modelli per il controllo fisico, chimico e biologico relativamente alla loro mobilitazione, interazione, deposizione e accumulo negli ecosistemi terrestri. Su queste basi geologi, geochimici, chimici, biologi, ingegneri ambientalisti collaborano per sviluppare metodi e tecnologie finalizzate a preservare gli ecosistemi globali.

La collana "Conoscenza geochimica del territorio" vuole offrire ad un pubblico attento, anche se non necessariamente specialistico, gli strumenti necessari per comprendere e trattare in modo innovativo problemi di grande attualità come quelli della contaminazione ambientale e della salvaguardia del territorio e dei suoi ecosistemi naturali.

Il volume rappresenta un primo contributo concreto tra gli obiettivi del Progetto Campania Trasparente dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno (Portici) meritoriamente finanziato dalla Regione Campania.

Benedetto De Vivo, Annamaria Lima
Stefano Albanese, Domenico Cicchella
Carmela Rezza, Diego Civitillo
Giulia Minolfi, Daniela Zuzolo

**Atlante geochimico–ambientale
dei suoli della Campania**

Environmental Geochemical
Atlas of Campania soils



Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.gioacchinoonoratieditore.it
info@gioacchinoonoratieditore.it

via Sotto le mura, 54
00020 Canterano (RM)
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-9744-1

*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: ottobre 2016

Indice

- 9 *Introduzione*
- 13 *Capitolo I*
Cartografia geochemica ambientale
- 1.1 Stato dell'arte della cartografia geochemica ambientale, 13 – 1.2 Siti di Interesse Nazionale della Regione Campania e normativa ambientale, 17 – 1.3 Liste dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) per i cancerogeni certi e cancerogeni probabili per l'uomo, 18 – 1.4 Cartografia Geochemica della Regione Campania, 19
- 21 *Capitolo II*
L'area oggetto di studio
- 2.1 Geografia e demografia della Campania, 21 – 2.2 Inquadramento geologico-strutturale, 22 – 2.3 Aspetti morfologici della Campania, 30 – 2.4 Il clima, 38 – 2.5 Uso del suolo, 40 – 2.6 Attività antropiche e sviluppo economico della Campania, 42 – 2.7 Sorgenti geotecniche e antropogeniche di metalli potenzialmente tossici, 47
- 49 *Capitolo III*
Materiali e metodi
- 3.1 Raccolta e preparazione dei campioni, 49 – 3.2 Analisi di laboratorio e controlli di qualità delle analisi, 51 – 3.3 Elaborazione statistica dei dati, 52 – 3.4 Elaborazione cartografica, 55
- 63 *Capitolo IV*
Carte geochemiche degli elementi maggiori
- 4.1 Alluminio (Al), 63 – 4.2 Calcio (Ca), 69 – 4.3 Ferro (Fe), 75 – 4.4 Fosforo (P), 80 – 4.5 Magnesio (Mg), 85 – 4.6 Potassio (K), 90 – 4.7 Sodio (Na), 95 – 4.8 Titanio (Ti), 100 – 4.9 Zolfo (S), 105
- 111 *Capitolo V*
Carte geochemiche degli elementi potenzialmente tossici
- 5.1 Antimonio (Sb), 112 – 5.2 Arsenico (As), 119 – Berillio (Be), 126 – 5.4 Cadmio (Cd), 133 – 5.5 Cobalto (Co), 140 – 5.6 Cromo (Cr), 147 – 5.7 Mercurio (Hg), 154 – 5.8 Nichel (Ni), 161 – 5.9 Piombo (Pb), 166 – 5.10 Rame (Cu), 173 – 5.11 Selenio (Se), 180 – 5.12 Stagno (Sn), 186 – 5.13 Tallio (Tl), 193 – 5.14 Vanadio (V), 199 – 5.15 Zinco (Zn), 206
- 213 *Capitolo VI*
Carte geochemiche degli altri elementi in tracce
- 6.1 Bario (Ba), 213 – 6.2 Bismuto (Bi), 218 – 6.3 Boro (B), 223 – 6.4 Cerio (Ce), 228 – 6.5 Cesio (Cs), 233 – 6.6 Gallio (Ga), 238 – 6.7 Hafnio (Hf), 243 – 6.8 Lantanio (La), 248 – 6.9 Litio (Li), 253 – 6.10 Manganese (Mn), 258 – 6.11 Molibdeno (Mo), 264 – 6.12 Niobio (Nb), 269 – 6.13 Rubidio (Rb), 274 – 6.14 Scandio (Sc), 279 – 6.15 Stronzio (Sr), 284 – 6.16 Tellurio (Te), 289 – 6.17

8 *Indice*

Torio (Th), 294 – 6.18 Uranio (U), 299 – 6.19 Wolfranio o Tungsteno (W), 304 – 6.20 Ittirio (Y), 309 – 6.21 Zirconio (Zr), 314

319 *Capitolo VII*

Carte geochimiche dei metalli nobili

7.1 Argento (Ag), 319 – 7.2 Oro (Au), 324

329 *Capitolo VIII*

Carte delle associazioni fattoriali

8.1 Cartografia delle associazioni fattoriali, 330

341 *Bibliografia*

Introduzione*

La contaminazione dell'ambiente con sostanze tossiche, determinata da attività antropiche per decenni e colpevolmente ignorata dalle istituzioni politiche dei paesi responsabili, è finalmente diventata un argomento cruciale sia nelle relazioni fra paesi industrializzati, sia all'interno dei singoli Stati. In questo quadro, si rende necessaria una conoscenza dettagliata dei fenomeni legati alle variazioni dell'ambiente naturale per effetto dell'inquinamento del territorio.

Negli studi finalizzati alle indagini ambientali su un territorio per valutare le "condizioni di salute" di un'area, la geochimica ambientale contribuisce in maniera determinante affinché il risultato di una ricerca abbia una fondata validità scientifica e sia utile per individuare i pericoli dovuti alla presenza di sostanze nocive per la salute dell'uomo e per gli ecosistemi.

L'origine di una contaminazione può essere imputata a differenti fattori naturali o antropici; la reattività chimica, la capacità di accumulo e di trasformazione negli organismi vegetali e/o animali sono alcune caratteristiche che condizionano la dinamica dei contaminanti. Da ciò si evince che le sostanze contaminanti siano più pericolose se maggiormente capaci di accumularsi; i metalli potenzialmente tossici hanno tali caratteristiche, e possono rappresentare quindi un rischio per la salute di organismi animali e vegetali nonché dell'essere umano. Basti pensare a metalli come Pb, Hg, Cd, Zn e Cu, la cui pericolosità è provata, e il cui rilascio nell'ambiente è notevolmente aumentato per effetto delle attività antropiche. Gli ambienti naturali che sono coinvolti dalla contaminazione di metalli potenzialmente tossici, sono soprattutto acque superficiali, marine e freatiche, sedimenti fluviali, marini e lacustri, suoli, vegetazione e atmosfera. È dunque evidente l'esigenza di attivare una valutazione e un controllo dello stato di degrado ambientale per effetto dell'inquinamento; a questo scopo è importante definire per ogni territorio i tenori di fondo naturali (*background*) di determinati elementi nelle matrici ambientali. La determinazione dei valori di concentrazione *background* ci consente di valutare i livelli di contaminazione ambientale, discriminando la componente relazionata ad attività antropiche rispetto a quella di natura geogenica. Nelle aree fortemente antropizzate i tenori di fondo vengono indicati come *background/baseline* (vedi questo atlante), in quanto non sempre le concentrazioni di un elemento, rilevate in un sito campionato, riflettono il tenore di fondo naturale (*background*), ma possono riflettere anche un contributo antropico non facilmente quantizzabile. In tal caso i tenori di fondo vanno definiti come valori

* Il volume è stato finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica (MIUR) - Progetto di Ricerca Industriale Filiere agro-industriali integrate ad elevata efficienza energetica per la messa a punto di processi di produzione eco-compatibili di energia e bio-chemicals - Acronimo: EnerBioChem - PON 01_01966 - Programma Operativo Nazionale di Ricerca e Competitività 2007/2013 - D.D. Prot.01/Ric. 18.01.2010.

di concentrazioni "attuali", indicati nella letteratura scientifica come *baseline* (Salminen e Gregorauskiene, 2000; Cicchella *et al.*, 2005); essi sono comunque utili perché rappresentano dei valori di riferimento per la valutazione nel tempo dell'impatto antropico sul territorio.

Recentemente, il mondo scientifico, ha posto l'attenzione sul rapporto tra la geologia e la medicina, ponendo le basi per la "geomedicina" che è da considerarsi come una nuova disciplina intesa come strumento di valutazione degli effetti dei fattori geologico-ambientali sulla distribuzione areale di patologie nell'uomo e negli animali (De Vivo, 1995; Belkin *et al.*, 2013; Valera *et al.*, 2014). Le considerazioni legate alla geochimica ambientale e alla salute degli organismi viventi, sono state dettate dall'osservazione che particolari patologie sono maggiormente diffuse in alcune aree geografiche piuttosto che in altre (Albanese *et al.*, 2008a; 2013; Giaccio *et al.*, 2012; Valera *et al.*, 2014). L'acquisizione di conoscenze scientifiche di carattere geochimico, medico e nutrizionale è indispensabile per lo studio oggettivo per poter arrivare, possibilmente, alla definizione di causa-effetto fra ritrovamento di contaminanti in matrici ambientali e patologie specifiche. Da tempo sono note le relazioni fra salute umana e caratteristiche geochimiche locali per quanto riguarda carenze o eccessi di elementi chimici quali I, F, Se ed As. Milioni di persone soffrono per esempio di fluorosi dentaria in Cina per eccesso di F nelle acque (sotto forma di fluoruro) oppure mostrano sintomi di avvelenamento per eccessive concentrazioni di As nelle acque potabili (De Vivo *et al.*, 2004).

Pertanto la conoscenza della composizione chimica del territorio nazionale, la valutazione delle eventuali variazioni dovute a inquinamento e la divulgazione di questi dati, sfruttando le moderne tecniche di rappresentazione grafica, costituiscono componenti indispensabili per la predisposizione di piani di monitoraggio e il controllo delle risorse territoriali, per lo sviluppo delle attività industriali e antropiche in generale, che tengano conto delle conseguenze gravi che queste ultime possono determinare per l'ambiente e per l'uomo.

Sulla base delle esigenze sopra riportate in risposta anche a tante notizie allarmanti senza alcuna base scientifica, la Regione Campania è stata messa al centro dell'attenzione internazionale per una presunta contaminazione diffusa nei suoli, soprattutto dei fertili territori del napoletano e del casertano, che ha portato all'attenzione mediatica mondiale il pezzo di territorio noto come la Terra dei Fuochi, distruggendone, spesso immotivatamente il comparto agricolo.

Il gruppo di ricerca del Prof. De Vivo è più volte intervenuto sul problema, proponendo che esso fosse affrontato su basi scientifiche nella sua completezza, con ricerche mirate a effettuare indagini per: 1) caratterizzare, prima di tutto, la composizione geo-chimica del suolo agrario, dell'aria e delle acque di falda su base regionale e locale; 2) definire il livello di bio-disponibilità degli elementi e composti tossici; 3) determinare i tassi di assorbimento da parte delle varie tipologie di colture vegetali dei diversi contaminanti chimici presenti nei suoli e nelle acque di falda; 4) cercare di dimostrare una relazione diretta fra presenza di contaminanti nei suoli, nell'aria, nelle acque, nei prodotti agricoli e infine nelle matrici umane (capelli, urine, sangue) attraverso metodologie innovative. Tutto ciò,

a) per cercare di determinare su basi scientifiche, laddove possibile, i potenziali percorsi di migrazione seguiti dagli inquinanti dal comparto geologico-ambientale verso quello biologico e, da quest'ultimo, lungo l'intero percorso (catena trofica) verso l'apice, rappresentato dall'uomo; b) per dimostrare scientificamente la tracciabilità dei prodotti agro-alimentari che arrivano ai consumatori, con l'obiettivo di caratterizzare (e possibilmente "certificare") la qualità dei prodotti sani tipici di diverse specie.

Tutto quanto sopra è stato recepito e fatto proprio dal Programma Campania Trasparente, finanziato dalla Regione Campania, attraverso l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale per il Mezzogiorno, programma al quale partecipa attivamente il Gruppo di Ricerca del Prof. De Vivo. Il programma, iniziato a Settembre 2015 e che si dovrebbe concludere nell'arco di 3 anni, prevede il prelievo di decine di migliaia di campioni, fra suoli, acque sotterranee, prodotti agricoli, matrici animali e umane.

I primi risultati ottenuti attraverso migliaia di diverse tipologie di campioni su tutta la Regione Campania in tempi molto veloci ci confermano che le aree individuate come a rischio, sia per i metalli/metalloidi tossici che per i composti organici (IPA, Pesticidi, PCB), non sono ubicate genericamente nella Terra dei Fuochi (di questa è interessato, parzialmente, solo il comprensorio Aversano), bensì nei territori dell'area provinciale e metropolitana di Napoli e del bacino del Sarno (ma anche in questo caso non c'è ancora alcuna dimostrazione scientifica di rapporto causa-effetto fra presenza di inquinanti e patologie). Nuovi dati già acquisiti sono in corso di elaborazione e interpretazione. A valle, comunque, di questi studi si effettueranno indagini sito-specifiche, caso per caso con maggiore densità di campionature con il prelievo di ulteriori campioni di suoli, acque, aria, colture agricole e matrici biologiche, con il coinvolgimento dell'Istituto Pascale per tutti gli aspetti potenziali che coinvolgono gli effetti sulla salute umana.

I risultati preliminari ottenuti sui suoli dell'intera Regione Campania e che vengono riportati in questo atlante, rappresentano quindi un primo contributo concreto nello spirito del Progetto Campania Trasparente, meritoriamente finanziato dalla Regione Campania. A conclusione di questo programma si otterrà un quadro chiaro che renderà la Campania la regione-modello, meglio caratterizzata scientificamente dal punto di vista ambientale in Italia. La conoscenza scientifica dello stato di salute del territorio campano consentirà poi di programmare interventi di risanamento (di bonifica e/o messa in sicurezza) mirati, laddove necessari, sito-specifici, su basi scientifiche solide e non sulla spinta di emozioni.