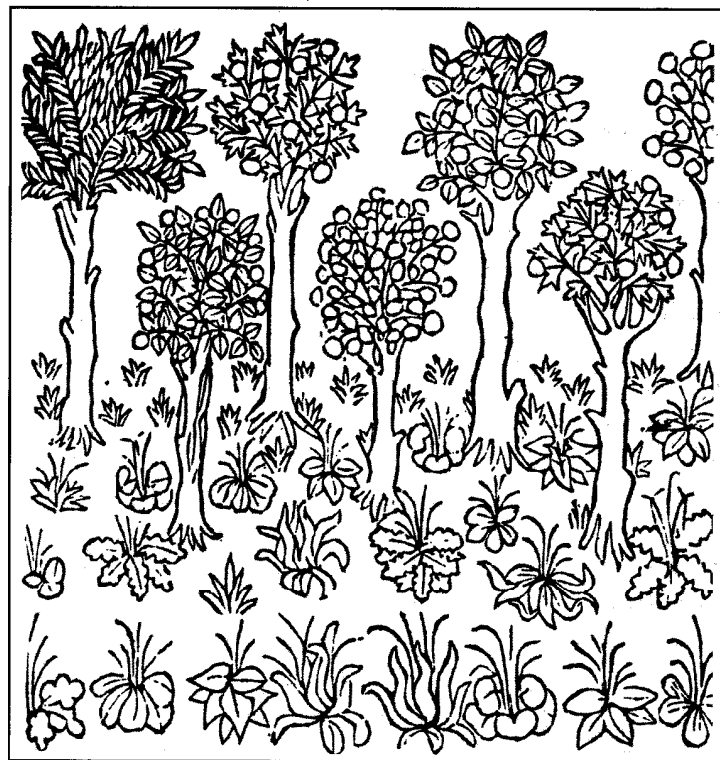


10 (1-2) 2004

ISSN 1122-7214

ARCHIVIO GEOBOTANICO

international journal of geobotany plant ecology and taxonomy



UNIVERSITY OF PAVIA (ITALY) 2007

Registered at the Tribunale di Pavia, 4 February 1955, n. 61

The journal is the continuation of ATTI DELL'ISTITUTO BOTANICO E DEL LABORATORIO CRITTOGAMICO DELL'UNIVERSITA' DI PAVIA (1888-1991), of ARCHIVIO BOTANICO PER LA SISTEMATICA, FITOGEOGRAFIA E GENETICA (1925-1933), of ARCHIVIO BOTANICO (1935-1955), of ARCHIVIO BOTANICO E BIOGEOGRAFICO ITALIANO (1956-1979), of ARCHIVIO BOTANICO ITALIANO (1925-1992).

ARCHIVIO GEOBOTANICO is an international journal dedicated to geobotany, plant systematics, mycology and ecology. It also publishes, reports on scientific meetings, notices on programs of research and book reviews. The editorial board has care of the drawing up reports, notices and reviews. Each annual volume is published in two issues.

Publisher: University of Pavia, Italy

Printer: Tipografia Fantigrafica s.r.l., Via delle industrie, 38 I - 26100 Cremona

EDITORIAL BOARD

Director	F. Bracco (DET, Pavia)
Secretary	S. Assini (DET, Pavia)
Editing	Tipografia Fantigrafica s.r.l. (Cremona)

MEMBERS

C.A. Accorsi Modena	P. L. Nimis Trieste
M. Aleffi Camerino	P. Nola Pavia
G. Caretta Pavia	F. Pedrotti Camerino
C. Favarger Neuchâtel	A.M. Picco Pavia
E. Feoli Trieste	S. Pignatti Roma
C. Ferrari Bologna	A. Pirola Pavia
F. Garbari Pisa	L. Poldini Trieste
S. Gentile Genova	E. Poli Catania
R. Gerdol Ferrara	R. Rivas Martinez Madrid
W. Larcher Innsbruck	J. Rodwell Lancaster
F. Mancini Firenze	F. Sartori Pavia
G. Moggi Firenze	A. Sercelj Ljubljana
F. Montacchini Torino	L. Tessier Marseille
H. Niklfed Wien	M.G. Valcuvia Passadore Pavia

Subscription price 2006: Euro 52. Prices are subjected to exchange rate fluctuations.

Subscription order or back issues: Archivio Geobotanico, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti terrestri dell'Università di Pavia, via S. Epifanio, 14 I-27100 Pavia, Italy. Fax +39-0382-34240. <http://ecotipgpa.it>

All request for further information concerning Archivio Geobotanico should be addressed to:

Archivio Geobotanico, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti terrestri dell'Università di Pavia, via S. Epifanio, 14 I-27100, Pavia, Italy. Fax +39-0382 - 34240

Cover picture: Herbs and Trees, woodcut in: Bartholomaeus Anglicus, *Liber de proprietatibus rerum*. *Wijk en de Worde*, 1495. ex A. Arber, *Herbals - Their origin and evolution*. Cambridge University Press. 2nd Edition, London 1953 (modified).

- Contributo alla conoscenza della vegetazione e della flora delle aree umide nel comprensorio di Capalbio (Provincia di Grosseto, Italia Centrale) 1
Contribution to the knowledge of the vegetation and flora of wetlands in the district of Capalbio (Grosseto, Central Italy).
(L. LASTRUCCI, B. FOGGI, F. SELVI, R. BECATTINI)
- Ricerche nella Riserva Naturale integrale "Bosco Siro Negri" dell'Università di Pavia**
Research in the "Bosco Siro Negri" Natural Reserve of Pavia University
- Presenza di radionuclidi naturali e artificiali nel Bosco Siro Negri - 1: Caratteristiche chimico-fisiche del suolo. 31
Presence of natural and artificial radionuclides in the Siro Negri Wood - 1: Chemical and physical characteristics of soils.
(L. GIORDANI, S. MELONI, M. ODDONE)
- Presenza di radionuclidi naturali e artificiali nel Bosco Siro Negri - 2: Risultati delle indagini radiometriche sui campioni di suolo, serie ^{238}U e ^{232}Th , ^{40}K e ^{137}Cs . 47
Presence of natural and artificial radionuclides in the Siro Negri Wood - 2: Results of the radiometric evaluation on the soil samples, ^{238}U and ^{232}Th decay chains, ^{40}K and ^{137}Cs .
(L. GIORDANI, S. MELONI, M. ODDONE)
- Brevi comunicazioni / Short reports**
- Storia dei giardini della stazione ferroviaria di Alessandria, mappatura delle specie legnose e verifica delle condizioni fitostatiche. 71
History of the garden of the Alessandria railway station, map of the woody plants and review of their phytostatic conditions
(F. BARETTA, S. TOSI)
- Segnalazioni floristiche / Floristic records**
- Verifica di alcune stazioni di *Androsace brevis* (Hegetschw.) Cesati nel territorio lariano (Italia settentrionale) 83
Checking of growing sites of Androsace brevis (Hegetschw.) Cesati in territory around Lake Como (Northern Italy)
(L. BANTI, G. GIANATTI)
- Nuove segnalazioni di orchidee per l'Appennino pavese (Lombardia, Italia). 89
New interesting orchids in the Province of Pavia (Northern Apennines, Lombardy, Italy).
(T. ABELI, G. PAROLO, V. DELL'ORTO)
- Isoetes malinverniana* Ces & De Not.: nuove stazioni in Lombardia e revisione del suo areale di distribuzione. 93
Isoetes malinverniana Ces & De Not.: new records in Lombardy and revision of its range.
(F. PISTOIA)
- Novità sul genere *Festuca* L. s.l. in Italia. 97
Novelties about genus Festuca L. s.l. in Italy.
(G. PAROLO, B. FOGGI, G. ROSSI)

Laura Giordani¹, Sandro Meloni(†)², Massimo Oddone²

PRESENZA DI RADIONUCLIDI NATURALI ED ARTIFICIALI NELL'AREA BOSCO NEGRI - 1: CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO

¹Dipartimento di Chimica Generale, Università degli Studi di Pavia, Via Taramelli 12 I-27100 Pavia.

e-mail: giordani.laura@tiscali.it

²Istituto C.N.R. per l'Energetica e le Interfasi, Dipartimento di Chimica Generale – Università degli Studi di Pavia

e-mail: massimo.oddone@unipv.it

Abstract

Presence of natural and artificial radionuclides in the Siro Negri Forest - 1: Chemical and physical characteristics of soils. Siro Negri forest, extends for 11 ha on the Ticino river right side at 10 km from Pavia (North of Italy), it is the best example of the ancient alluvial forest of the Po plain. It was declared a Fully Protected Nature Reserve in the 1967. In the first part of this research have been studied the chemical and physical characteristics of soils collected in this site, for evaluating the relation between soils properties and distribution of natural and artificial radionuclides in pedological profile. This work is the first step in investigating of environmental radioactivity in this natural area. For this purpose samples of soil was collected in three different points and at different depth, inside this area, to investigate the vertical and horizontal migration of natural (the two series ²³⁸U, ²³²Th and ⁴⁰K) and artificial (¹³⁷Cs) radioisotopes in the soils profile.

Uranium and Thorium are found in the upper layer of the earth. They exist only as unstable, radioactive isotopes which undergo a long chain of radioactive decays to end finally with stable isotopes of the Pb (lead). Due to their short half – lives, these decay products are present in the environment only in small quantities but their activity concentration can modify the environmental radioactivity. In addition, these radioactive products of decay of the two series ²³⁸U, ²³²Th and the radioisotopes ⁴⁰K, ¹³⁷Cs are carried from river and deposited into the forest soils.

In the first area, located in the North East part of the forest (named station A), have been collected seven soil profiles at 10, 25, 40, 55, 70, 85 and 110 cm depth; in the second station, located in the central part of the forest (named station B), have been collected eight samples at 10, 25, 40, 55, 70, 85, 110 and 125 cm depth; in the third station, located in the South West part of the forest (named station C), have been collected eight samples at 15, 30,45, 60, 75, 90, 105 and 125 cm depth.

In this part of the work we show the results related to texture, density, humidity, pH, cationic exchange capacity, organic Carbon and soils organic matter. For every analytical determination the soil samples were dried at 40°C and sieved at 2 mm. In the texture determination soils are sieved in different sieves with automatic sieve (2 mm, 200 mm, 50 mm and 20 mm) and with Laser Diffraction System (particle size comprised between 0,2 and 44 mm). The *texture* of the soil describe the contents of sand, silt and clay in pedological profile. In this area there is sandy soils with greater percentage at different soil depth in the three stations (station A: 55 cm depth – 88% sand; station B: 70 cm depth – 96% sand; station C: 45cm depth – 94% sand); this depth have been named layer S. *Density* are typical of inorganic components of the soil (2,4 and 2,9 g/cm³). Soil water content (Humidity percentage) is very small, greater in superficial layer (station A: 1,6% at 10 cm depth; station B: 1,2% at 10 cm depth; station C: 1,4% at 15 cm depth) but small in profound pedological profile. Minimum for this property correspond at layer S (station A: 0,4%; station B: 0,4%; station C: 0,2%). Soil's *pH* was determined potentiometrically in water and KCl 1M. Every investigated soil is acid in superficial layer (pH units: 4,4÷5) and moderately acid or neutral, at greater depth (pH units: 6÷7).

The *Cation Exchange Capacity* (CEC or CSC) is a very important parameter because the adsorption of some radionuclides on soils and on clays particles is a cation exchange phenomenon. Greater CEC have been determined in superficial layer of the station A (27,3 cmol kg⁻¹) more small, but the same order of magnitude, for the others two stations (station B: 23,7 cmol kg⁻¹; station C: 22,6 cmol kg⁻¹).

At the layer S depth the CEC is very low but it increased at greater depth (CEC of layer S – station A: 7,8 cmol kg⁻¹; station B: 4,8 cmol kg⁻¹; station C: 5,1 cmol kg⁻¹).

The organic matter may make a significant contribution to the CEC of the soil and it can have an indirect effect on radioisotopes adsorption on clay minerals. The organic Carbon were measured using Walkley-Black method and the conversion factor used were calculated like if 58% of the elemental composition of organic matter is constituted by organic Carbon. The organic matter amount in the pedological profile of the soil is elevated in the superficial part greater in station B but the same order of magnitude for station A and C (about 15 g kg⁻¹ of organic Carbon and about 25 g kg⁻¹ of organic matter). Also, in all three stations, minimum value for this parameter correspond to layer S.

Key words: radionuclides migration, texture, organic matter, cation exchange capacity.

Riassunto

Il presente lavoro ha come obiettivo la valutazione della radioattività naturale ed artificiale in campioni di suolo provenienti dalla Riserva Naturale Integrale "Bosco Siro Negri" di proprietà dell'Università degli Studi di Pavia, allo scopo di evidenziare eventuali alterazioni delle concentrazioni in attività di ⁴⁰K, delle serie ²³²Th e ²³⁸U, caratteristiche della radioattività naturale e contributi antropici, dovuti a radionuclidi artificiali come il ¹³⁷Cs. L'interesse per questo tipo d'indagine ha origine nell'importanza storica di tale Bosco quale testimonianza delle antichissime foreste planiziali che ricoprivano la Pianura Padana. A tale scopo, nel mese di giugno del 2005, sono stati eseguiti campionamenti a diverse profondità in tre scavi realizzati nella parte nord, al centro e nella zona sud del Bosco per verificare distribuzione ed eventuale migrazione dei singoli radionuclidi. Nella prima parte di questo lavoro, si presentano i risultati ottenuti nella determinazione di alcuni parametri chimico-fisici, quali tessitura, pH, capacità di scambio cationico, carbonio organico e sostanza organica, in grado di influenzare la distribuzione e la permanenza dei radionuclidi nel suolo:

- la *tessitura*: prevalentemente sabbiosa o sabbioso-limoso; risulta caratteristico uno strato particolarmente ricco di sabbia,

- individuato in tutti e tre gli scavi ma localizzato a diversa profondità (strato S);
- la *densità*: tipica di un suolo in cui prevale la componente inorganica (2,4 e 2,9 g/cm³);
- l'*umidità*: molto bassa; compresa tra l'1,6 e l'1,2% nello strato superficiale, inferiore a maggiore profondità;
- il *pH*: valore inferiore di pH, in sospensione acquosa e salina (KCl 1M), riguarda lo strato più superficiale, mentre il valore più alto si riferisce allo strato S tipico di un suolo debolmente acido - neutro;
- la *Capacità di Scambio Cationico (CSC)*: alta solo nello strato superficiale; nello strato S si raggiunge il valore inferiore;
- Carbonio organico e sostanza organica*: maggiore quantità nello strato più superficiale del suolo all'aumentare della profondità, si ha un progressivo impoverimento sino a raggiungere il valore minimo in corrispondenza dello strato S.

Parole chiave: suolo, migrazione dei radionuclidi, tessitura, sostanza organica, capacità di scambio cationico.

1. Introduzione

Il "Bosco Siro Negri", oggetto del presente lavoro, ha un'estensione di circa 11 ettari ed è localizzato sulla riva destra del fiume Ticino, a circa 10 km da Pavia, nel comune di Zerbolò. Essendo poco o per nulla antropizzato, costituisce un esempio di conservazione delle antichissime foreste planiziali che ricoprivano la Pianura Padana, di cui oggi sono rimaste poche testimonianze. Per tale motivo, in seguito alla donazione¹ eseguita nel 1967 dal proprietario Giuseppe Negri, a favore dell'Università degli Studi di Pavia, fu costituito quale Riserva Naturale Integrale^{2,3}.

Con la presente indagine, s'intende valutare la radioattività naturale ed artificiale di campioni di suolo allo scopo di evidenziare eventuali alterazioni e contributi antropici nella conservazione della Riserva Naturale. Gli isotopi che contribuiscono alla radioattività naturale hanno origine nell'alterazione dei materiali rocciosi, che costituiscono il suolo, contenenti elementi come Uranio (U) e Torio (Th) con i loro prodotti di decadimento e ⁴⁰K (isotopo 40 del Potassio). Il principale responsabile della contaminazione ambientale da radionuclidi artificiali è stato l'incidente avvenuto alla centrale nucleare di Chernobyl il 26 aprile del 1986. Nell'Italia settentrionale le maggiori ricadute radioattive si ebbero nella prima settimana di maggio e furono particolarmente intense in quanto concomitanti con piogge e neviccate in alta quota che provocarono dilavamento e trasporto al suolo del pulviscolo atmosferico radioattivo. La radioattività artificiale si distribuisce nel suolo in modo disomogeneo: la deposizione da fall-out atmosferico riguarda la superficie del suolo ma, a modificare distribuzione e migrazione dei radionuclidi negli strati sottostanti, entrano in gioco numerosi fattori tra i quali le caratteristiche chimico-fisiche del suolo e la presenza di corsi d'acqua superficiali o sotterranei. Infine, il tipo di copertura vegetale, attraverso l'assorbimento radicale e la ridistribuzione alle parti aeree della pianta, favorisce la ricaduta al suolo come conseguenza della morte delle specie botaniche.

Nella prima parte di questo lavoro, si presentano i risultati ottenuti nella determinazione di alcuni parametri chimico-fisici, quali tessitura, pH, capacità di scambio cationico, carbonio organico e sostanza organica, in grado di influenzare la distribuzione e la permanenza dei radionuclidi nel suolo. A tale scopo, sono stati eseguiti campionamenti a diverse profondità, in tre scavi realizzati rispettivamente nella parte nord, al centro e nella zona a sud del Bosco, così da verificare la distribuzione e l'eventuale migrazione (orizzontale e verticale) dei singoli radionuclidi.

Nella seconda parte, verranno presentati i risultati delle indagini radiometriche, relative alle serie ²³⁸U e ²³²Th per la verifica dell'equilibrio secolare, ⁴⁰K e ¹³⁷Cs. La loro distribuzione e le eventuali migrazioni orizzontali e verticali nel profilo pedologico del suolo.

Nella terza parte saranno mostrati i risultati dell'Analisi per Attivazione Neutronica Strumentale, le concentrazioni di elementi maggiori, minori ed in tracce e la loro disponibilità per la crescita delle piante, nonché l'eventuale presenza di metalli pesanti associata alle attività antropiche svolte nelle aree limitrofe al contesto boschivo.

2. Descrizione del sito e punti di campionamento

Il "Bosco Siro Negri" (Tomaselli & Gentile, 1971) è ubicato sulla riva destra del fiume Ticino, nella parte bassa della valle del fiume ad un'altitudine media di 63 m s.l.m. a meno di 10 km da Pavia. La superficie interessata, di circa 11 ettari, risulta censita in catasto nel Comune di Zerbolò. Confina a Nord-Est con il fiume Ticino, ad Ovest con il canale Mangialochino ed a Sud-Est con la proprietà Danol-Puata Giuseppe.

La superficie è pianeggiante ma caratterizzata da numerose irregolarità soprattutto nella parte Sud-Ovest, particolarmente lungo il lato delimitato dal canale Mangialochino. La morfologia generale denota condizioni microambientali di diverso tipo. Il substrato geopedologico risulta periodicamente modificato dalle piene del fiume a seguito di alluvioni, inoltre, la profondità del profilo varia a se-