
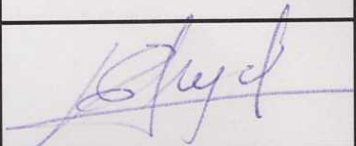
	<b>GERENCIA DE FÍSICA - GAIyANN</b> Departamento Interacción de Radiación con la Materia División Física Atómica, Molecular y Óptica Acelerador de Iones Tándem de 1.7 MV		INT-INN_03AIT-008
	<b>Informe Técnico</b>		Página: 1 de 8
<b>TÍTULO:</b> Composición de suelos en la provincia de Neuquén (40° 37' S - 70° 56' O).			
<b>1. OBJETIVO</b> Determinar la composición elemental de muestras de suelos de un sitio localizado en el noroeste de la Patagonia, provincia de Neuquén (40° 37' S - 70° 56' O), antes y después de la erupción del complejo volcánico Puyehue-Cordón Caulle el 4 de Junio de 2011.			
<b>2. SOLICITANTE</b> Dra. Eugenia Chaia, Departamento de Biología General, Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue.			
<b>Preparó</b>			
<b>Nombre y Apellido (Filiación)</b>		<b>Firma</b>	
Cesar Olivares (CNEA) Bernarda Quiroga (CNEA) Guillermo C. Bernardi (CNEA)			
<b>Aprobó</b>			
<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Fecha</b>	<b>Firma</b>	
<i>Daniel E. Fregena /</i>	<i>08/08/18</i>		
<b>NOTA:</b> Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.			

<b>CNEA</b>	Composición de suelos en la provincia de Neuquén (40° 37' S - 70° 56' O).	INT-INN_03AIT-008 Página: 2 de 8
-------------	---	-------------------------------------

## INDICE

1. OBJETIVO.....	1
2. SOLICITANTE .....	1
3. DESARROLLO.....	3
4. REFERENCIAS.....	8
5. INFORMACIÓN DE CONTACTO .....	8
6. ANEXOS.....	8

<b>CNEA</b>	Composición de suelos en la provincia de Neuquén (40° 37' S - 70° 56' O).	INT-INN_03AIT-008 Página: 3 de 8
-------------	---	-------------------------------------

### 3. DESARROLLO

Se determinó la composición elemental de muestras de suelo, colectadas hasta una profundidad de 15 cm, en febrero y septiembre de 2011, 2015 y 2017 bajo vegetación nativa de estepa y bajo una plantación de *Pinus ponderosa*.

La composición se determinó irradiando las muestras con un haz de protones del Acelerador de Iones Tándem de 1.7 MV del Centro Atómico Bariloche utilizando la técnica PIXE (Proton Induced X-ray Emission, emisión de rayos x inducida por protones). Se utilizó un haz de protones de 2 MeV de energía y 1 nA de corriente. Los espectros se obtuvieron para una carga de haz colectada de 2  $\mu$ C.

Con el objetivo de lograr un buen enfoque del haz de protones en la cámara de irradiación y de ubicar con precisión su lugar de incidencia para posicionar las muestras aprovechamos la fluorescencia de una pastilla obtenida a partir de polvo de alúmina ( $Al_2O_3$ ). Adicionalmente obtuvimos un espectro de rayos x y analizamos su composición. En la Figura 1 puede verse el espectro medido y el ajuste realizado con el programa GUPIX [1].

Las concentraciones resultantes se presentan en la Tabla 1. Puede notarse la presencia significativa de carbono y trazas de otros elementos. Respecto al oxígeno y aluminio obtenemos un cociente de concentraciones  $C_{at}(O)/C_{at}(Al) = 1.537 \pm 0.016$ , algo mayor a la estequiometría esperada para la alúmina.

Tabla 1:

	$C_{at}(\%)$
C	$2.856 \pm 0.139$
O	$58.62 \pm 0.24$
F	$0.064 \pm 0.048$
Na	$0.058 \pm 0.012$
Mg	$0.063 \pm 0.014$
Al	$38.15 \pm 0.24$
Si	$0.071 \pm 0.015$
P	$0.081 \pm 0.011$
S	$0.006 \pm 0.005$
K	$0.003 \pm 0.002$
Ca	$0.015 \pm 0.002$
Fe	$0.015 \pm 0.004$

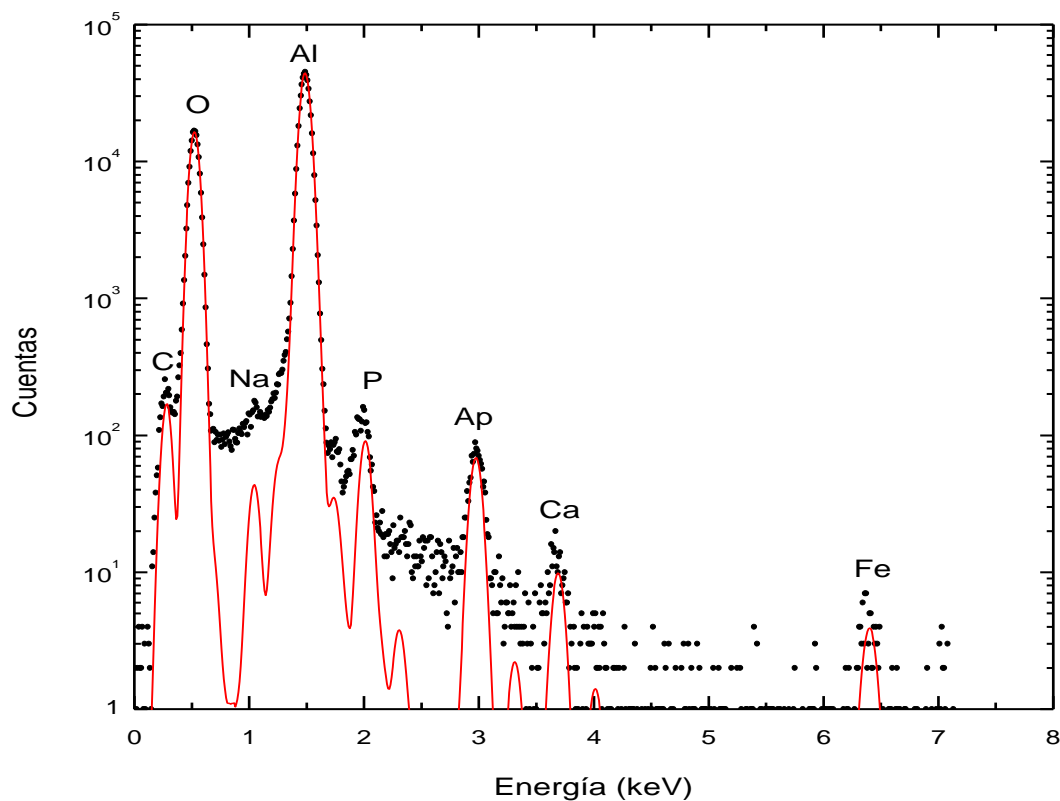


Figura 1: Espectro PIXE de la pastilla de alúmina (puntos) y el ajuste obtenido con GUPIX (línea roja). Se identifican alguna de las contribuciones al espectro de emisión. El pico identificado con Ap (apilamiento) es debido a efectos instrumentales.

Debido a que las muestras que se obtienen por compactación en general son bastante frágiles, en el presente trabajo se prepararon muestras a partir de los suelos originales y otro conjunto donde se agregó un material ligante. Para caracterizar este material, se preparo una pastilla y se obtuvo su composición. En la Figura 2 mostramos el espectro medido y el ajuste, en la tabla 2 los valores de concentración.

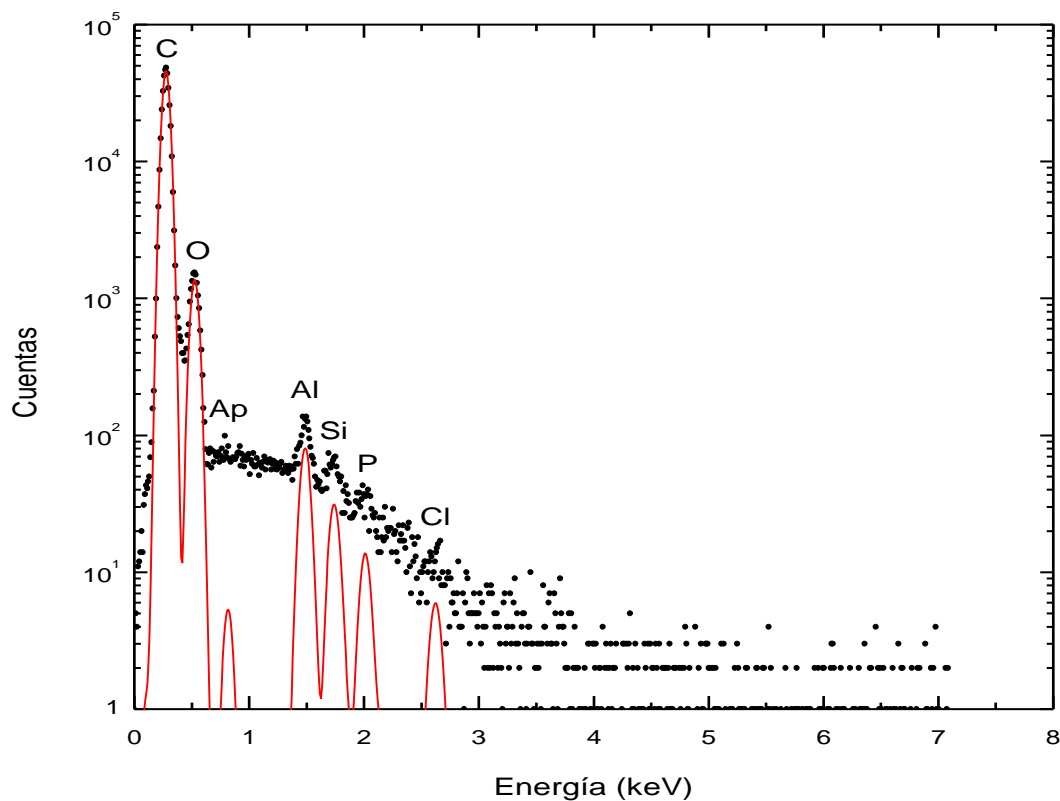


Figura 2: Espectro medido para el ligante (puntos) y ajuste obtenido con GUPIX (línea roja). Se observan los picos característicos sobre el fondo continuo debido a la penetración del haz en el material.

Tabla 2:

	$C_{at}(\%)$
C	$95.35 \pm 0.11$
O	$4.62 \pm 0.11$
Al	$0.021 \pm 0.002$
Si	$0.007 \pm 0.001$
P	$0.003 \pm 0.001$
Cl	$< 0.002$

En la Figura 3 presentamos como ejemplo el espectro medido correspondiente a la muestra de suelo de la estepa de Febrero de 2011 y el ajuste obtenido.

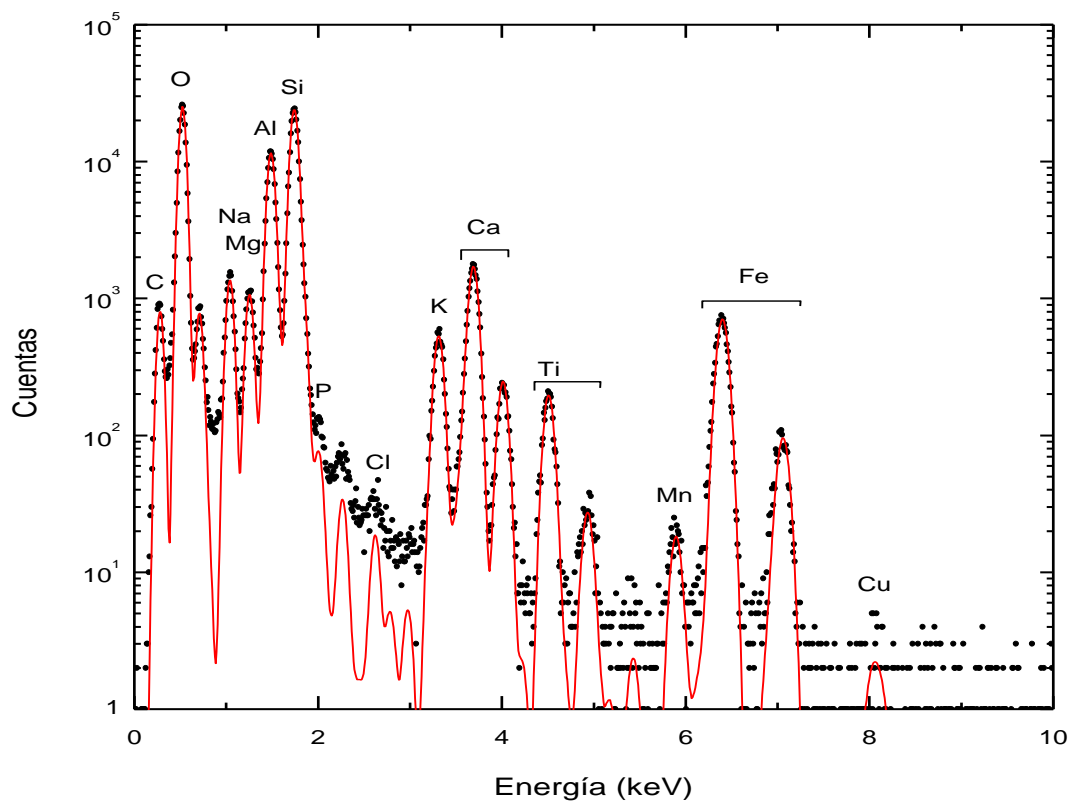


Figura 3: Espectro medido para la muestra de suelo de la estepa de Febrero de 2011 (puntos) y ajuste (línea roja). Los picos sin identificar se deben a apilamiento de pulsos, salvo el pico a 0.7 keV que corresponde a la línea L del hierro.

En el presente estudio se pudieron realizar mediciones con las muestras de suelo original. En consecuencia en las Tablas 3 y 4 presentamos los valores de concentración resultantes de las muestras que no tienen ligante. En los casos de estudio de muestras donde el uso del ligante sea estrictamente necesario, el análisis de resultados requerirá un análisis más cuidadoso de los espectros medidos.

<b>CNEA</b>	Composición de suelos en la provincia de Neuquén (40° 37' S - 70° 56' O).	INT-INN_03AIT-008 Página: 7 de 8
-------------	---	-------------------------------------

Tabla 3: Suelo de la estepa, composición porcentual en masa C<sub>m</sub>(%).

	Febrero 2011	Septiembre 2011	2015	2017
C	5,160 ± 0,119	7,782 ± 0,210	4,957 ± 0,129	5,221 ± 0,120
O	46,403 ± 1,392	48,934 ± 0,636	47,476 ± 0,760	47,508 ± 1,710
Na	1,904 ± 0,040	1,664 ± 0,050	1,344 ± 0,035	1,602 ± 0,035
Mg	1,094 ± 0,025	1,152 ± 0,037	1,212 ± 0,030	1,060 ± 0,025
Al	10,194 ± 0,133	11,250 ± 0,158	9,862 ± 0,138	10,269 ± 0,133
Si	25,288 ± 0,278	22,141 ± 0,288	24,898 ± 0,299	24,520 ± 0,270
P	0,089 ± 0,013	0,094 ± 0,020	0,108 ± 0,014	0,126 ± 0,014
S	0,008 ± 0,007	0,035 ± 0,016	0,024 ± 0,009	0,013 + 0,008
Cl	0,029 ± 0,005	0,042 ± 0,012	0,026 ± 0,006	0,037 + 0,005
K	0,876 ± 0,021	0,678 ± 0,026	1,066 ± 0,027	0,800 ± 0,020
Ca	3,158 ± 0,051	2,118 ± 0,049	2,362 ± 0,045	3,169 + 0,051
Ti	0,564 ± 0,018	0,415 ± 0,024	0,596 ± 0,020	0,551 ± 0,018
V	0,000	0,000	0,014 ± 0,011	0,000
Cr	0,000	0,020 ± 0,012	0,000	0,000
Mn	0,103 ± 0,011	0,072 ± 0,018	0,136 ± 0,013	0,120 ± 0,011
Fe	5,101 ± 0,092	3,603 ± 0,101	5,893 ± 0,106	4,990 ± 0,085
Cu	0,031 ± 0,015	0,000	0,027 ± 0,014	0,014 ± 0,012

Tabla 4: Suelo del pinar, composición porcentual en masa C<sub>m</sub>(%).

	Febrero 2011	2015	2017
C	6,183 ± 0,148	4,496 ± 0,103	6,662 ± 0,147
O	46,916 ± 1,314	47,574 ± 0,714	47,328 ± 1,751
Na	1,755 ± 0,037	1,748 ± 0,038	1,646 ± 0,038
Mg	1,266 ± 0,028	1,233 ± 0,028	0,972 ± 0,025
Al	9,695 ± 0,116	9,851 ± 0,128	8,875 ± 0,115
Si	24,296 + 0,243	25,469 ± 0,280	25,705 ± 0,283
P	0,071 ± 0,014	0,047 ± 0,012	0,096 ± 0,014
S	0,010 ± 0,009	0,000	0,205 ± 0,014
Cl	0,026 ± 0,006	0,031 ± 0,005	0,037 ± 0,006
K	0,805 ± 0,021	0,789 ± 0,020	1,005 + 0,024
Ca	3,004 ± 0,045	3,139 ± 0,050	2,438 ± 0,044
Ti	0,545 ± 0,020	0,518 ± 0,017	0,589 ± 0,019
V	0,000	0,000	0,000
Cr	0,000	0,000	0,000
Mn	0,111 ± 0,016	0,092 ± 0,010	0,092 ± 0,011
Fe	5,319 ± 0,096	4,994 ± 0,085	4,351 ± 0,083
Cu	0,000	0,020 ± 0,012	0,000

<b>CNEA</b>	Composición de suelos en la provincia de Neuquén (40° 37' S - 70° 56' O).	INT-INN_03AIT-008 Página: 8 de 8
-------------	---	-------------------------------------

#### 4. REFERENCIAS

[1] GUPIXWIN v.2.1 rev. 360. Copyright (C) 2005. Universidad de Guelph (Canada).

#### 5. INFORMACIÓN DE CONTACTO

Guillermo Bernardi: [bernardi@cab.cnea.gov.ar](mailto:bernardi@cab.cnea.gov.ar)

#### 6. ANEXOS

No aplicable.