

# CARACTERIZACION DEL FONDO DE RADIACIÓN GAMMA EN LAS INMEDIACIONES DE TANDIL

## GAMMA BACKGROUND MEASUREMENTS IN TANDIL, ARGENTINA

W. Salgueiro<sup>1</sup>, S. Tognana<sup>1,2</sup>, A. Somoza<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>IFIMAT, Facultad de Ciencias Exactas, UNCentro, Pinto 399, B7000GHG Tandil, Argentina.

<sup>2</sup>Becario CONICET, Argentina.

<sup>3</sup>Comisión de Investigaciones Científicas- Provincia de Buenos Aires, Calle 526 entre 10 y 11, (1900) La Plata, Argentina.

*e-mail:* wsalgue@exa.unicen.edu.ar

Se relevó el fondo de radiación gamma en zona rural donde se encuentra el Campus Universitario de la UNCentro de la Ciudad de Tandil mediante un detector coaxial de Ge-hp. Se identificaron picos característicos provenientes de la emisión de elementos integrantes de las series radiactivas naturales y de elementos presentes en el ambiente y/o del material estructural en la cercanía del detector. Se comparan los resultados obtenidos con aquellos reportados en otros sitios geográficos. Especial énfasis se ha puesto respecto de la contribución de <sup>137</sup>Cs, cuya presencia ha sido reportada en mediciones del mismo tipo efectuadas en territorio Europeo.

Palabras clave: Fondo de radiación gamma, espectroscopia gamma.

A gamma radiation background spectrum was acquired in a farm place at the University Campus of the UNCentro in Tandil, Argentina. A coaxial Ge-hp detector was used. Characteristic lines of primordial radionuclides, specifically those of the natural radioactive series present in the environment, and present in the structural materials around the detector were identified. The results are compared with those reported in the literature obtained in different geographical locations. Special emphasis was placed on the antropogenic radionuclide <sup>137</sup>Cs due to its presence in the environmental background in some European countries.

Keywords: Low-level background, HPGe gamma spectrometry.

### I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la distribución de radionucleídos y niveles de radiación en el medioambiente resulta de fundamental importancia en la evaluación de los efectos que sobre la población tiene la exposición a radiación natural (background). El fondo natural de radiación es de origen tanto terrestre como del espacio exterior. La componente terrestre se origina en radionucleídos primordiales presentes en la corteza terrestre. La componente proveniente del espacio exterior, radiación cósmica, tiene orígenes Solar y galáctico<sup>(1)</sup>. Como consecuencia de la interacción de radiación cósmica con la atmósfera terrestre se originan radionucleídos tales como <sup>3</sup>H, <sup>7</sup>Be, <sup>14</sup>C.

Por otra parte se observa la presencia de algunos radionucleídos en nuestro medioambiente terrestre que se originan como consecuencia del desarrollo tecnológico nuclear. Las concentraciones de estos últimos no resultan extremadamente altas, comparadas con las concentraciones de radionucleídos de origen natural citados en lo precedente, y su estudio reviste particular interés ya que las concentraciones que exhiben en la matriz ambiental deben estar sujetas a limitaciones con la finalidad de proteger al hombre y su medioambiente<sup>(2)</sup>. Entre estos revisten particular importancia el <sup>90</sup>Sr y el <sup>137</sup>Cs. El metabolismo del primero, por ser similar al del calcio, se deposita

principalmente en hueso luego de ingerirlo por consumo de leche vacuna y vegetales, en especial cereales. El <sup>137</sup>Cs se metaboliza de manera similar al potasio y su concentración es constante en la masa del organismo no acumulándose en tejido adiposo luego de ingerirse por consumo de leche, carne vacuna y cereales<sup>(2)</sup>.

Una parte significativa del fondo de radiación tiene su origen en radionucleídos de las series radiactivas naturales, entre ellos tienen significativa importancia el <sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th, <sup>222</sup>Rn, <sup>220</sup>Rn y sucesores y el <sup>40</sup>K. En particular la concentración de U y <sup>226</sup>Ra, precursor del <sup>222</sup>Rn, resulta de importancia en la evaluación de las dosis efectivas recibidas por la población debidas a causas naturales como consecuencia de la ingesta de alimentos, agua o asimismo por intermedio del aire que respiramos<sup>(3)</sup>.

Por otra parte las concentraciones de radionucleídos que originan el fondo radiactivo natural exhiben variaciones de acuerdo a la situación geográfica. Existen zonas donde se observa una mayor o menor contribución por encima del valor promedio, debido fundamentalmente a particularidades locales del subsuelo. En la bibliografía se reportan los mayores niveles de fondo natural en algunas áreas de Brasil, China, Egipto, Francia, India, Irán, Italia, isla Niue y Suiza<sup>(4)</sup>.

En este trabajo se presentan primeros resultados del análisis de fondo de radiación gamma colectado con un detector de Germanio hiperpuro ubicado en la zona rural de la Ciudad de Tandil. Esta se encuentra emplazada sobre el sistema serrano denominado Tandilia, y el lugar específico donde se efectuaron las mediciones es el laboratorio de Radiaciones Nucleares Aplicadas de la UNCentro sito en el Campus Universitario.

## II. EXPERIMENTAL

Se usó como configuración experimental un detector de Ge hiperpuro Canberra modelo GC 1018 portátil, 10% de eficiencia absoluta, con un tamaño de cristal de 48 mm. de diámetro por 45 mm. de ancho, refrigerado por nitrógeno líquido, con electrónica asociada Canberra. Resolución 1,88 keV en la línea de 1332 keV. Se usó una plaqueta emuladora de multicanal en modo 8K Canberra con software GENIE 2K montada sobre PC. Se acumuló un espectro de fondo radiactivo en condiciones normales del laboratorio termoestabilizado a 293 K y sin ningún tipo de blindaje en torno al detector. El tiempo de acumulación de datos alcanzó las 96 hs, obteniéndose un área bajo el espectro de  $40 \cdot 10^6$  (rate de conteo 116 cps), durante el mes de Mayo del año 2004. La calibración del multicanal se efectuó mediante regresión lineal con muy buen ajuste usando fuentes selladas de  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ , y  $^{60}\text{Co}$ . La emisión gamma correspondiente al  $^{40}\text{K}$  se incrementó mediante el uso de medio kg de hidróxido de potasio que se colocó en cerrada proximidad con el detector.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig. 1 se muestra el espectro obtenido. Los picos ubicados en 511 keV y 1275 keV tienen su origen en la presencia de fuentes de  $^{22}\text{Na}$  en las cercanías del detector que se usan regularmente para investigación en el laboratorio donde se realizó la medición, por lo que su contribución no se considera en este trabajo. A los efectos de facilitar la observación en detalle de dicho espectro, en la Fig. 2 se seleccionó una escala más extendida en el eje de las abscisas, seccionado el espectro en cuatro paneles a los efectos de adecuar las escalas verticales en cada uno de ellos.

En la Fig 2 se indentificaron y etiquetaron los radionucleídos asociados a cada pico energético<sup>(5)</sup>. Como se puede apreciar existe una significativa contribución de radionucleídos constituyentes de las series radiactivas naturales (serie del Torio ( $^{232}\text{Th}$ ), serie del Uranio ( $^{238}\text{U}$ ) y serie del Actino ( $^{235}\text{U}$ )) y a  $^{40}\text{K}$ , además de una débil señal de  $^7\text{Be}$ . De la serie de sucesores del Torio se identificaron los picos del  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ , y de la cadena del uranio  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  y  $^{226}\text{Ra}$ . Estos resultados se encuentran en buen acuerdo con lo reportado en la bibliografía para energías de hasta 1550 keV<sup>(6)</sup>. A energías mayores no se pudo identificar en forma detallada todos los picos observados, sin embargo en ese rango de alta energía, merecen especial atención dos picos en particular. Ellos son los observados a energías de 2105 keV y 1593,3 keV. Como no se pudo identificar ningún radioemisor gamma con las citadas energías se propone que

podrían tener su origen en el escape simple y doble del pico de radiación gamma de emisión del  $^{208}\text{Tl}$  (2614,533 keV), elemento perteneciente a la serie natural del Torio, y que tiene otras vías de decaimiento observadas en el espectro de las Figs. 1 y 2 (por ejemplo decaimiento gamma de 277,2 keV). Este resultado indicaría la presencia de  $^{208}\text{Tl}$  en el fondo natural de radiación gamma de la zona donde se efectuaron las mediciones. Por otra parte el mecanismo de doble y simple escape también se presenta para el pico de 1461 keV del  $^{40}\text{K}$ , en este último caso el escape es apenas perceptible.

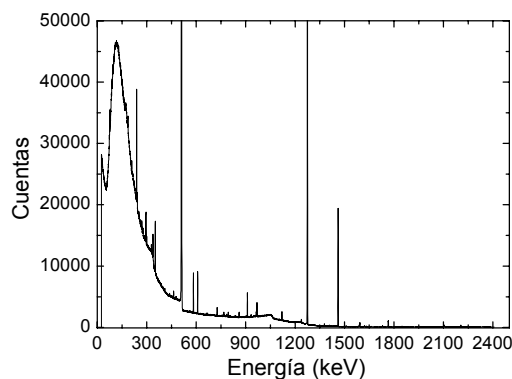


Figura 1. Espectro gamma de fondo radiactivo natural.

El  $^{137}\text{Cs}$  es un radionucleído al cual se le ha dedicado una especial atención ya que con origen antropogénico ha sido observado en relevamientos de fondo radiactivo natural en diversos sitios tanto fuera de nuestro país como en zonas Patagónicas<sup>(4,6,7)</sup>. Este radionucleído se encuentra en la matriz ambiental fundamentalmente a consecuencia del fallout, dispersión en la atmósfera originada en accidentes de centrales nucleares, y/o en ensayos de armamento nuclear. Específicamente la presencia de este radioisótopo se observa por la presencia de un pico a una energía de 661,7 keV que no fue observado en las mediciones reportadas en este trabajo. A los efectos de enfatizar este resultado en la Fig. 3 se muestra un detalle del espectro de fondo ya presentado en las Fig. 1 y 2 en el rango energético donde se debería esperar dicho pico y en el mismo rango energético la parte correspondiente del espectro del Cesio obtenido haciendo uso de una fuente sellada. De lo expuesto concluimos que, por encima del nivel de fondo radiactivo natural en la energía de 662 keV, no se observa la presencia de  $^{137}\text{Cs}$ .

En relevamientos de fondo radiactivo natural hechos en forma periódica décadas atrás se reporta la presencia de trazas de radioisótopos, originados en la fallout consecuencia de ensayos de armamento nuclear<sup>(8)</sup>, tales como  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{125}\text{Sb}$  y  $^{144}\text{Ce}$ . Sin embargo si se toma en consideración el período de semidesintegración de estos elementos del orden de la decena de días para los dos primeros o no más de 3 años para los últimos, no resulta razonable esperar que se

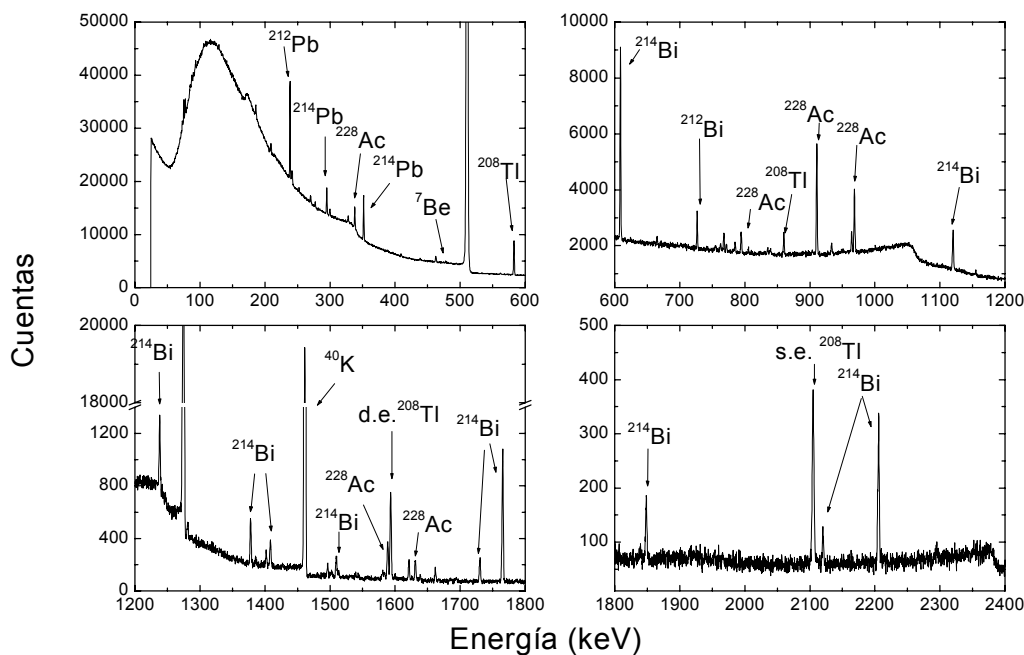


Figura 2. Espectro de fondo de radiación gamma expandido en diferentes zonas de energía. Se indican los radionucleidos asociados a cada pico que se identificó. s. e. (simple escape), d.e. (doble escape).

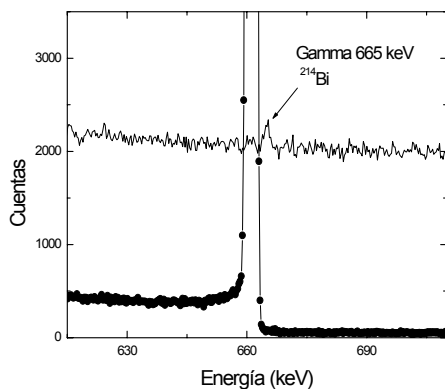


Figura 3. Expansión del espectro en torno a la energía de 662 keV y espectro de fuente artificial de  $^{137}\text{Cs}$  (●), ver texto.

encuentren cantidades significativas de estos elementos en la actualidad. Por otra parte, a efectos comparativos no se dispone de bibliografía sobre relevamientos históricos en el actual punto de emplazamiento del laboratorio donde se relevaron los datos reportados en este trabajo en virtud que el laboratorio tiene una fecha de iniciación de tareas relativamente reciente.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. (PICT N° 12-14376 y PID N° 0435), Comisión de Investigaciones

Científicas de la Provincia de Buenos Aires y Secretaría de Ciencia y Técnica (UNCentro), Argentina.

#### Referencias.

- 1- Sannappa J, Chandrashekara M, Sathish L, Paramesh L, Venkataramaiah P. "Study of Background Radiation Dose in Mysore City Karnataka State, India". *Radiat. Meas.* **37**, 55 (2003).
- 2- Cialella H., Fernández J., Lewis J., Quintana E.. "Niveles Ambientales de  $^{90}\text{Sr}$  y  $^{137}\text{Cs}$  Provenientes de Fallout en la República Argentina". VI Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear. Lima, Perú, Noviembre de 2003.
- 3- A. Bomben, M. Palacios. "Natural Radionuclides in Drinking Water in Argentina". Conf. Int. de Protección Radiológica. Hiroshima, Japón, Mayo de 2000.
- 4- Kannan V, Rajan M, Iyengar M, Ramesh R. "Distribution of Natural and Anthropogenic Radionuclides in Soil and Beach Sand Samples of Kalpakkam (India) Using Hyper Pure Germanium (HPGe) Gamma Ray Spectrometry. *Appl. Radiat. Isot.*, **57**, 109-119 (2002).
- 5- L.P. Ekström and R.B. Firestone, WWW Table of Radioactive Isotopes, database version 2/28/99 from URL <http://ie.lbl.gov/toi/index.htm>
- 6- Bossew P. "A Very Long-term HPGe-background Gamma Spectrum". *Appl. Radiat. Isot.*, **62**, 635-644 (2005).
- 7- Schuller P, Bunzl K, Voigt G, Ellies A, Castillo A. "Global Fallout  $^{137}\text{Cs}$  Accumulation and Vertical Migration in Selected Soils from South Patagonia". *J. Env. Rad.* **71**, 43-60 (2004).
- 8- Knoll G. F. "Radiation Detection and Measurements". John Wiley & Sons, New York 1979. p. 775.