

## Estudio de línea base radiológica ambiental en el área de influencia del proyecto Bayovar: Radiactividad beta global en suelo superficial

José Osoros<sup>1\*</sup>, Raúl Jara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Radioecología. Dirección de Investigación y Desarrollo. Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú

<sup>2</sup>Laboratorio de Tratamiento de Muestras Ambientales – Dirección de Servicios Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú

### Resumen

Con la finalidad de conocer los niveles de radiactividad existentes antes de que se inicien las operaciones de extracción de mineral, se inició el estudio de la línea base radiológica ambiental en el área de influencia del proyecto Bayovar. Los resultados muestran que los niveles de radiactividad beta global promedio de suelo superficial en la provincia de Sechura son de 44,7 Bq/kg a diferencia de los niveles en la zona de emplazamiento de la mina, donde alcanza un valor de 133,4 Bq/kg.

### Abstract

In order to be acquainted with the radioactivity levels existing before starting mineral extraction operations, the study of the radiological environmental baseline on the influence area of the Bayovar project was initiated. The results show that average level of global beta radioactivity in surface soil of Sechura province is 44,7 Bq/kg unlike the levels in the zone of location of the mine, where a value of 133,4 Bq/kg is achieved.

### 1. Introducción

Durante el mes de agosto del año 2008, se inició el estudio de la línea base radiológica ambiental en el área de influencia del proyecto Bayovar, con la finalidad de conocer los niveles de radiactividad existentes antes de que se inicien las operaciones de extracción de mineral por parte de la empresa minera Miski Mayo, filial nacional de la empresa brasilera Vale [1].

Con este propósito, se colectaron en una primera etapa, la cantidad de 159 muestras ambientales a fin de llevar a cabo ensayos analíticos para la determinación de los niveles de radiactividad beta global, radionucleídos naturales por espectrometría gamma (Ra-226, K-40), radionucleídos naturales por espectrometría alfa (U-238, U-234, U-235, Th-232) y radionucleídos artificiales de importancia ambiental (Cs-137 y Sr-90).

Este primer reporte presentan los niveles de radiactividad beta global en muestras de suelo superficial, con una profundidad de hasta 2 cm, correspondientes a las estaciones de muestreo distribuidas en el territorio de la Provincia de Sechura, perteneciente a la Región Piura.

### 2. Material y Métodos

#### 2.1. Estaciones de muestreo

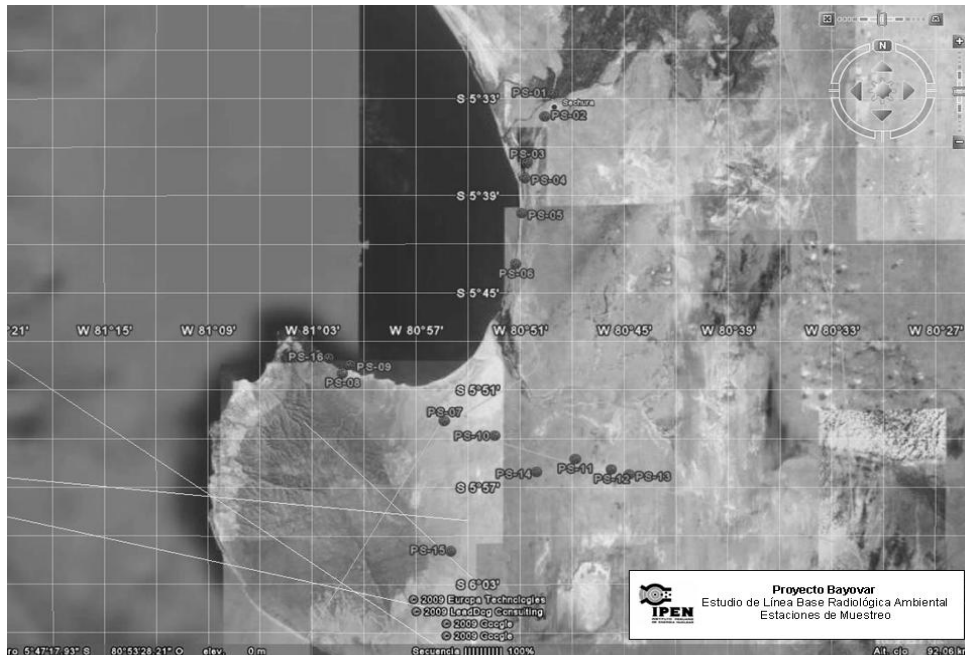
Se establecieron dieciséis estaciones de muestreo en el territorio comprendido por la provincia de Sechura y cuatro estaciones dentro del área de emplazamiento de la minera Miskimayo (Tablas 1, 2 y Figura 1). Cada estación comprende un área circular de 100 metros desde el punto de referencia, abarcando un total de 31416 m<sup>2</sup> por cada estación de muestreo (0,03 km<sup>2</sup>) [2].

#### 2.2. Muestreo ambiental

Se fijaron dos puntos de muestreo dentro del área establecida para cada estación de muestreo tomando como preferencia zonas de tránsito nulo con superficies no intervenidas por actividades humanas. Se colectaron muestras de suelo superficial comprendidas por una superficie de 20 x 20 cm de área y una profundidad de hasta 2 cm este muestreo incluye la separación de vegetales y piedras presentes en el terreno. Las muestras fueron colocadas en una bolsa plástica adiamantada y debidamente rotulada.

---

\* Correspondencia autor: josores@ipen.gob.pe



**Figura 1.** Estaciones de Muestreo del Proyecto Bayovar.

**Tabla 1.** Estaciones de Muestreo Ambiental en Sechura.

Estación de Muestreo	Referencia	Latitud Sur			Longitud Oeste		
		grados	minutos	segundos	grados	minutos	segundos
PS-01	Sechura	05	33	03,54	80	49	07,37
PS-02	Km-88	05	34	27,00	80	49	34,08
PS-03	Km-82	05	37	18,00	80	50	36,66
PS-04	Entrada Mataballo	05	38	15,48	80	50	43,26
PS-05	Km-76	05	40	25,20	80	50	54,60
PS-06	Km-70	05	43	33,60	80	51	15,60
PS-07	Ovalo	05	53	14,34	80	55	22,44
PS-08	Bayovar Entrada	05	50	18,00	81	01	14,40
PS-09	Bayovar Campamento	05	49	46,80	81	00	47,58
PS-10	Km-42	05	54	08,76	80	52	27,48
PS-11	Km-33	05	55	35,82	80	47	49,14
PS-12	Km-29	05	56	13,86	80	45	44,70
PS-13	Km-27	05	56	33,00	80	44	42,84
PS-14	Cruz	05	56	23,40	80	50	03,00
PS-15	Entrada Mina	06	01	17,40	80	55	00,00
PS-16	Caleta Puerto Rico	05	49	21,61	81	02	01,94

**Tabla 2.** Estaciones de muestreo ambiental en el emplazamiento minero.

Estación de Muestreo	Referencia	Latitud Sur			Longitud Oeste		
		grados	minutos	segundos	grados	minutos	segundos
MV-01	Trinchera 3	06	04	12,00	80	51	13,20
MV-02	Afloramiento Capa 7	06	05	28,80	80	51	33,60
MV-03	Trinchera 2	06	04	20,00	80	51	06,00
MV-04	Afloramiento Capa 1	05	49	47,00	81	00	48,00

### 2.3. Tratamiento de muestras

Las muestras fueron secadas en horno eléctrico a 120 °C por 8 horas, luego fueron molidas en mortero y pasadas a través de una malla de 0,212 mm de diámetro (70 mesh).

Se tomó una fracción de las muestras obtenidas y se colocaron en tubos de ensayo debidamente rotulados.

### 2.4. Acondicionamiento de muestras

Se colocó entre 1 y 2 gramos de muestra tamizada en planchetas de aluminio y se procedió a cubrirlas con milar plástico para el análisis radiométrico beta.

### 2.5. Análisis instrumental

Las muestras debidamente acondicionadas se llevaron a lectura instrumental en un sistema de radiometría beta de bajo fondo (LAS-3A) realizando lecturas entre 10 y 60 minutos, se registró el número de cuentas totales para cada una de las muestras. La calibración del equipo se llevó a cabo con una muestra de KCl [3], y los resultados fueron expresados en Bequerelios por kilo con un nivel de confianza del 95%. El control de calidad se llevó a cabo mediante la evaluación del grado de dispersión de la eficiencia instrumental del equipo.

## 3. Resultados

La Tabla 3 presenta los valores de actividad beta global en muestras de suelo superficial colectadas en el área de influencia del proyecto y en el área de emplazamiento de la mina.

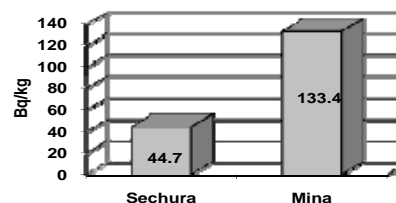
El valor promedio de la actividad beta global de suelo superficial en el área de influencia del proyecto, correspondiente a la provincia de Sechura, es  $44,7 \pm 21,4$  Bequerelios/kilo.

El valor obtenido de las muestras de suelo colectadas en el interior del emplazamiento de la mina es de  $133,4 \pm 47,5$  Bequerelios/kilo (Figura 2).

**Tabla 3.** Actividad beta global en suelo superficial.

<i>Estación de Muestreo</i>	<i>Actividad Promedio* (Bq/kg)</i>
PS-01	23,8
PS-02	37,8
PS-03	27,5
PS-04	11,4
PS-05	104,1
PS-06	44,5
PS-07	40,7
PS-08	47,0
PS-09	41,5
PS-10	29,4
PS-11	41,2
PS-12	51,5
PS-13	46,3
PS-14	60,6
PS-15	72,5
PS-16	35,2
MV-01	83,7
MV-02	197,3
MV-03	119,3
MV-04	133,2

\* Fecha de Referencia: 2008-08-01.



**Figura 2.** Actividad beta global promedio en suelo superficial (2008-08-01).

Como control radiológico complementario, se evaluó la tasa de exposición al nivel del suelo en el área de emplazamiento de la mina con un monitor de contaminación TBM-3, marca Technical Associates (serie: 007493), calibrado por el Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas del IPEN [4].

Los valores de exposición, expresados en microRoetgen/hora, fueron de 45,9 y 43,7 para las estaciones MV-001 y MV-003, respectivamente.

**Tabla 4.** Tasa de Exposición en el área de emplazamiento de la mina.

No.	Tasa de Exposición ( $\mu R/h$ )	
	MV-001	MV-003
1	38,71	44,24
2	60,83	38,71
3	33,18	44,24
4	71,89	38,71
5	38,71	38,71
6	33,18	38,71
7	33,18	44,24
8	71,89	38,71
9	38,71	71,89
10	38,71	38,71
<b>Promedio</b>	<b>45,899</b>	<b>43,687</b>
<b>Desviación</b>	<b>15,867</b>	<b>10,246</b>

#### 4. Conclusiones

Los niveles de radiactividad beta global promedio de suelo superficial en la provincia de Sechura se encuentran dentro de los valores ambientales considerados para suelos de tipo arenoso [5].

Los niveles de radiactividad beta global promedio en el área de emplazamiento de la mina resultan ser tres veces superiores a los presentados en el área de influencia del proyecto: sin embargo, estos valores no representan riesgo radiológico ambiental.

Los niveles de exposición radiactiva en el área de emplazamiento de la mina no representan riesgo radiológico para el

personal operativo ni para el público en general.

#### 5. Agradecimiento

A la Ingeniera Gabriela Quiroz Távora, contraparte de la empresa minera Miskimayo, por su apoyo y facilidades para las actividades de transporte, orientación y muestreo durante la ejecución del presente trabajo.

#### 6. Bibliografía

[1] Godos M. Resumen Ejecutivo EIA del Proyecto Bayovar de la Minera Miskimayo (Sechura). [serie Internet] Gua 3.0. 2008 [acceso 23 de Julio de 2008]. Disponible en URL:

<http://gua30.wordpress.com/2008/01/10/resumen-ejecutivo-eia-del-proyecto-bayovar-de-la-minera-miski-mayo/>

[2] Osoreo JM. Informe de la comisión efectuada en Bayovar, Piura. Documento Técnico DT-08-012-JOR. Instituto Peruano de Energía Nuclear. 2008.

[3] Ruiz de Pardo C. Calibraciones del contaje beta total. Boletín de la Junta de Control de Energía Atómica. Lima, Perú. Enero-Junio 1967. 12(57):81-90.

[4] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas (LSCD). [sitio en Internet]. Disponible en URL:

[http://www.ipen.gob.pe/site/infraestructura/lscd\\_01.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/infraestructura/lscd_01.htm)

[5] Zorer OS, Ceylan H. Gross alpha and beta radioactivity concentration in water, soil and sediment of the Bendimahi River and Van Lake (Turkey). Environ Monit Assess (2009) 148: 39-46.