

## Monitoreo radiológico ambiental debido al accidente nuclear de Fukushima

José Osores\*, Raúl Jara

Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

### Resumen

Debido al accidente de Fukushima (Japón), entre los años 2011 y 2012, se realizó el monitoreo radiológico ambiental con la finalidad de evaluar algún posible impacto en el medio ambiente del Perú. Los resultados confirman que, por la posición geográfica de nuestro país, no se produjo ningún tipo de contaminación radiactiva que pueda ser de riesgo para la población.

### Environmental radiological monitoring due to the Fukushima nuclear accident

#### Abstract

Because of the accident of Fukushima (Japan), between 2011 and 2012, we performed the environmental radiological monitoring in order to assess any possible impact on the environment of Peru. The results confirm that, for the geographical position of our country, there was no radioactive contamination that may be of risk to the public.

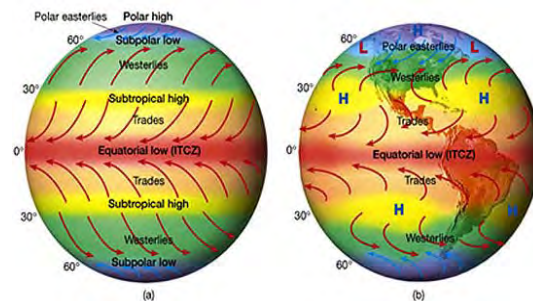
#### 1. Introducción

El 11 de marzo de 2011, ocurrió un terremoto de magnitud 9,0 a las 5h46 UT en el océano Pacífico (38.30° N, 142.50° E), al este de la ciudad de Sendai, Japón. Posteriormente, a las 6h36 UT, un fuerte tsunami llegó a la planta de energía nuclear Fukushima Dai-ichi, lo que llevó a la pérdida de las unidades de generación de energía y los sistemas de refrigeración. Por consiguiente, la fusión de los núcleos de los reactores de agua en ebullición, la ventilación de los edificios de contención, las explosiones de hidrógeno en los edificios de los reactores y el comienzo de la ebullición en ciertas piscinas dio lugar a grandes emisiones de materiales radiactivos al medioambiente, con la participación de los compartimentos atmosféricos y terrestres. El insumo principal se deriva de una fracción de las aguas de refrigeración contaminadas por el combustible, que luego ingresaron al mar [1].

En nuestro continente, el yodo-131 fue transportado al sur de los Estados Unidos después de 11 días de ocurrido el accidente. La precipitación pluvial fue la principal vía de eliminación de I-131 atmosférico además de su descomposición, lo que resulta en una actividad de I-131 detectable en las aguas superficiales [2].

Por su ubicación geográfica el Perú en el Hemisferio Sur, no es posible que reciba en sus costas los vientos procedentes del Japón

que se encuentra en el Hemisferio Norte, ambos limitados por la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) ubicada en la línea ecuatorial del planeta (Figura 1).



**Figura 1.** Direcciones prevalentes de vientos superficiales [3].

En el Perú se lleva a cabo el monitoreo radiológico ambiental desde el año 1966 [4] y el propósito principal del mismo es identificar los radionucleídos artificiales que puedan representar riesgo radiosanitario para la población y el medioambiente [5].

Con la ocurrencia del accidente de Fukushima y a fin de asegurar la tranquilidad de la población de nuestro país, se procedió a establecer un plan de monitoreo paralelo al Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental que lleva rutinariamente el Instituto Peruano de Energía Nuclear [6].

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

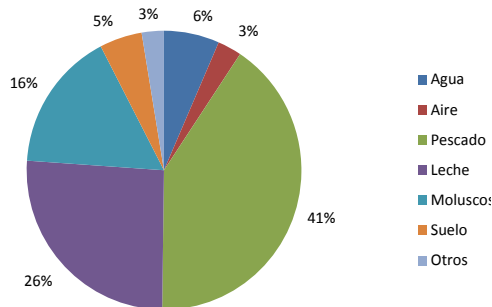
## 2. Metodología

Entre marzo 2011 y diciembre 2012 se colectaron 465 muestras ambientales procedentes de Ancash, Arequipa, Callao, Cuzco, La Libertad, Lima y Piura (Figura 3).



**Figura 2.** Zonas de muestreo ambiental.

Dentro de los componentes ambientales colectados se tienen agua de consumo, agua de mar, agua superficial, aire, arena de playa, leche de vaca, moluscos (choro, pota) papa, pescados (anchoveta, anchoas, atún, jurel, caballa, merluza, lisa, harina de pescado), quinua, sedimento marino y suelo superficial [7,8,9,10]; la mayor cantidad de muestras estuvieron orientadas a productos marinos y leche (Figura 3).



**Figura 3.** Tipo de muestras colectadas.

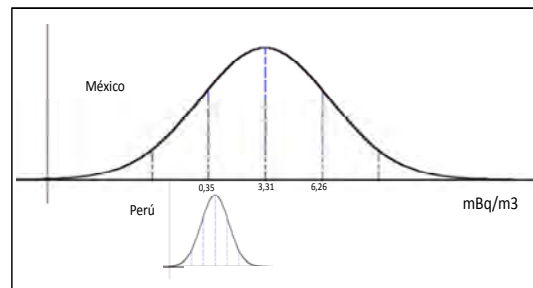
Se realizó la determinación de la actividad beta total en muestras de aire y agua con un sistema de radiometría alfa/beta LB4110 Tennelec/Nucleus [11], expresando los valores en miliBequerelios (mBq) o

Bequerelios (Bq) por unidad de volumen. Para la determinación de radionucleídos artificiales emisores gamma (I-131, Cs-134 y Cs-137) se utilizó un sistema de espectrometría gamma de alta resolución de germanio hiperpuro con una eficiencia relativa del 16% asociado al programa de análisis Genie 2000.

Las muestras que presentaron niveles de actividad por encima del umbral de detección instrumental fueron comparadas con la información proporcionada por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias de México.

## 3. Resultados y Discusión

Durante el período de estudio, la actividad beta total en aire fue entre  $0,53 \pm 0,15$  mBq/m<sup>3</sup>, valores muy inferiores a los encontrados en México [12], los cuales presentaron una mayor distribución, con un valor promedio de  $3,31 \pm 2,95$  mBq/m<sup>3</sup> (Figura 4).



**Figura 4.** Distribución de frecuencias de actividad beta total en aire (México-Perú).

Los resultados promedio de actividad beta total en agua de consumo humano fueron de  $0,06 \pm 0,01$  Bq/L y para agua de mar fueron de  $40,27 \pm 1,24$  Bq/L, en el primero de los casos los resultados se encuentran muy por debajo de los valores recomendados por agencias internacionales en donde los niveles de actividad beta total en agua de consumo no deben sobrepasar de 1,00 Bq/L. En el caso del agua de mar, los resultados se deben a la presencia de K-40 y otros elementos naturales propios de este componente ambiental.

El análisis de radionucleídos artificiales emisores gamma en todas las muestras ambientales dieron como resultado de que todos los ensayos estuvieron por debajo del umbral de detección instrumental, el cual se

encuentra entre 1,0 y 10,0 Bq por unidad de masa o volumen; en la Tabla 1 se pueden observar los resultados del análisis de pescado en Fukushima a fines del año 2011 [13] y comparados con los valores de México y Perú, se puede observar que en los países de nuestra región no se detectó ninguno de los radionucleídos evaluados.

**Tabla 1.** Actividad de radionucleídos emisores gamma en muestras de pescado (Bq/kg).

	I-131	Cs-134	Cs-137
Fukushima	N.D.	577	713
México	N.D.	N.D.	N.D.
Perú	N.D.	N.D.	N.D.

N.D. = No detectado

Madigan *et al.* reportaron un incremento de  $0,7 \pm 0,2$  Bq/Kg de Cs-134 y  $2,0 \pm 0,5$  Bq/Kg de Cs-137 en atún azul del pacífico *Thunnus orientalis* en las costas de Estados Unidos [14], si bien estos valores no representan riesgo alguno para la población, demostró que los peces migratorios pueden transportar los radiocesios en su cuerpo a través de largas distancias. En el caso de nuestro país y a fin de evaluar probables transferencias, se hicieron estudios detallados en muestras de atún de nuestra región, considerando que la especie predominante en nuestras costas es el atún de aleta amarilla, *Thunnus alalunga*, y al igual que las otras muestras evaluadas no se encontraron valores por encima del umbral de detección instrumental.

El límite establecido en nuestro país para radionucleídos en alimentos es de 1000 Bq/kg [15] y en Japón se redujeron estos niveles hasta 200 Bq/kg [16], en este sentido y asumiendo que a nuestro país llegaran valores de Cs-134 o Cs-137 menores a 1,0 Bq/kg, la población no sufrirá ningún efecto nocivo debido a la radiación por consumo de productos hidrobiológicos, agua o leche de vaca.

#### 4. Conclusiones

En base a los resultados del monitoreo y evaluación de muestras ambientales realizado entre marzo 2011 y diciembre 2012, se puede afirmar que el accidente de Fukushima no ha ocasionado impacto radiológico ambiental alguno en nuestro país.

#### 5. Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias de México por la valiosa información proporcionada durante el desarrollo del estudio.

#### 6. Bibliografía

- [1]. Lagionie P, Bailly Du Bois P, Boust D, Fievet B, Garreau P, Connan O, Charmasson S, Arnaud M, Duffa C, Champion D. Consequences of radioactive releases into the sea resulting from the accident at the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant – Evolution of expert investigation according to the data available. Radioprotection. 2012; 47(3):423-447.
- [2]. Yang W, Guo L. Depositional fluxes and residence time of atmospheric radioiodine (I-131) from the Fukushima accident. Journal of Environmental Radioactivity. 2012; 113:32-36.
- [3]. The Remote Sensing Tutorial RST. [homepage de Internet]. Section 14. Atmospheric circulation, weather systems. Acceso 2013-06-21. Disponible en: [http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect14/Sect14\\_1c.html](http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect14/Sect14_1c.html)
- [4]. Jibaja E, Amiel J, Pardo C, Salazar E. Radiactividad ambiental en 1966. Boletín de la JCEA. 1967; 12(57):12-25.
- [5]. Osore JM, Gonzáles S, Martínez J, López E, Jara R, Anaya A. Impacto radiológico ambiental del Centro Nuclear RACSO: Programa de vigilancia radiológica ambiental. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2002. Lima: IPEN. 2003. p. 205-206.
- [6]. Osore JM, Gonzáles S, Martínez J, López E, Jara R, Anaya A. Radiological environmental monitoring program national level: Results 2009. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2009. Lima: IPEN. 2010. p. 159-164.
- [7]. Osore JM, Jara R. Monitoreo radiológico ambiental en la zona costera: Resultados al 2011-04-12. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Documento Técnico DT11-005-JOR Lima. 2011. 6 p. [Informe interno].
- [8]. Osore JM, Jara R. Monitoreo radiológico ambiental en la zona costera: Resultados al 2011-04-29. Instituto Peruano

- de Energía Nuclear. Documento Técnico DT11-007-JOR. Lima. 2011. 10 p. [Informe interno].
- [9]. Osores JM, Jara R. Actividad beta global en partículas de polvo en aire colectadas en el Centro Nuclear RACSO entre abril y mayo del 2011. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Documento Técnico DT11-016-JOR. Lima. 2011. 7 p. [Informe interno].
- [10]. Osores JM, Jara R. Análisis de radiactividad gamma en una muestra de pescado fresco importado (*Pangasius hypophthalmus*, “basa”). Instituto Peruano de Energía Nuclear. Documento Técnico DT11-018-JOR. Lima. 2011. 12 p. [Informe interno].
- [11]. Osores JM, Gonzáles S, Martínez J, López E, Jara R, Anaya A. Calibración del sistema de radiometría de bajo fondo LB-4110 para determinación de actividad beta total. En: Instituto peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2008. Lima: IPEN. 2009. p. 284-210.
- [12]. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas. CNSNS. Actividades de la CNSNS en vigilancia radiológica ambiental. Nota informativa sobre los acontecimientos en la central nuclear de Fukushima Dai-Ishi. México. Septiembre 2011.
- [13]. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas. CNSNS. Nota informativa sobre los acontecimientos en la central nuclear de Fukushima Dai-Ishi. México. Octubre 2011.
- [14]. Madigan DJ, Baumann S, Sondgrass OE, Ergul HA, Dewar H, Fisher NS. Radiocesium in pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in 2012 validates new tracer technique. Environ. Sci. Technol. 2013, 47(5):2287-2294.
- [15]. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de Seguridad Radiológica. D.S. No. 009-97-EM. Disponible en: [http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes\\_normatividad.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes_normatividad.htm)
- [16]. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas. CNSNS. Nota informativa sobre los acontecimientos en la central nuclear de Fukushima Dai-Ishi. México. Septiembre 2011.