



## Alta contaminación por Cesio-137 en Fukushima

Un diario japonés local reportó elevados niveles de Cesio-137 radiativo liberado como consecuencia de los accidentes nucleares en Fukushima. La situación es evidentemente grave, aún cuando se desconocen los datos formales al respecto. Tampoco se sabe del número de personas evacuadas, dosis recibidas, daños, efectos, evolución de la nube e inventario radiativo liberado.

### 15 mil Terabecquerels de Cesio 137

Según el *Tokyo Shimbun*, que dijo apoyarse en estimaciones del gobierno, los reactores dañados por el tsunami han liberado hasta la actualidad 15 mil terabecquerels de Cesio 137 (AFP, en La Jornada; El Financiero, 26 ago 2011).

En agosto de 1945, la bomba atómica lanzada por el ejército estadounidense sobre la ciudad de Hiroshima (suroeste) soltó instantáneamente en la atmósfera 89 terabecquerels de este isótopo radiactivo, añadió el diario

“En teoría, la cantidad de Cesio 137 fugado de la central de Fukushima es 168.5 veces más importante que la de la bomba estadounidense”, destacó el periódico, añadiendo que la estimación fue hecha por el gobierno por pedido de una comisión parlamentaria.

### Reanudan venta de carne vacuna

La fusión (meltdown) de los elementos combustibles del núcleo de los reactores de Fukushima liberó material radiativo al aire que se mezcló con lluvia y nieve y se extendió a decenas de pueblos, así como a tierras de labranza y bosques, principalmente en la costa nororiental de Honshu.

Entre tanto el gobierno volvió a autorizar la venta de carne vacuna del noreste del país, prohibida hace un mes debido al hallazgo de un nivel alto de radiactividad, como consecuencia del accidente en Fukushima.

Las muestras tomadas a mediados de julio indicaban que el alimento para los animales contenía material radiactivo hasta 500 veces superior a lo permitido por la ley, lo que amenazaba con poner en peligro la salud de los humanos si estos consumían carne de ternera contaminada.

Desde la catástrofe nuclear de Fukushima, los expertos alertan del peligro para la salud de la población de las emisiones de radiación, que podrían contaminar verduras, té, leche, mariscos y agua producidos y consumidos en esa región al noreste de Japón.

### Consecuencias ambientales

Las consecuencias ambientales de un accidente nuclear son muy importantes, sobre todo cuando se trata de accidentes severos, como los de Fukushima y Chernobil. Sin embargo, la comparación con una explosión nuclear requiere consideraciones mayores.

En el caso de Hiroshima y Nagasaki se trató de explosiones nucleares por usos militares

2011, *elektron 11 (241) 2*, FTE de México de la energía nuclear. En Fukushima, los propósitos estaban orientados a la generación de energía eléctrica. Conviene precisar que en Fukushima NO hubo ninguna explosión nuclear, las que hubo fueron de hidrógeno, es decir, explosiones químicas. Ciertamente, éstas fueron tan importantes que destruyeron al edificio del reactor (contenedor secundario), lo que permitió que cierta cantidad del material de los núcleos degradados de los reactores fuera liberada a la atmósfera y, luego, depositada en los suelos, fuentes de agua, pastos, bosques, ciudades y personas.

No se conocen datos, mapas, modelos, ni resultados de la nube radiativa y su evolución, ni tampoco de las cantidades del inventario radiativo y su deposición en Fukushima y sus alrededores. La opacidad del gobierno japonés y la operadora de la central (TEPCO) no permiten hacer estimaciones definitivas.

Si la versión del diario japonés local es cierta, las consecuencias son graves y durarán muchos años antes de restablecer la “normalidad”. El Cesio-137 tiene una vida media física de 30 años y se necesita que transcurran siete vidas medias para que el decaimiento sea casi total, eso significa 210 años.

La comparación con la explosión de Hiroshima podría ser motivo de discusión porque los defensores acrílicos de la industria nuclear de potencia, siempre toman como criterio para argumentar en favor de esta fuente energética y su seguridad, el número de muertos. Si no los hay, nada pasó.

En Hiroshima SÍ ha habido algunas víctimas mortales, principalmente trabajadores, pero no se conocen mayores datos. En Hiroshima, la bomba atómica provocó 140 mil muertes inmediatas por el calor o la onda de choque durante la explosión, y miles de daños en los meses siguientes por los efectos de las radiaciones ionizantes. Por supuesto, también hubo liberación de radiatividad a la atmósfera y medio ambiente en general con las consiguientes afectaciones.

Pero la comparación entre Hiroshima y Fukushima le permite a las empresas minimizar y/o descalificar la comparación. Tal vez convendría hacer la comparación con un evento similar, un accidente severo en un reactor nuclear, como en el caso de Chernobyl.

Algunos han dicho que la liberación de material radiativo en Chernobyl equivaldría a 500 veces la que se liberó por la bomba en Hiroshima. Eso sería más que lo ocurrido en Fukushima; de hecho, la sola liberación de Cesio-137 fue mayor en Chernobyl. No obstante, la liberación en Fukushima es alta.

Por ahora se han ocultado los datos oficiales pero terminarán por saberse.

Desde el punto de vista radiológico, el Iodo-131 y el Cesio-137 son los radionúclidos más importantes porque son responsables de la mayor parte de la exposición recibida por la población en general.

Inmediatamente después del accidente de Chernobyl, la mayor preocupación se centró en el Iodo radiactivo. Después, las preocupaciones se centraron en la contaminación del suelo con Estroncio-90 y Cesio-137. Los niveles más altos de Cesio-137 se depositan en las capas superficiales del suelo, donde son absorbidos por plantas, insectos y hongos, entrando en la cadena alimenticia.

### El “término fuente”

La Agencia Nuclear de Energía (NEA02), de la OCDE, hizo una estimación del impacto radiológico y a la salud del accidente de Chernobyl, con base en diferentes fuentes como el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). En ese reporte se presentó la estimación del “término fuente” y, especialmente, del Cesio-137.

El “término fuente” es una expresión técnica usada para describir la liberación accidental de material radiativo desde una instalación nuclear al medio ambiente. No solo son importantes los niveles liberados de radiatividad sino su distribución en el tiempo así como sus formas físicas y químicas.

La información inicial del “término fuente” fue basada en muestreo de aire y la integración en el suelo de la deposición estimada dentro de la ex Unión Soviética. Esto fue claro en la Reunión de Revisión Post-Accidente del Organismo Internacional de Energía Atómica (AIEA) de agosto de 1986 (IA86), cuando los científicos soviéticos hicieron su presentación, pero durante la discusión se sugirió que la

liberación estimada podría ser significativamente más alta si fuera incluida la deposición fuera de la ex Unión Soviética.

Subsecuentes estimaciones apoyaron este punto de vista, particularmente para los radionúclidos del Cesio (Wa87, Ca87, Gu89). Tales estimaciones iniciales fueron presentadas como una fracción del inventario del núcleo para los radionúclidos importantes y también como actividad total liberada.

### Estimación para el Cesio-137 en Chernobil

En la estimación inicial de la liberación radiativa realizada por los científicos soviéticos presentada en la Reunión de Viena, se estimó que el 100% del inventario de gases nobles (Xenón y Kriptón) fue liberado y entre el 10 y el 20% de los elementos más volátiles de Iodo, Telurio y Cesio. La estimación temprana para el material liberado al ambiente fue de  $3 \pm 1.5\%$  (IA86). Después, esta estimación fue revisada a  $3.5 \pm 0.5\%$  (Be91). Esto correspondió a la emisión de 6 toneladas del combustible dañado.

El Grupo Asesor Internacional en Seguridad Nuclear (INSAG) del AIEA presentó en 1986 su reporte (IA86a) basado en la información presentada por los científicos soviéticos en la Reunión de Viena. En ese tiempo, se estimó que de 1 a 2 exabecquerels (EBq) fueron liberados. Esto no incluyó a los gases nobles, y tuvo un error estimado de  $\pm 50\%$ . Estas estimaciones del “término fuente” fueron basadas solamente en la deposición estimada de radionúclidos en el territorio de la ex Unión Soviética, y no fue tomada en cuenta la deposición en Europa y otras partes, porque no había datos disponibles.

Sin embargo, cuando más datos estuvieron disponibles (Be90), en su Reporte 1988 (UN88) el UNSCEAR proporcionó estimaciones de la liberación basadas no

2011, *elektron 11 (241) 3*, FTE de México solamente en los datos soviéticos, sino también en la deposición mundial. El total de Cesio-137 liberado fue estimado en 70 petabecquerels (PBq) del cual 31 PBq fue depositado en la ex Unión Soviética.

Posteriores análisis llevados a cabo en el núcleo degradado y del material depositado en el edificio del reactor proporcionaron una estimación independiente de la liberación al ambiente. Estos estudios estimaron que la fracción liberada de Cesio-137 fue del 20 al 40% del inventario radiativo del núcleo ( $85 \pm 26$  PBq) con base en una fracción liberada promedio del 47% con la subsecuente retención del resto en el edificio del reactor (Be91). Esto se confirmó después de una extensa revisión por otros reportes (IA86, Bu93).

Para el Iodo-131, la estimación más precisa resultó ser del 50 al 60% del inventario del núcleo, es decir, 3,200 PBq. Una estimación reciente del “término fuente” (De95) está resumida en la Tabla 1. Esta estimación sigue siendo válida aún cuando está incompleta y hay otras estimaciones para algunos radionúclidos del Iodo, por ejemplo, 1,960 PBq para el Iodo-131 (Ab86, Iz90).

Múltiplos para el Becquerel

Nombre	Símbolo	Valor
Becquerel *	Bq	$10^0 = 1$
decabecquerel	dBq	$10^1$
hectobecquerel	hBq	$10^2$
kilobecquerel	kBq	$10^3$
megabecquerel	MBq	$10^6$
gigabecquerel	GBq	$10^9$
terabecquerel	TBq	$10^{12}$
petabecquerel	PBq	$10^{15}$
exabecquerel	EBq	$10^{18}$
zettabecquerel	ZBq	$10^{21}$
yottabecquerel	YBq	$10^{24}$

\* 1 Bq se define como 1 desintegración (generalmente la emisión de 1 radiación nuclear) por segundo. 1 MBq es un millón de desintegraciones por segundo. 1 TBq equivale a un millón de millones de desintegraciones por segundo.

### Referencias

[Al89] Yu.A. Aleksandrovskij, *Psychoneurotic Disorders Associated with the Chernobyl Accident*, Medical Aspects of the Chernobyl Accident, TECDOC 516, IAEA, Vienna, 1989.

[Be90] S.N. Bergichev *et al.*, *Radioactive Releases Due to the Chernobyl Accident*, Fission Product Transport Processes, Ed. J.T. Rogers, Hemisphere, 1990.

2011, *elektron* 11 (241) 4, FTE de México

- [Be91] S.T. Bedyayev *et al.*, *The Chernobyl Source Term*, Proc. Seminar on Comparative Assessment of the Environmental Impact of Radionuclides Released during Three Major Nuclear Accidents: Kyshtym, Windscale, Chernobyl, EVR-13574, CEC, pp. 71-91, 1991.
- [Bu93] Y.P. Buzulukov and Y.L. Dobrynin, *Release of Radionuclides During the Chernobyl Accident*, The Chernobyl Papers, 1:3-21, Eds. S.E. Merwin and M.I. Balonov, Research Enterprises, Richland, WA, 1993.
- [Ca87] R.S. Cambrai *et al.*, *Observations on Radioactivity from the Chernobyl Accident*, Nuclear Energy, 26:77, 1987.
- [De95] L. Devell *et al.*, *The Chernobyl Reactor Accident Source Term: Development of a Consensus View*, CSNI Report in preparation, OECD/NEA, Paris.
- [Gu89] P.H. Gudiksen *et al.*, *Chernobyl Source Term, Atmospheric Dispersion, and Dose Estimation*, Health Physics, 57(5):697-706, 1989.
- [IA86] *Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident*, IAEA, Vienna, 1986.
- [IA86a] *Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident*, Safety Series No. 75 INSAG-1, IAEA, Vienna, 1986.
- [Iz90] Yu.A. Izrael, S.M. Vakulovskii, V.A. Vetrov *et al.*, *Chernobyl: Radioactive Contamination of the Environment*. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1990.
- [NEA02], *CHERNOBYL Assessment of Radiological and Health Impacts, 2002 Update of Chernobyl: Ten Years On*, NEA / OCDE.
- [UN88] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), *Report to the United Nations*, 1988.
- [Wa87] E.A. Warman, *Soviet and Far-Field Radiation Measurements and an Inferred Source Term from Chernobyl*, TP87-13, Stone and Webster Engineering Corp, Boston, MA. 1987.

Tabla 1. Estimación de radionúclidos liberados durante el accidente de Chernobyl (De95)

Inventario del núcleo el 26 de abril de 1986			Total liberado durante el accidente	
Núclido	Vida-media	Actividad (PBq)	Porcentaje del inventario	Actividad (PBq)
<sup>33</sup> Xe	5.3 d	6,500	100	6,500
<sup>131</sup> I	8.0 d	3,200	50-60	~1,760
<sup>134</sup> Cs	2.0 a	180	20-40	~54
<sup>137</sup> Cs	30.0 a	280	20-40	~85
<sup>132</sup> Te	78.0 h	2,700	25-60	~1,150
<sup>89</sup> Sr	52.0 d	2,300	4-6	~115
<sup>90</sup> Sr	28.0 a	200	4-6	~10
<sup>140</sup> Ba	12.8 d	4,800	4-6	~240
<sup>95</sup> Zr	65.0 d	5,600	3.5	196
<sup>99</sup> Mo	67.0 h	4,800	>3.5	>168
<sup>103</sup> Ru	39.6 d	4,800	>3.5	>168
<sup>106</sup> Ru	1.0 a	2,100	>3.5	>73
<sup>141</sup> Ce	33.0 d	5,600	3.5	196
<sup>144</sup> Ce	285.0 d	3,300	3.5	~116
<sup>239</sup> Np	2.4 d	27,000	3.5	~95
<sup>238</sup> Pu	86.0 a	1	3.5	0.035
<sup>239</sup> Pu	24,400.0 a	0.85	3.5	0.03
<sup>240</sup> Pu	6,580.0 a	1.2	3.5	0.042
<sup>241</sup> Pu	13.2 a	170	3.5	~6
<sup>242</sup> Cm	163.0 d	26	3.5	~0.9

a: años, d: días, h: horas.

Frente de Trabajadores de la Energía,  
de México