

Sustancias Radiactivas

Contaminación Radiactiva

Los niveles y distribución de radionúclidos en aguas costeras, en organismos marinos de la región y en otras muestras ambientales han sido reportados por varios autores en el marco de actividades del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste (Gibbs, 1987; ; Gibbs y Ruidiaz, 1996; González et al, 1996a; Martínez y Tomicic, 1996; Osares, 1994; Rivera, 1987; Rojas, 1994: Vega et al., 1996; vera, 1994; Zúñiga, 1987, etc.) y de las actividades propias de las Comisiones Nacionales de Energía Nuclear y/o órganos equivalentes de los países de la región. Una parte del monitoreo de la contaminación marina radioactiva de la región obedece a la necesidad de vigilar el posible incremento de la radioactividad en las aguas jurisdiccionales de los países de la región como consecuencia de los ensayos nucleares de Francia en el Pacífico –una práctica iniciada en 1986 en el Atolón de Mururoa, en la Polinesia Francesa y suspendida en 1995- así como de otras fuentes de introducción de radionúclidos artificiales al medio marino regional.

Cuadro No. 1

EL ALCANCE DE LOS ENSAYOS NUCLEARES DE FRANCIA, EN LA POLINESIA FRANCESA, EN LA REGION DEL PACIFICO

Al inicio de cada serie de ensayos de Francia en la Polinesia y luego de cada ensayo nuclear, en períodos que fluctuaban entre una semana y un mes, se detectó en la atmósfera de Chile incrementos de la Actividad Beta Global en aire, y presencia de productos frescos de fisión como I-131 y Sr-89, además de Sr-90 y Cs-137 en muestras de leche natural, agua de lluvia,

pastos y agua potable. Los niveles de radioactividad detectados en Chile durante el período de ensayos a la atmósfera aumentaron algunas veces entre 10 a 100 veces los valores normales de “background”. La Actividad Beta global en el aire, y en algunas zonas del país, los niveles de Sr-89, Sr-90 y Cs-137, se elevaron notoriamente. Los valores promedio anuales encontrados de

estos radioisótopos sólo representa un porcentaje inferior al valor límite de concentración admisible del isótopo correspondiente según las recomendaciones internacionales. A partir de 1975, se suspendieron los ensayos nucleares atmosféricos en el Pacífico Sur, con lo cual los niveles de radioactividad fueron decreciendo paulatinamente.

Actualmente los valores que se obtienen fluctúan en el rango de los mínimos detectables por las técnicas de análisis. Los resultados de la actividad Beta Global en aire muestran que en Chile se han alcanzado valores similares al resultados por debajo del Límite de detección instrumental (González et al., 1996^a). La actividad media de Cs-137 en moluscos bivalvos del Perú, mostró valores de 3 a 7 veces menores que los encontrados para especies similares del Mediterráneo en 1984 (Rivera, 1987). En 1996, en Lima, Perú, en el marco de la Segunda Reunión del Grupo ad-hoc

background normal. Esto es, un rango de 0.001-0.01 pCi/m²). En Perú, las mediciones de la actividad Beta Global, de Cs-137 y Sr-90, entre 1967-81, indican que la radioactividad se ha mantenido en valores bajos de expertos técnicos sobre Contaminación Radioactiva del Pacífico Sudeste, se informó que en la espectrometría gamma de algunas muestras marinas durante el período 1986-1995 se detectó Cs-137, posiblemente proveniente del “fallout” troposférico de las explosiones nucleares atmosféricas del Pacífico Sur y al “fallout” residual estratosférico. En

y estables después de la terminación de las pruebas nucleares francesas (Zúñiga, 1987). Análisis en muestras de agua de mar, sedimentos y organismos marinos desde Paita hasta Ilo arrojaron

términos generales, los valores presentados por los expertos del Grupo ad-hoc, se encuentran por debajo del límite de detección instrumental e indican prácticamente solo los valores de radiación de fondo, significando que la población no ha estado expuesta a riesgo radiológico por vía marina. (CPPS/PNUMA, 1996b)

El transporte marítimo de materiales y desechos radioactivos ha sido reiteradamente señalado como una fuente potencial de contaminación radioactiva en la región (CPPS/PNUMA, 1987b; 1989b; 1996b). Por el Canal de Panamá y el Estrecho de Magallanes, ingresa a la región material radioactivo, de paso a otras latitudes. El combustible generado de los reactores nucleares japoneses es transportado vía Canal de Panamá en camino hacia las plantas procesadoras de Salfeld (reino Unido) y la Haya (Francia). La Pacific Nuclear Transport Limited (PNTL) del Reino Unido, habría transportado en 1989, hasta 10 cargas de combustible quemado a través del Canal, cada carga equivalente a 90.000 Kg de combustible quemado. A partir de 1995 y por un período de 10 años, serán transportadas 60 TM de desechos radioactivos contenidas en 1.200 varillas de plutonio. De acuerdo con Gibbs y Ruidiaz (1996) y Gibbs (1987), en barcos previamente diseñados para el transporte de material radioactivos, por el Canal de Panamá transita un promedio de 10 barcos/mes con cargas radioactivas (*tabla No. 46*). Por lo menos 2 barcos poseen cargas de alto nivel de radioactividad (aproximadamente el 0.2%), provenientes de diferentes lugares de América, Europa y Asia. Normalmente estos barcos llevan de 12-14 contenedores de combustible nuclear, con capacidades de 30 a 60 toneladas de combustible. Se transporta material radioactivo de aplicación media (I-131; H-3), material para aplicación industrial en ensayos no destructivos (Ir-192; Co-60), combustible nuclear no irradiado (mezcla de óxido de plutonio o de uranio altamente enriquecido) y combustible agotado. En general, las cargas radioactivas que se transportan en los barcos que cruzan el Canal se clasifican como tipo “B” o sea bultos con niveles de actividad

intermedia o alta. El hexafluoruro de uranio (UF₆), es la carga radioactiva que con mayor frecuencia transita por el Canal.

Tabla No. 46

Características del material radioactivo transportado por barcos a través del Canal de Panamá (Gibbs, 1987)

RADIONÚCLIDOS	RADIOACTIVIDAD	ACTIVIDAD BIOLÓGICA	CNC. uCi.a/
Cesio-137	30 años	70 días	,30
Iodo-131	8,5 días	138 días	,70
Plutonio-239	24.360 días	100 años	,04
Estroncio-90	27,70 años	49,3 años	,20
Uranio-235	7,1 x 10 ⁻⁸ años	15 días	,03

CNC: carga máxima corporal, CNC en microcuries

Las mediciones en muestras de agua, sedimentos y organismos marinos en Chile (1986-95), Ecuador (1991-92) y Perú (1993), indican que no existe incremento en la actividad radioactiva en el medio ambiente marino regional. La mayoría de los valores encontrados para Cs-137 están por debajo de los límites de detección instrumental y, en conjunto, los valores encontrados señalan únicamente valores de radiación de fondo y la no existencia de contaminación radioactiva. La presencia de K-40 es debida principalmente a la abundancia isotópica respecto al K estable. La presencia de Cs-137, es debida quizá al fallout troposférico en el Pacífico Sur y el fallout residual estratosférico. En ninguna de las muestras examinadas en Chile, se detectó Estroncio-90. Se identificó el K-40, en valores concordantes con UNSCEAR (1988) para agua de mar (Tabla No. 47). Datos de Vega et al. (1996) sugieren un incremento en la actividad de Cs-137 en agua de mar superficial a medida que se incrementa en Latitud hacia el ecuador, registrándose valores en el rango de 2,7-4,6 Bq/m³. Se informa la presencia de algunos radionúclidos de las series naturales del Th-239 y del U-239 (Pb-214, Bi-214, etc.) y una actividad media anual de C-137, en Bq/Kg, entre 0.63+0.07, debajo del límite de detección (0.11) en muestras de sedimentos marinos superficiales en Chile (Martínez y Tomicic, 1996) (Tabla No. 48). Las mediciones radiológicas en el período 1988-90, para peces, y en 1988-95, para crustáceos y moluscos, en las aguas marinas de Chile, se muestran en la Tabla No. 49. Otras mediciones radiológicas en productos marinos de exportación en el período 1987-95 indican la ausencia de contaminación radioactiva (Tabla No. 50). En forma similar, los valores obtenidos entre 1993 a junio de 1996 por el Instituto Peruano de Energía Nuclear, por espectrometría gamma de alta resolución, para Cs-137 y K-40 en muestras de agua y sedimento marinos del litoral peruano, están por debajo de las concentraciones mínimas detectables (Tabla No. 51).

Tabla No. 47

Mediciones radiológicas en agua de mar superficial en Chile, promedios anuales (Martínez y Tomicic, 1996)

LOCALIDAD	PERIODO	N	K-40 (Bq/l)	Sr-90 (Bq/l)
Arica	1986	7	10.5±0.8	>0.01
	1989	8	10.6±0.9	>0.01
	1990	7	10.7±0.9	>0.01
Iquique	1989	4	10.3±0.9	>0.01
	1990	4	12.5±0.9	>0.01
Antofagasta	1986	8	10.0±0.8	>0.01
	1989	6	11.3±0.9	>0.01
	1990	3	10.4±0.9	>0.01
Isla de Pascua	1995	2	14.5±0.9	>0.01
Coquimbo	1988	3	10.0±0.9	>0.01
	1989	6	11.5±0.8	>0.01
	1991	10	12.8±0.6	>0.01
	1992	4	13.0±0.8	>0.01
	1993	14	12.5±0.6	>0.01
	1994	10	10.6±0.9	>0.01
	1995	4	2.2±0.71	>0.01
	1995	4	2.2±0.71	>0.01
Valparaíso	1988	3	0.5±0.91	>0.01
	1989	5	10.3±0.9	>0.01
	1990	18	11.9±0.8	>0.01
	1991	13	12.7±0.7	>0.01
	1992	4	14.0±1.0	>0.01
	1994	16	12.0±0.8	>0.01
	1995	12	12.3±0.7	>0.01
Concepción	1989	15	11.2±0.9	>0.01
	1990	7	4.0±0.91	>0.01
	1991	10	12.6±0.8	>0.01
	1993	10	12.4±0.7	>0.01
Puerto Montt	1989	8	12.2±0.9	>0.01
	1990	8	11.9±0.9	>0.01
Punta Arenas	1986	2	10.5±0.9	>0.01

0.01: límite de detección

TABLA No. 48

Mediciones radiológicas en sedimentos marinos en Chile – Promedios anuales (Martínez y Tomicic, 1996)

LOCALIDAD	PERIODO	N	K-40 (Bq/Kg)	Cs-137 (Bq/kg)
Caldera	1988	2	1015±81	>0.01
	19-89	2	861±50	>0.01
Isla de Pascua	1995	1	99±6	>0.01
Coquimbo	1988	2	835±55	>0.01
	1989	4	757±53	0.63±0.07
Valparaíso	1987	6	605±86	>0.01
	1988	2	547±65	>0.01
	1989	7	701±77	0.31±0.03
Concepción	1988	4	660±68	0.12±0.05
	1989	3	431±57	0.61±0.07

*0.01: límite de detección

TABLA No. 49

Mediciones radiológicas en Organismos Marinos de Chile: peces (1998-1990), Crustáceos, Moluscos y Equinodermos (1988-1995) (Martínez y Tomicic, 1996)

ESPECIES	K-40 (Bq/Kg)	Beta global (Bq/Kg)
PECES		
<i>Merluccius gayi</i>	187±20	154±25
<i>M. australis</i>	119±18	120±20
<i>Trachurus murphyi</i>	65±8	42±6
<i>Engraulis ringens</i>	71±6	68±8
<i>Isurus oxirinchus</i>	89±6	75±8
<i>Raja clavata</i>	65±5	64±7
CRUSTACEOS		
<i>Cancer plebejus</i>	23±2	38±8
<i>Lithodes antarcticus</i>	18±1	39±8
MOLUSCOS		
<i>Mytilus edulis</i>	34±2	42±7
<i>Mesodesma donacium</i>	154±8	46±7
<i>Octopus vulgaris</i>	48±3	46±7
<i>Loligo vulgaris</i>	90±8	75±8
ECHINODERMOS		
<i>Loxechinus albus</i>	114±9	127±20

TABLA No. 50

Mediciones radiológicas en productos marinos de exportación de Chile, promedios anuales (Martínez y Tomicic, 1996)

PRODUCTO	FECHA	N	K-40 (Bq/Kg)	BETA GLOBAL 8Bq/Kg)
Harina de Pescado	1987	9	2,53±22	201±23
	1988	8	271±25	182±21
	1989	3	322±12	249±25
	1995	1	257±10	365±30
Harina de Caparazón de Camarón	1995	1	111±4	154±10
Merluza Seca	1955	1	130±5	121±11
Corvina Seca	1995	1	129±5	110±11
Aceite de Pescado	1995	1	ND.	ND.
Jurel Conserva	1995	3	90±4	96±0
Agar-Agar	1991	31	ND.	ND.
Gracillaria	1992	14	ND.	ND.
	1993	12	ND.	ND.
	1994	13	ND.	ND.
	1995	13	ND.	ND.

Tabla No. 51

Radioactividad en agua y sedimentos de mar del litoral peruano (abril/mayo de 1995 y octubre/diciembre de 1995) (González et al., 1996 a)

A: Abril/Mayo, 1995

MUESTRA	LUGAR	DETECTOR	Cs-137
Sedimento	Paita	INa	<5.7823
Agua	Paita	INa	<0.5589
Agua	Paita	INa	<0.4916
Agua	Punta Aguja	INa	<0.4916
Sedimento	Chimbote	HpGel	<7.0279
Agua	Chimbote	INa	<0.4916
Sedimento	Callao	INa	<3.4597
Agua	Callao	HpGel	<0.4916
Agua	Callao	HpGel	<0.4916
Sedimento	Callao	HpGel	<4.5679
Agua	San Juan	HpGel	<0.4916

CMD agua: <0.5589 Bq/l.

Sedimentos: <3.459 Bq/Kg

B: Octubre/Diciembre, 1995

MUESTRA	LUGAR	DETECTOR	CMD(Ba/Kg)	Cs-137 (Bq/Kg)
Sedimento	Salaverry	HpG1	<CMD	6.469
Agua	Chimbote	<0.4916		
Sedimento	Pisco	HpG1	<CMD	6.260
Agua	Paita	<0.4916		
Sedimento	Ilo	HpG1	<CMD	6.450
Agua	Paita	<0.4916		
Sedimento	Punta Falsa	HpG1	<CMD	6.470
Agua	Punta Aguja	<0.4916		
Sedimento	Puerto Pizarro	HpG1	<CMD	7.490
Agua	Punta Aguja	<0.4916		
Agua	Chimbote	<0.4916		

CMD: Concentración máxima detectable