

**DIRECCIÓN EJECUTIVA**

CCHEN (0) N° 27/035 /

Santiago, **13 ABR. 2017**

Señor

[REDACTED]

Presente

Estimado [REDACTED]

En el marco de la Ley N° 20.285 sobre Acceso a la Información Pública, me permito informarle que esta institución recibió la solicitud AU003T0000075, el 27 de marzo de 2017, presentada por usted, requiriendo la siguiente información:

- "1) Solicito informes y reportes respecto de seguimiento a radiación nuclear en costas Chilenas, estos últimos 6 años. Acceso a tablas de datos con elementos y concentraciones*
- 2) Solicito estudio y reportes respecto de seguimiento a radiación nuclear en bosques de Pino Chilenos, estos últimos 6 años. Hojas y Espinas. Específicamente elemento Cesio 134 y Cesio 137.*
- 3) Solicito plan de seguimiento a TODOS los elementos radioactivos provenientes de Planta Nuclear Fukushima en Japón, en territorio chileno. Incluir elemento Cesio 134 y Cesio 137."*

En atención a su consulta, informo lo siguiente:

En primer lugar, se ha adjuntado un artículo relacionado con la radiación natural, que se considera muy importante como lectura previa, ante cualquier evaluación que se quiera hacer de posible contaminación radiactiva con radionucleídos de origen antropogénico.

En segundo lugar y ya que sus tres consultas dicen relación con el accidente en el reactor número uno (Dai-ichi) de la Central Nuclear de Fukushima, producido por el terremoto grado 9 y posterior tsunami que afectó a Japón en 2011, quisiera poner en contexto lo siguiente:

- 1) Esta Institución realiza mediciones y evaluaciones radiológicas en alimentos y diferentes matrices ambientales en forma permanente publicando sus resultados en los informes ambientales que edita cada año el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). El desarrollo de estudios específicos como los que usted solicita, sólo se realizan cuando se justifica debido a la ocurrencia de algún evento de importancia o accidente nuclear a nivel regional o global y que puedan afectar **directamente** a nuestro territorio. En este sentido, informo a usted que nuestro país forma parte del Sistema Internacional de Vigilancia, al alero de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares, CTBTO, por sus siglas en inglés. De este modo, en nuestro territorio hay estaciones de monitoreo

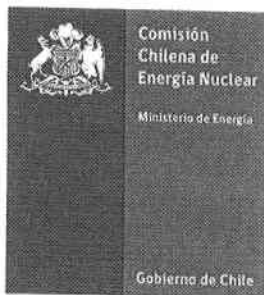
de tipo sismológico, hidroacústico, de infrasonidos y de detección de radionúclidos atmosféricos, cuyos datos son de utilidad para la verificación de anomalías.

Después de ocurrido el accidente de Fukushima (Dai-ichi), las estaciones mencionadas **no** detectaron anomalías en nuestro territorio. La explicación de este hecho se basa en los siguientes aspectos técnicos:

Un accidente en un reactor puede generar una "pluma" o nube contaminante que se eleva entre 800 a 3.000 metros de altura, por lo que está dentro de la tropósfera, es decir se ve afectada por los fenómenos meteorológicos, como velocidad y dirección del viento, precipitaciones, etc., por lo tanto aunque pudiera alcanzar a afectar todo un hemisferio, **NO** pasará al otro hemisferio debido a la barrera térmica del Ecuador, que hace que esta nube retorne al hemisferio emisor y en general tiende a depositarse en los terrenos más fríos, por lo tanto ni el accidente de Chernóbil ni el de Fukushima, podrían afectar a nuestro territorio **directamente** por vía atmosférica.

Sólo en el caso de los ensayos nucleares atmosféricos con potencia sobre 1 Megatón (equivalente a 1 millón de toneladas de Trinitrotolueno), que no fue el caso de Chernóbil o Fukushima, la pluma puede alcanzar hasta los 10.000 a 12.000 metros y de esa forma llegar hasta la estratosfera y **NO** ser afectada por los fenómenos meteorológicos y así dar vuelta por todo el planeta sin poder de predicción de deposición, a esta nube se le conoce como "fallout" estratosférico y fue causado, por ejemplo, por los ensayos nucleares de las décadas de los 50 y 60 y en el caso particular de Chile, los ensayos franceses en Muroroa hasta 1976. Producto de ello, es que aún se pueden encontrar trazas de  $Cs^{137}$  del orden de 1 a 3 Becquerel/litro, dependiendo si es leche o carne de cordero de la zona sur, recordando que el nivel recomendado para este radionúclido en nuestro Código Sanitario de Alimentos es de hasta 1.000 Becquerel /litro.

- 2) Por esta misma razón, esta Institución no ha realizado estudios radiológicos en bosques de pino chilenos en los últimos 6 años como los que usted solicita.
- 3) Si bien como se indica en el punto 1, no fueron detectadas anomalías ambientales de tipo radiológicas en el territorio nacional como producto del Accidente de Fukushima, desde el momento mismo del accidente (Marzo 2011) se estableció en nuestro país un comité con participación de especialistas de la CCHEN, en donde se hicieron todas las coordinaciones con el Ministerio de Salud y Aduanas para el control de cualquier mercadería proveniente de Japón ya que, por las características del accidente, éste sólo podría afectarnos en forma indirecta a través de alimentos o productos importados desde Japón. Dado que el principal producto japonés importado son los vehículos, se realizaron mediciones específicas en vehículos ingresados por el puerto de Iquique encontrando trazas de  $Cs^{134}$  y  $Cs^{137}$  (2-3 Bq/l) en barro depositado en las plumillas de los limpiaparabrisas de dos vehículos, que fueron lavados con las medidas de seguridad correspondientes y tratamiento de líquidos de lavado. Al mismo tiempo, quiero informar que en nuestra institución también se realizaron mediciones a través de nuestro Contador de Cuerpo Entero para verificación de contaminación interna, a todos los miembros de los equipos periodísticos de los canales de televisión nacionales, que cubrieron directamente el accidente y pasajeros que retornaron a nuestro país provenientes de la



zona afectada de Japón, sin ningún tipo de contaminación radiactiva de dicho personal.

Como complemento, le puedo indicar que existe información oficial y actualizada referida al accidente de Fukushima en la página oficial del Organismo Internacional de Energía Atómica ([www.iaea.org](http://www.iaea.org)), especialmente en el link: <https://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/status-update>.

Además, se encuentra información también en la página del CTBTO, Organismo de las Naciones Unidas relacionado con el tratado de no proliferación de ensayos nucleares <https://www.ctbto.org/press-centre/documents/?id=793&query=fukushima>.

Es importante tener presente, que en nuestro país se realizan mediciones de radiactividad ambiental desde 1966, época de los ensayos nucleares atmosféricos que realizó Francia en el Pacífico Sur, por lo que se tiene bastante experiencia e información acerca de los niveles radiológicos ambientales presentes en el país. Esta actividad la desarrolla la Sección Vigilancia Radiológica Ambiental de nuestra Institución, que además realiza los análisis radiológicos de los alimentos y productos de importación y exportación de nuestro país y para verificación de lo indicado en la Norma Chilena de Agua Potable referida a los componentes radiactivos posibles presentes en las aguas en las industrias alimenticias.

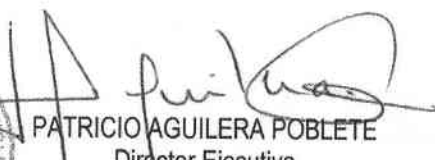
Además, mantiene convenio con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el control radiológico de carnes y leche a lo largo del país y con SERNAPESCA para la medición radiológica de peces, moluscos y productos marinos en general publicando sus resultados en los Informes Ambientales que anualmente emite el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Sólo se detectan los radionúclidos naturales como el K40 y en algunas leches y carnes de vacuno de la zona Sur (Puerto Montt) valores de Cs137 entre 1-3 Bq/l.

También, se estableció convenio con la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y se ha logrado establecer a la fecha, una Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental en tiempo real (9 estaciones) con detectores instalados en los patios meteorológicos de los principales aeropuertos y aeródromos del país.

Para finalizar, reitero a Usted que a la fecha **no se ha observado ninguna alteración ambiental** desde el punto de vista radiológico en nuestro territorio, en ninguna de las matrices estudiadas.

Saluda atentamente a usted,



  
PATRICIO AGUILERA POBLETE  
Director Ejecutivo  
Comisión Chilena de Energía Nuclear

PAP/CSG/OPO/dbs

## Consideraciones sobre Radiactividad Natural

**MSc. Osvaldo Piñones Olmos**  
**Jefe Sección Vigilancia Radiológica Ambiental**  
**CCHEN**

**Email: [opinones@cchen.cl](mailto:opinones@cchen.cl)**

**Fono: 56-2-23646123**

Vivimos en un universo lleno de radiaciones, por lo tanto, el hombre desde sus orígenes ha estado expuesto a la acción de las radiaciones ionizantes presentes en la naturaleza. De esta manera, la vida tal como la conocemos se ha desarrollado **siempre** en un ambiente radiactivo.

**Estas fuentes naturales**, se dividen básicamente en:

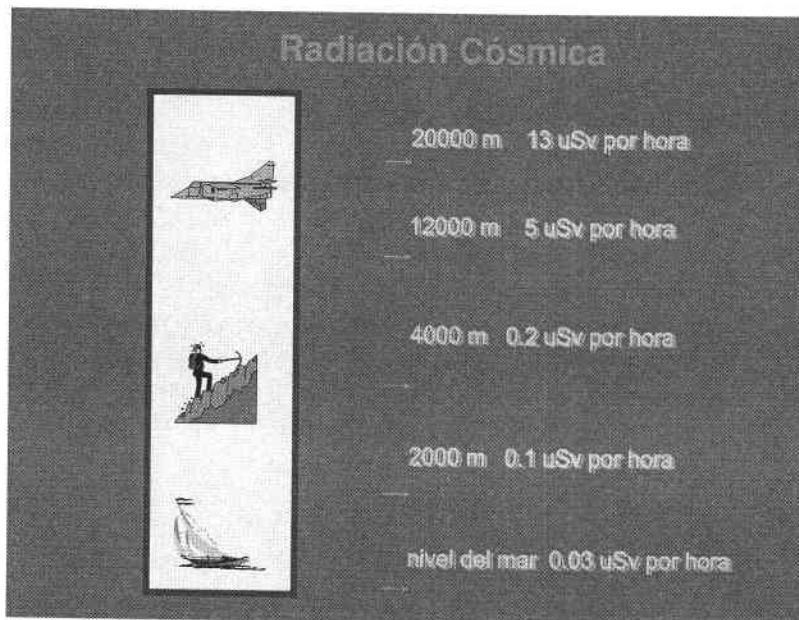
- **radiación cósmica**, proveniente del espacio exterior fuera de nuestro sistema solar (compuesta principalmente por protones, partículas alfa, y neutrones). Es radiación de muy alta energía (2000 MeV) tanto es así que se ha comprobado su capacidad de penetración hasta más de 1 kilómetro bajo la superficie de la tierra y que está presente desde la formación del Universo. Un ejemplo cercano de los fenómenos que ocurren permanentemente en el universo, lo observamos cada vez que hay "tormentas solares" (aumento en la actividad por las reacciones de fusión nuclear que ocurren en el interior del sol) donde aumenta significativamente la emisión de radiación electromagnética hacia nuestro planeta, lo que puede incluso interrumpir gran parte de nuestras comunicaciones.
- **radionucleídos cosmogénicos**, se producen por la interacción entre la radiación cósmica y los componentes de nuestra atmósfera y las aguas naturales, llegando a formar del orden de 13 radionucleídos. Siendo los elementos radiactivos más importantes, el Carbono14 ( $C^{14}$ ) (que se forma a partir del Nitrógeno atmosférico), el Berilio7 ( $Be^7$ ) y  $Be^{10}$ , Sodio22 ( $Na^{22}$ ) y **Tritio ( $H^3$ )**.
- **radiación terrestre**, proveniente de los elementos radiactivos presentes en la corteza terrestre desde la formación del planeta (series o familias radiactivas del Uranio238 ( $U^{238}$ ), Torio232 ( $Th^{232}$ ) y Actinio228 ( $Ac^{228}$ ) que en total suman unos 42 radionucleídos). Por otra parte, encontramos también otros 18 radionucleídos que decaen o desintegran por una sola etapa como el Potasio 40 ( $K^{40}$ ). Cabe destacar que todos ellos tienen un período de semidesintegración (es decir el tiempo en que su actividad disminuye a la mitad) mucho mayor a 100 millones de años

por lo que son llamados primordiales al estar presentes desde la formación del planeta y prácticamente en forma permanente.

**En resumen, tendríamos del orden de 73 radionucleídos de origen "natural" que están siempre presentes en nuestro medio ambiente y afectan a todas las personas, animales y ecosistema en general.**

Ninguna de estas radiaciones tiene valores constantes, por lo que la dosis de exposición varía según: el lugar donde se vive, los alimentos que se consumen, el tipo de vivienda que se habite y en el caso de la radiación interna el peso de la persona.

Así tenemos por ejemplo, que la radiación cósmica varía con la altura sobre el nivel del mar y la latitud, por ejemplo, la dosis a nivel del mar es de 0.03  $\mu$ Sv/hora (microSievert), y a los 2000 metros sube a 0.1  $\mu$ Sv/hora es decir a mayor altura recibimos mayor dosis. Un área donde se aprecia claramente este efecto, es en la navegación aérea, así tenemos por ejemplo que a los 12000 metros de altura (altitud promedio de los vuelos comerciales) la dosis es de 5  $\mu$ Sv/hora es decir 100 veces mas que a nivel de superficie, por lo tanto los vuelos intercontinentales representan mayor dosis por el mayor tiempo de vuelo. Un caso especial lo representan los astronautas, quienes reciben una dosis aún mayor a 13  $\mu$ Sv/hora, por lo que representa una de las mayores preocupaciones y problemas a solucionar por la NASA en este momento.



Otra fuente importante de radiación natural como se había mencionado es la exposición debida a los productos de decaimiento de las series radiactivas como la del Uranio 238, que tiene entre sus "hijos" radiactivos al Radio 226 ( $Ra^{226}$ ) y al Radón 222 ( $Rn^{222}$ ) que por ser un gas está permanentemente emanando de

la corteza terrestre y de los materiales de construcción de nuestros hogares y edificios.

Para tener una idea de los niveles de concentración presentes del Uranio en la naturaleza, debemos decir que está presente en **TODOS** los suelos y rocas del planeta con un promedio de 3 ppm (partes por millón), considerándose una "anomalía" uranífera concentraciones del orden de 200 a 300 ppm y en calidad de "yacimientos" entre 500 a 1000 ppm, teniendo en cuenta que un mineral de Uranio considerado grande, tiene aproximadamente del orden de 1 kg de U por tonelada de mineral, siendo su composición natural:  $U^{238}$  en un 99.28%,  $U^{234}$  en un 0.0058%,  $U^{235}$  en un 0.71% y una pequeña concentración de  $U^{230}$  considerando que todos los isótopos del Uranio son radioactivos en forma NATURAL. Por otra parte, tenemos que en el caso del agua de mar, potencialmente se tienen del orden de 5 toneladas de Uranio por milla cúbica.

Un detalle importante de destacar, es que el isótopo utilizado para los reactores nucleares en la FISION nuclear, es el  $U^{235}$  por lo que no es fácil su obtención dada la pequeña concentración en que se encuentra en el Uranio natural y que requiere una serie de procesos para su "enriquecimiento" es decir aumentar su concentración.

Otro elemento radiactivo natural importante, es el Potasio 40 ( $K^{40}$ ) el que está en una proporción de aproximadamente un 0.012% del Potasio 39 estable y que se requiere para nuestro metabolismo, es decir lo incorporamos de preferencia al consumir plátanos, lentejas y productos marinos. Podemos decir entonces que el Potasio 40 (isótopo radiactivo) es prácticamente omnipresente, ya que se encuentra en casi todos los alimentos, el agua, en los suelos y en nuestro organismo.

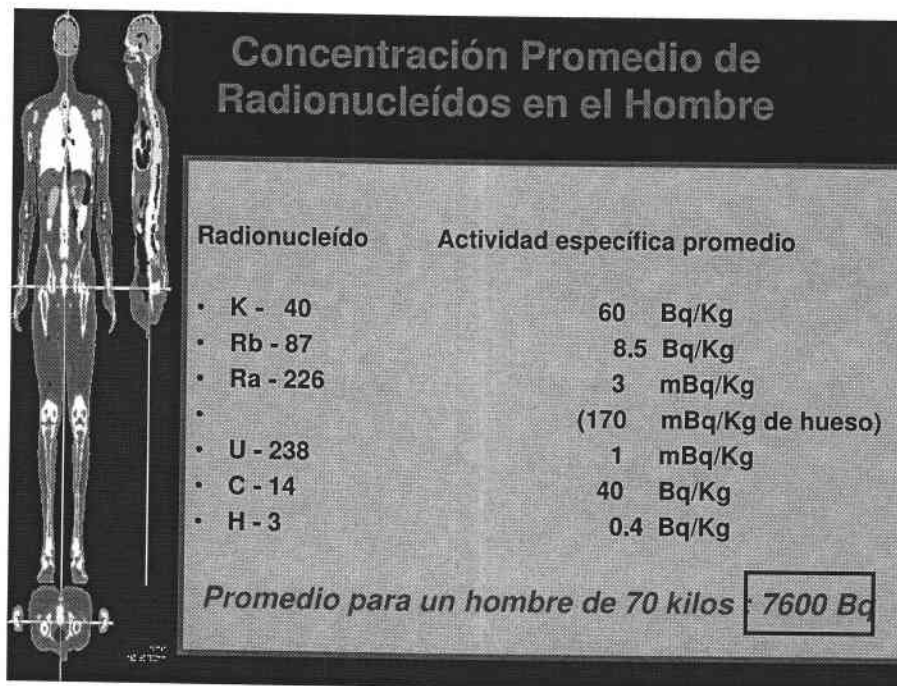
Otras exposiciones domésticas a la radiación natural son: el cigarrillo, que tiene Polonio 210 ( $Po^{210}$ ) y Plomo 210 ( $Pb^{210}$ ) que son elementos volátiles a temperatura de quemado y que son de alto riesgo por ser emisores Alfa y de gran energía; las aguas termales con toda la serie del Uranio y Torio especialmente en los baños de barro; las cenizas de las erupciones volcánicas y el vivir en ciertas zonas del mundo cuyos suelos tienen una mayor concentración de elementos radiactivos naturales como la ciudad de Kerala en la India con dosis promedio 9 veces más altas que el resto.

### Zonas con alta actividad (Bq/kg) por radionucleídos primordiales

Pais/región	Ra-226	Ra-228	Ra-224
• India/Kerala	7.8-1520	3.3-221	51.8-1032.3
• Brasil/Morro do Ferro	-	-	2183-41181
• Araxá	703-42400	-	-
• Francia/Ambazac	950-8860	-	-
• Irán/Ramsar	740-37000	-	-
• Nueva Zelanda/Niue	6920-12400	-	-

Por lo tanto, al respirar el aire que tenemos y alimentarnos de los vegetales que se cultivan en la tierra y los animales, inevitablemente tenemos una **radiación interna** proveniente de los elementos radiactivos que se fijan y permanecen en nuestro organismo como Potasio 40, Radio 226, Carbono14, Rubidio 87, Tritio (H3) y Uranio 238.

Por esta razón, inevitablemente tenemos elementos radiactivos en nuestro organismo lo que nos entrega una dosis interna. Se estima que para un hombre de 70 kilos tiene una actividad de 7600 Bq (Becquerel o desintegraciones por segundo que representan la "cantidad" de material radioactivo presente), por lo que ésta dependerá del peso de la persona. De esta manera, podemos decir que cada individuo habitante de este planeta es una pequeña "fuente" radioactiva móvil.



En resumen, dependiendo de la latitud, altitud y composición del terreno donde se realice la medición, podemos encontrar diferentes niveles de **Radiación Natural** los que forman el “background” o “radiación de fondo” que es particular para cada zona.

La importancia de conocer los niveles de radiación natural, es que ésta al ser permanente, representa más del 80% de la dosis promedio anual a la población mundial con **2.4 mSv/año** y un rango que varía entre 1 y 5 mSv/año con un máximo mayor a 100 mSv en zonas específicas del planeta, con altísimas concentraciones de elementos radiactivos naturales.

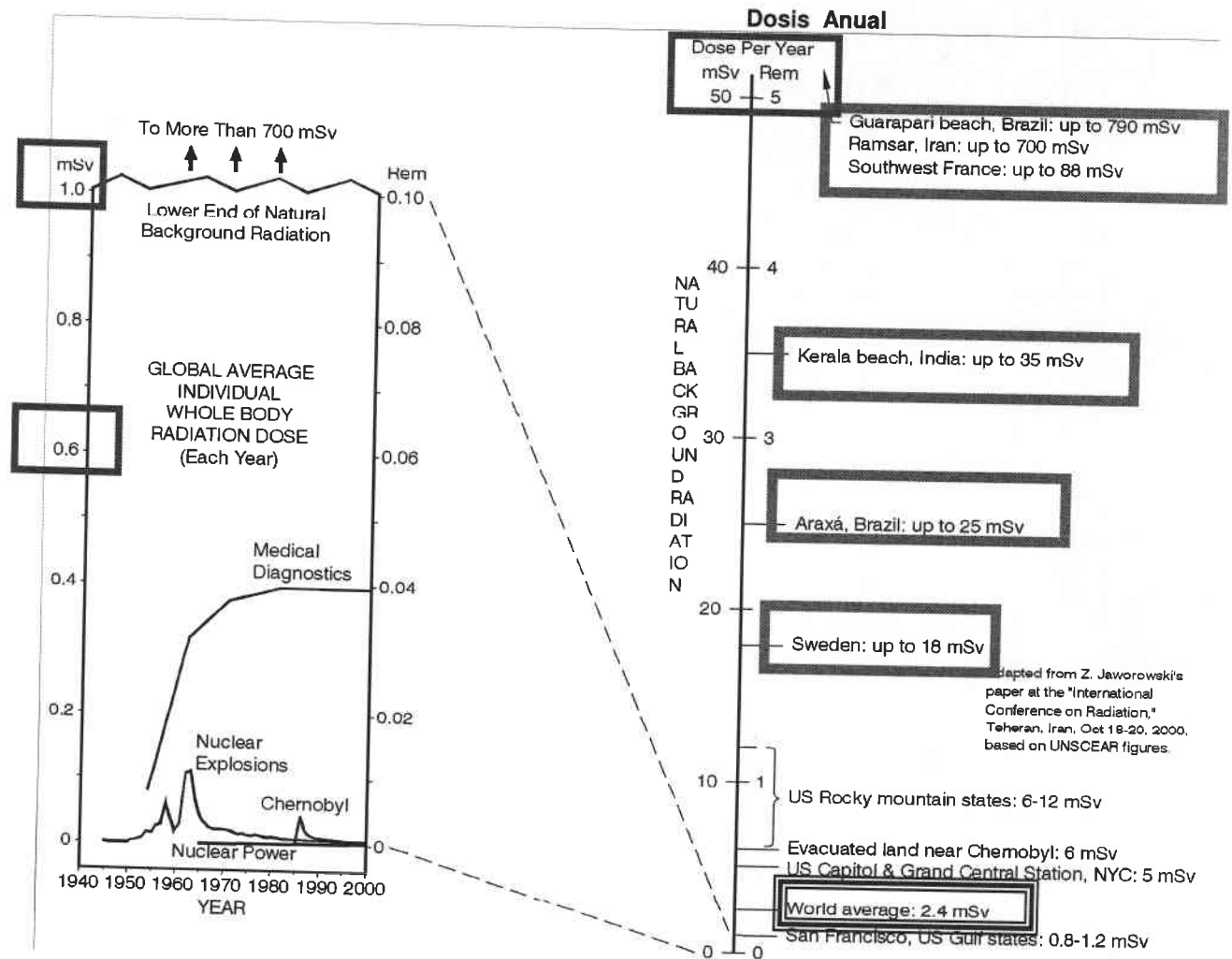
**Desde ese punto de vista, es necesario destacar que nuestro organismo no discrimina entre radiación “natural” y radiación “artificial” ya que en ambos casos se refiere a transferencia de “energía”.**

Se ha estimado que la suma de la dosis anual promedio natural a la población mundial **más** todas las actividades antropogénicas es decir generadas por el hombre (aplicaciones en medicina, industriales, explosiones nucleares, accidentes) es de **2.5 mSv/año**, demostrando que son las fuentes naturales las que tienen la mayor influencia en la dosis anual a la población mundial.

Al respecto, es necesario señalar que el desconocimiento de estos hechos por la población, es lo que habitualmente genera una gran aprehensión frente al tema de las **radiaciones ionizantes** y especialmente cuando nos referimos a ellas como energía atómica o energía nuclear pensando en que son radiaciones de distinta naturaleza.



En la siguiente tabla se hace una comparación entre Fuentes Antropogénicas o Artificiales (columna Izquierda) con valores en color rojo y en la columna derecha las Fuentes naturales con valores en color azul, con lugares específicos dentro del planeta que presentan una gran dosis al público. La unidad mSv (miliSievert) es la unidad para expresar la dosis efectiva, es decir considera el daño biológico que puede producir la radiación.



\* Como referencia, nuestra legislación establece como valores límites de dosis por radiaciones ionizantes los de 50 mSv/año para los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos y de 5 mSv/año para el público.