

## Centrales Nucleares: Diario de una amenaza, diario de una ofuscación

(O como hacer el ridículo hablando sobre radiactividad)

Ferran Tarrasa

Doctor Ingeniero Nuclear

### Introducción

El pasado 30 de noviembre de 2004, Telecinco emitió el “documental” titulado «*Diario de una amenaza: Centrales nucleares*», presentado por Mercedes Milá. Anunciado como un reportaje de investigación, el programa fue un furibundo e irracional ataque a las centrales nucleares en general y, en particular, a las centrales nucleares españolas de Almaraz y Garoña.

Entre otras cosas, basándose en hechos erróneos, distorsionados o, sencillamente, falsos, el programa trató de mostrar a la C. N. Almaraz como un gran inductor de cánceres, enfermedades hereditarias y malformaciones congénitas en algunas de las poblaciones de la comarca de la Vera cercanas a la C. N. Almaraz.

Desmontar punto por punto todas las insensateces que se vertieron en el programa llevaría mucho tiempo; además, tanto el *Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)*, como las centrales de Almaraz y Garoña ya han emitido comunicados oficiales denunciando la desinformación vertida por el reportaje. Es por ello que este texto sólo se centrará en uno de los aspectos principales sobre el cual descansaba una de las tesis fundamentales del reportaje: Las medidas de radiación ambiental realizadas por *Greenpeace*, por encargo del programa “*Diario de...*”, que, supuestamente, demostraban que las tasas de dosis ambiental en la zona cercana a Almaraz llegaban a ser más del doble de lo que permite la legislación actual.

### Unidades dosimétricas y límites legales de dosis

En España, los límites de dosis para el público y para los trabajadores profesionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes están fijados por el Real Decreto 783/2001, por el que se aprueba el “*Reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes*”, (a partir de ahora “*RPSCRI*”). Este reglamento transpone las directivas 80/836 y 84/467 de *EURATOM*, de obligado cumplimiento para los Estados miembros de la Unión Europea y deroga al antiguo Reglamento vigente desde 1992, (Real Decreto 53/1992).

No obstante, antes de enunciar los límites contenidos en el *RPSCRI* será imprescindible dar un repaso a las unidades mediante las cuales se cuantifica la dosis de radiación y se tienen en cuenta sus efectos biológicos en los tejidos u organismos.

#### Dosis absorbida (D)

Es la energía absorbida por unidad de masa  $D = dE / dm$ , siendo  $dE$  la energía impartida o depositada por la radiación ionizante considerada en un elemento de volumen y  $dm$  la masa de materia de dicho volumen. En el Sistema Internacional, la unidad de dosis absorbida es el *Gray (Gy)*, que se corresponde con una deposición de energía de 1 Julio por kilogramo, (1 J / kg). Una unidad de dosis absorbida ya obsoleta, pero que aun se utiliza con cierta frecuencia es el *rad*, que equivale la deposición de 1 ergio por gramo; con lo que se tiene la equivalencia  $1 Gy = 100 rad$ .

#### Dosis equivalente (H<sub>T</sub>)

Cuando se desea cuantificar el efecto biológico de una cierta dosis de radiación debe tenerse presente la naturaleza de dicha radiación. El daño a escala celular depende de lo que se conoce como *Transferencia lineal de energía (L)* de la radiación, esto es la cantidad de energía perdida por una partícula energética por unidad de recorrido. Una radiación con una alta transferencia lineal de energía, al interactuar con un medio material, cederá toda su energía en un volumen más pequeño y esto, desde el punto de vista de daño biológico, tiene consecuencias más graves que si la energía se distribuyera en un volumen mayor.

Es por ello que la dosis absorbida se modifica con un factor adimensional conocido como *Factor de ponderación de la radiación (w<sub>R</sub>)*, que depende del tipo de radiación, [la Tabla 1 muestra los valores de este factor para distintas radiaciones]. Con todo lo dicho, la dosis equivalente en un tejido *T*, depositada por la radiación *R*, puede expresarse como  $H_{T,R} = w_R D_{T,R}$ ; donde  $w_R$  es el mencionado factor de ponderación de la radiación y  $D_{T,R}$  es la dosis absorbida por el tejido *T* (magnitud definida anteriormente) a consecuencia de la radiación *R*.

Si existe un campo de radiación no homogéneo, esto es, un campo en el cual están presentes varios tipos de radiaciones, de distinta naturaleza o energía, con distintos valores de  $w_R$  y de  $D_{T,R}$ , la dosis equivalente total en el tejido *T* será la suma de las diferentes contribuciones, es decir  $H_T = \sum w_R D_{T,R}$ , para todo *R*.

En el Sistema Internacional, la unidad de dosis equivalente es el *Sievert* (*Sv*), que, al igual que el *Gy*, también se corresponde con una deposición de energía de 1 Julio por kilogramo, (1 J / kg). Una unidad de dosis equivalente obsoleta, pero que aun se utiliza con cierta frecuencia es el *rem*, que, al igual que el *rad*, equivale una deposición de 1 ergio por gramo; con lo que se tiene la equivalencia  $1 Sv = 100 rem$ .

Vemos pues que aunque, físicamente, las unidades de *Gy* y *Sv* puedan parecer iguales, ya que equivalen a 1 J / kg, el concepto de *Sievert* incorpora los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y, es por ello, que el *Sievert* es la unidad empleada en radioprotección.

Tipo y rango de energía	Factor de ponderación de la radiación $w_R$
Fotones, todas las energías	1
Electrones y muones, todas las energías	1
Neutrones, energía < 10 keV	5
> 10 keV a 100 keV	10
> 100 keV a 2 MeV	20
> 2 MeV a 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protones, salvo los de retroceso, de energía > 2 MeV	5
Partículas alfa, fragmentos de fisión, núcleos pesados	20

**Tabla 1.** Valores del factor de ponderación de la radiación, [Fuente: RPSCRI, Real Decreto 783/2001]

#### Dosis efectiva (*E*)

Dado que la dosis equivalente tiene un valor particular para cada tejido, la irradiación heterogénea de un organismo comportará distintas dosis equivalentes en los distintos tejidos, este efecto se contempla en la definición de la dosis efectiva, que es la suma ponderada de las dosis equivalentes en los distintos tejidos y órganos irradiados,  $E = \sum w_T H_T$ , para todo tejido T irradiado; o bien  $E = \sum w_T \sum w_R D_{T,R}$ , para toda radiación R y todo tejido T irradiado. La dosis efectiva, al igual que la dosis equivalente, se mide en *Sieverts* (*Sv*). Como curiosidad, los valores del factor de ponderación tisular de los tejidos,  $w_T$ , se exponen en la Tabla 2.

Tejido u órgano	Factor de ponderación de los tejidos $w_T$
Gónadas	0,20
Médula ósea (roja)	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Vejiga	0,05
Mama	0,05
Hígado	0,05
Esófago	0,05
Tiroides	0,05
Piel	0,01
Superficie de los huesos	0,01
Resto del organismo	0,05

**Tabla 2.** Valores del factor de ponderación de los tejidos, [Fuente: RPSCRI, Real Decreto 783/2001]

Existen muchos otros conceptos en radioprotección que serían interesantes de presentar, pero los conceptos expuestos aquí son suficientes para comprender lo que sigue a continuación.

#### Límites de dosis

Tras este repaso algo técnico, aunque no exhaustivo, de las unidades básicas empleadas en radioprotección, ha llegado el momento de presentar los límites del *RPSCRI*. En el mencionado reglamento se establecen límites distintos para los trabajadores profesionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes y para los miembros del público.

Para los trabajadores profesionalmente expuestos, el límite de *dosis efectiva* es de 100 mSv durante todo un período de 5 años oficiales consecutivos; sin que pueda excederse una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier período de

12 meses consecutivos. Por lo tanto, un valor de referencia a retener como orden de magnitud sería un valor medio de *dosis efectiva* de 20 mSv al año.

Para los miembros del público, el límite de *dosis efectiva* será de 1 mSv por año. No obstante, en circunstancias especiales, el Consejo de Seguridad Nuclear podrá autorizar un valor de dosis efectiva más elevado en un único año oficial, siempre que el promedio durante 5 años consecutivos no supere el valor de 1 mSv al año.

Es muy importante señalar que todos estos límites no incluyen las dosis debidas al fondo radiactivo natural, ni a las exposiciones debidas a exámenes o tratamientos médicos. En cualquier caso, debemos entender que la dosimetría es una disciplina compleja y determinar con precisión la dosis ambiental no es siempre fácil, debiéndose emplear instrumentos homologados y convenientemente calibrados, así como personal técnico cualificado.

#### Tipos de efectos biológicos

Se pueden distinguir dos tipos de efectos biológicos, los llamados efectos deterministas y los llamados efectos probabilistas o estocásticos. Los efectos deterministas son aquellos que presentan un umbral de dosis definido, es decir que sólo se presentarán si la dosis recibida por el tejido u organismo supera un cierto valor mínimo. Por el contrario, los efectos estocásticos son aquellos que no presentan un umbral definido y que incluso a muy pequeñas dosis tienen una ligera probabilidad de ocurrencia, siendo dicha probabilidad una función creciente con la dosis.

Pues bien, los límites contemplados en el RPSCRI son tales que eliminan completamente la probabilidad de ocurrencia de los efectos deterministas y reducen a un mínimo aceptable la probabilidad de ocurrencia de los efectos estocásticos.

#### Las medidas de radiactividad ambiental de Greenpeace

En el mencionado documental “*Diario de...*”, y después de que Mercedes Milá definiera a la radiactividad como “*algo intangible pero que deja un rastro devastador allá por donde pasa*”<sup>1</sup>, Carlos Bravo, supuesto experto de Greenpeace en centrales nucleares y energía nuclear, procedió a realizar una medidas de la radiactividad presente en las cercanías del embalse de Arrocampo, un embalse artificial que se emplea para la refrigeración de las dos unidades de la C. N. Almaraz.

Aparentemente, el Sr. Bravo medía la radiactividad ambiental con el detector que se muestra en la Figura 1, imagen que se corresponde con una captura de vídeo del programa emitido por Telecinco. Como puede observarse, se trata del detector Radalert™, el cual, de acuerdo a la información del fabricante, es un tubo Geiger LND712 capaz de detectar partículas alfa, partículas beta, radiación gamma y rayos X. Presenta un display LCD en el que muestra, o bien la tasa de dosis expresada en “*cuentas por minuto*” (*cpm*), o bien la dosis acumulada en *cuentas totales*.

¿*Cuentas por minuto*? ¿*Cuentas totales*? ¿Pero no habíamos quedado que la dosis se medía en Sv y, por tanto, la tasa de dosis se podría medir, por ejemplo, en mSv/h, o cualquier otra magnitud equivalente? ¿No habíamos expresado los límites de dosis para los trabajadores expuestos, o para el público, en mSv/año? ¿A que viene ahora una medida en *cpm*?



**Figura 1.** Detector empleado por Carlos Bravo para medir la radiactividad ambiental en las cercanías de la central nuclear de Almaraz

Bien, como cualquier otro contador Geiger, el detector Radalert™ es incapaz de discriminar o diferenciar los distintos tipos de radiaciones ionizantes que detecta, o su energía, y sólo es capaz de ir contabilizando eventos de ionización cada vez que alguna partícula o fotón ionizante atraviesa su cámara de detección. Cada uno de esos eventos

<sup>1</sup> Supongo que la Sra. Mercedes Milá desconoce por completo las aplicaciones médicas de la radiactividad y como, gracias a estos métodos médicos de diagnóstico y de tratamiento, que emplean radiaciones ionizantes, se salvan miles de vidas al año.

de ionización/detección en una *cuenta*; y la tasa de ionización podrá expresarse, por lo tanto, en *cuentas por minuto* o *cpm*. En otras palabras, la medida proporcionada por el detector Radalert™ no tiene relación ni con la energía de la radiación, ni con la naturaleza de la misma. Es por estas razones que a los detectores Geiger se les suele denominar “*contadores*”, no “*medidores*”.

Como hemos visto en el apartado de unidades dosimétricas, la dosis efectiva es una deposición de energía por unidad de masa, ponderada según los órganos afectados y según el tipo de radiación involucrada y su energía; por lo tanto, un contador Geiger como Radalert™ es la peor opción para intentar realizar una medida fiable de la tasa de dosis ambiental. Las cuentas por minuto, o las cuentas totales, que puede suministrar un detector de estas características no tienen una relación directa ni con la tasa de dosis, ni con la dosis acumulada, en un punto concreto de un campo de radiación. Este hecho es bastante trivial para cualquier persona que conozca mínimamente los principios de dosimetría o de protección radiológica, pero parece ser que el Sr. Carlos Bravo no se sitúa dentro de esta categoría. De todos modos sigamos analizando las afirmaciones vertidas en este documental...

En la Figura 2 se muestra el fotograma del documental justo antes de que el Sr. Bravo, tras explicar correctamente que el límite de dosis para el público es de  $1\text{ mSv/año}$ , indique que los valores registrados son 1,2 veces superiores a los permitidos por la normativa actualmente vigente.



**Figura 2.** Embalse de Arrocampo. Fotograma justo antes de que Carlos Bravo indique que los niveles de radiación registrados son 1,2 veces los permitidos

¿Significa esto que, con un contador Geiger como el mostrado en la figura, *Greenpeace* fue capaz de determinar in situ una dosis de  $1,2\text{ mSv/año}$ ? A estas alturas debería estar perfectamente claro que este instrumento es completamente inútil e ineficaz para realizar este tipo de mediciones y, por lo tanto, eso es imposible. El display marca *180 cuentas* (o quizá *cpm*), pero en cualquier caso la relación con el valor de  $1,2\text{ mSv/año}$  es totalmente inexistente. ¿Estaba *Greenpeace*, por lo tanto, tratando de asustar al público con datos inventados? Continuemos...

Posteriormente, el equipo de “*Diario de...*” se traslada a Talayuela, a unos 10 km de distancia de la C. N. de Almaraz. Allí, el Sr. Carlos Bravo indica que las medidas realizadas les proporcionan un valor de dosis, (debería haber dicho de tasa de dosis), de  $2,04\text{ mSv/año}$ , momento tras el cual se muestra el detector tal y como está en la Figura 3, con el display indicando una lectura de *204 cuentas* (o quizá *cpm*). En este caso, al menos, parece haber una concordancia numérica, pero si recordamos que no existe ninguna relación entre las cuentas proporcionadas por el contador Geiger y la tasa de dosis efectiva, mas bien parece un mezuquino montaje televisivo para dar credibilidad a las palabras del Sr. Bravo.



**Figura 3.** Talayuela. Fotograma mostrado justo después de que Carlos Bravo indique que la tasa de dosis medida es de  $2,04\text{ mSv/año}$  (El display indica “204”)



**Figura 4.** Talayuela. Fotograma mostrado justo antes de que Carlos Bravo indique que la tasa de dosis medida es de  $2,04\text{ mSv/año}$  (El display indica “286”)

Profundizando en lo dicho, instantes antes del fotograma de la Figura 3, las imágenes muestran fugazmente al Sr. Carlos Bravo con el detector en la mano, mostrando una lectura de 286 *cuentas* (¿o quizá *cpm*?), [ver Figura 4]. ¿En que quedamos? Si según las medidas de Radalert™ de la Figura 4, mostrando un valor de 286, la tasa de dosis podía ser de 2,86 *mSv/año*, superior a los 2,04 *mSv/año* anunciados, ¿por qué no lo dijeron?

¿No será que, como cualquier persona con unos mínimos conocimientos de dosimetría sabe, las lecturas de este detector, al ser un contador Geiger, no tienen prácticamente ninguna relación con la tasa de dosis ambiental? ¿Pero entonces de dónde sale el mencionado valor de 2,04 *mSv/año*?

A este cúmulo de despropósitos y datos engañosos se unía con gran energía la Sra. Mercedes Milá, comentando acerca del valor de 2,04 *mSv/año*: “*El doble de lo que permite la legislación. Una barbaridad*”. Posiblemente, tanto la Sra. Milá, como el Sr. Bravo, desconocen la existencia del fondo radiológico debido a la radiación natural, [si no la desconocieran deberíamos suponer que, con esas afirmaciones, están actuando de mala fe, a sabiendas de que están engañando al público], pero la radiación natural ya la trataremos en otro apartado; por el momento sigamos con las medidas de *Greenpeace*.

La última medida la realizan en Jaraíz de la Vera, a unos 16 km de distancia de la C. N. de Almaraz, donde el Sr. Carlos Bravo anuncia una tasa de dosis de 2,12 *mSv/año*, tras lo cual se muestra en pantalla el fotograma de la Figura 5.



**Figura 5.** Jaraíz de la Vera. Fotograma justo después de que Carlos Bravo indique que la tasa de dosis registrada es de 2,12 *mSv/año* (El display indica “212”)

En este último caso también tenemos una coincidencia numérica, ya que el display del contador Geiger marca 212 (aunque no se sepa 212 qué...). Podemos repetir lo mismo que ya hemos dicho anteriormente, de las lecturas de un detector Geiger no se puede inferir la tasa de dosis ambiental, ya que el detector no diferencia entre los distintos tipos de radiación y, además, es insensible a la energía de esta radiación. La coincidencia entre los 212 del display del detector y la anunciada tasa de dosis de 2,12 *mSv/año*, parece ser, más bien, un montaje televisivo engañoso para dar credibilidad a las afirmaciones del representante de *Greenpeace*, [lo contrario, suponer que, realmente, el Sr. Bravo cree que una indicación de 212 del Radalert™ se corresponde con una tasa de dosis de 2,12 *mSv/año*, sería tanto como afirmar que la ignorancia del Sr. Carlos Bravo en el campo de la medida de la radiación no tiene límites, extremo que, gracias a mi generosidad, no contemplaré].

Finalmente, como resumen, podemos indicar lo siguiente:

- Se intenta medir la tasa de dosis ambiental mediante el detector Radalert™, el cual, al ser un contador Geiger, no permite efectuar este tipo de medidas. Un contador Geiger es un instrumento bastante simple, compacto, económico, fácil de emplear y muy útil para poner de manifiesto la presencia de un campo de radiación y obtener una primera cuantificación del mismo; pero es inútil para determinar la tasa de dosis ambiental, al no dar información sobre el tipo de radiación que detecta, ni sobre la energía de la misma
- El contador Radalert™ proporciona lecturas en *cpm* y *cuentas totales*. Ninguna de estas unidades se puede relacionar con la unidad *mSv/año*, empleada para expresar los límites de dosis en el *RPSCRI*<sup>2</sup>
- Los planos del documental en los que se muestra el display del contador Geiger, indicando valores que coinciden con las supuestas medidas en *mSv/año*, (excepto por el punto decimal), son montajes televisivos, posiblemente para dar credibilidad a esas supuestas medidas

<sup>2</sup> Bajo condiciones de laboratorio bastante estrictas, empleando una sola fuente de radiación y con una geometría de detección concreta, es posible llegar a relacionar las cuentas por minuto de un contador Geiger con una tasa de dosis expresada en *mSv/h* o una unidad similar; pero, obviamente, éste no es el caso que nos ocupa

- Dado que Radalert™ no puede proporcionar las medidas de tasa de dosis ambiental que se mencionan en el programa, queda la incógnita de quién, cuándo, cómo y dónde se llevaron a cabo esas mediciones, (si es que realmente se llevaron a cabo...)

## **La radiactividad natural**

Abusando otra vez de mi generosidad, podemos asumir que los resultados de esas supuestas medidas de tasa de dosis ambiental en esas zonas son correctos. ¿Implicaría eso que la C. N. Almaraz está incumpliendo la legislación vigente? Después de todo, en el programa se indicó que las tasas de dosis medidas eran el doble de lo permitido por la legislación...

Vivimos rodeados de radiaciones ionizantes, la radiactividad ha estado presente desde el inicio del universo y, por lo tanto, desde el inicio del sistema solar y de la formación de la Tierra, ya que se trata de un fenómeno físico completamente natural. De hecho, el calor de desintegración de los distintos isótopos radiactivos presentes en la Tierra es el que ha permitido que la misma no se enfríe hasta la congelación de los océanos; por lo tanto, debemos reconocer que estamos vivos gracias a la radiactividad. Asimismo, las variaciones que las radiaciones ionizantes de origen natural pueden producir en los seres vivos son uno de los motores de la evolución biológica, así que, si estamos aquí y hemos llegado a tener conciencia de nosotros mismos, en parte, también es gracias a la radiactividad.

Por supuesto, eso no quiere decir que cualquier dosis de radiación sea beneficiosa para nosotros, al contrario, como en muchas otras circunstancias, un exceso de algo bueno puede ser malo y eso es lo que pasa con la radiactividad y las radiaciones ionizantes. Obviamente, es por ello que se regulan y limitan las exposiciones de acuerdo al *RPSCRI*, a fin de evitar estos potenciales daños.

Este fondo de radiactividad natural está presente miremos donde miremos: del espacio exterior, de los materiales de la corteza terrestre o de los materiales con los que fabricamos nuestras casas, del aire, del agua, de la comida e incluso de nuestros propio cuerpos, los cuales, en cierta medida, también son radiactivos. Todas estas contribuciones pueden agruparse en dos grandes grupos: las que producen una *irradiación externa* y las que producen una *irradiación interna*. En el primer grupo tendríamos las contribuciones de los rayos cósmicos y la radiación gamma terrestre; mientras que en el segundo grupo tendríamos los efectos debidos a la inhalación e ingestión de distintos radionúclidos.

### **Irradiación externa**

#### **Rayos cósmicos**

Los rayos cósmicos tienen su origen en el espacio exterior, consisten principalmente en protones y partículas alfa de alta energía, acelerados por el campo magnético galáctico o emitidos por el Sol en fulguraciones o protuberancias solares. Cuando este flujo de partículas energéticas, los *rayos cósmicos primarios*, interactúa con la parte superior de la atmósfera terrestre tiene lugar toda una serie de reacciones nucleares en cascada, las cuales dan lugar a un gran número de partículas elementales energéticas que llegarán hasta el nivel del mar, los llamados *rayos cósmicos secundarios*, así como a otros elementos radiactivos, (*núcleos cosmogénicos*), como el carbono-14, que incorporamos a nuestro organismo. De acuerdo al último informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para estudiar los Efectos de las Radiaciones Atómicas, (*UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*), el valor medio de la dosis efectiva anual para la población mundial, debida a la contribución de los rayos cósmicos, es de **0,4 mSv**.

#### **Radiación gamma terrestre**

Esta radiación tiene su origen en los radionúclidos primordiales, aquellos que por su largo período de semi-desintegración, están presentes en la Tierra desde su misma formación y no han decaído lo suficiente como para desaparecer. Entre estos radionúclidos encontramos al uranio-238, al torio-232 y a todos sus descendientes, así como al potasio-40, (del cual nuestro cuerpo también tiene una cierta cantidad) y al rubidio-87. El valor medio de la dosis efectiva anual para la población mundial, debida a la radiación gamma terrestre, es de **0,5 mSv**.

### **Irradiación interna**

#### **Inhalación**

El radón-222, (un gas radiactivo descendiente del uranio-238), y sus descendientes de vida corta (polonio-218, plomo-214, bismuto-214 y polonio-214) son los máximos contribuyentes a la dosis efectiva anual debida a fuentes naturales; mientras que una contribución menor se debe al gas radón-220 (descendiente del torio-232) y a sus descendientes. Estos descendientes pueden fijarse en las paredes de los bronquios y los pulmones, emitiendo

allí las radiaciones ionizantes que emiten durante su decaimiento o desintegración. La dosis efectiva media mundial debida a la inhalación es de **1,3 mSv**.

### Ingestión

La mayoría de la dosis debida al contenido radiactivo natural del agua y la comida se debe a los radionúclidos polonio-210, radio-226 y uranio-238, entre otros. La dosis efectiva anual media, en este caso, es de **0,3 mSv** al año.

<i>Fuente</i>	<i>Dosis efectiva anual media en mSv</i>
<b><i>Irradiación externa</i></b>	
<i>Rayos cósmicos</i>	0,4
<i>Rayos gamma terrestres</i>	0,5
<b><i>Irradiación interna</i></b>	
<i>Inhalación (principalmente radón)</i>	1,2
<i>Ingestión</i>	0,3
<b><i>Total</i></b>	<b>2,4</b>

**Tabla 3.** Valores medios de la dosis efectiva anual en mSv, [Fuente: UNSCEAR 2000]

Todos estos valores se resumen en la Tabla 3, en donde con un poco de aritmética se llega a un valor total de dosis efectiva media de **2,4 mSv/año**. Esto nos debería hacer reflexionar un poco... ¡2,4 mSv/año! ¿No dijo el Sr. Bravo que la dosis medida en Talayuela era de 2,04 mSv/año, el doble de lo que permite la legislación? Y justo después, ¿no dijo la Sra. Mercedes Milá toda indignada “El doble de lo que permite la legislación. Una barbaridad”? Pues es lo que pasa cuando alguien habla de lo que desconoce, ya que los límites de dosis del *RPSCRI*, (como el famoso valor de 1 mSv/año para el público), no incluyen las dosis debidas al fondo radiactivo natural, ni a las exposiciones debidas a exámenes o tratamientos médicos, (en donde se suministran dosis aun mucho más elevadas que las debidas a la radiactividad natural). Pues sí, resulta que el Sr. Carlos Bravo estaba midiendo básicamente la radiactividad natural, nada más...<sup>3</sup>

En cualquier caso, alguien podría argumentar que el fondo radiactivo natural en la comarca de la Vera pudiera ser bastante más bajo que la media y que los mencionados valores de algo más de 2 mSv/año pudieran tener una contribución de más de 1 mSv/año debido a la C. N. Almaraz. Eso sí que resultaría en un incumplimiento de la legislación vigente. Pero tampoco es el caso... Antes de la construcción de cualquier central nuclear, se lleva a cabo una completa caracterización del emplazamiento y de sus alrededores, incluyendo el fondo radiactivo ambiental, precisamente para comparar los valores de la dosis ambiental antes y después de que la central entre en operación y, así, poner de manifiesto cualquier incremento anómalo en este fondo. Como vamos a ver existen distintas redes de medida de la radiactividad, independientes entre sí, mediante las cuales podría ponerse de manifiesto cualquier incremento significativo.

### Las redes de estaciones de medida

El *Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)*, máxima autoridad en materia de protección radiológica y seguridad nuclear en España, dispone de la *Red de Vigilancia Radiológica Ambiental (REVIRA)* para controlar los niveles de radiación en las proximidades de las instalaciones radiactivas o nucleares.

La red *REVIRA* está compuesta de tres sistemas o redes de vigilancia diferenciados:

- La *Red de Estaciones de Muestreo (REM)*, donde se analiza el contenido radiactivo de diferentes muestras de agua, suelos, materias orgánicas, etc...,
- la *Red de Estaciones Automáticas (REA)* donde se mide en continuo la radiactividad de la atmósfera y,
- los *Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA)*. Estos programas de vigilancia se realizan alrededor de todas las instalaciones nucleares y alrededor de las instalaciones radiactivas relacionadas con el ciclo de combustible nuclear. Son los propios titulares de las centrales, o de las instalaciones radiactivas que se traten, los que deben llevar a cabo esta vigilancia mientras que el CSN impone sus controles y supervisiones independientes para verificar que se están llevando a cabo de la forma correcta. En algunas comunidades autónomas el control y supervisión de los *PVRA* están encomendados a la autoridad autonómica y ésta debe transmitir todos los datos al CSN.

<sup>3</sup> Aunque realmente, tal y como hemos dicho, no queda claro cómo determinó los valores de tasa de dosis anual que se mencionaron en el programa, ya que el contador Geiger que utilizó en el programa es completamente inútil para este propósito.

En la página web del CSN se pueden consultar los valores de tasa de dosis medidos por la *Red de Estaciones de Muestreo*, los cuales se actualizan con periodicidad diaria y, asimismo, emite informes periódicos con los resultados de las medidas de todas las estaciones.

Por su parte, la *Dirección General de Protección Civil* mantiene otra red de estaciones de medida de la radiactividad ambiental, es la *Red de Alerta de la Radiactividad (RAR)*.

Estas redes fueron capaces de detectar incrementos en el fondo de radiación ambiental a consecuencia del lejano accidente de la central nuclear de Chernóbil, pero jamás se ha observado un incremento anómalo de este fondo atribuible a las centrales nucleares españolas o a cualquiera de las instalaciones relacionadas con el ciclo de combustible nuclear. En otras palabras, nunca ha existido un riesgo por exposición a las radiaciones ionizantes, para los trabajadores o para el público en general, debido a la operación de las centrales nucleares españolas.

### **Recapitulación**

El programa «*Diario de una amenaza: Centrales nucleares*», presentado por Mercedes Milá, y dedicado a las centrales nucleares españolas fue un irracional ejercicio de demonización de la energía nuclear, basado en datos erróneos o distorsionados, cuyo único y partidista objetivo parecía ser, no informar al público, sino aterrorizarlo mediante una serie de absurdas afirmaciones acerca de los supuestos efectos que las centrales nucleares españolas tiene en la población de su entorno.

La información necesaria para desmontar esas ridículas afirmaciones: mínimos conocimientos de protección radiológica, datos sobre la radiación natural, datos sobre las medidas de las redes de vigilancia, etc... son accesibles para cualquier persona en nuestra era de conocimiento digital, por lo que un mínimo chequeo del guión del documental por parte de alguno de los responsables del mismo hubiera puesto de manifiesto la insensatez de la mayoría de las afirmaciones vertidas en el programa.

Básicamente se me ocurren dos opciones para que eso no sucediera: *¿Ignorancia abrumadora o mala fe?*, sinceramente no se con cual quedarme...