



Niveles letales de radiación en Fukushima

Mediciones de niveles de radiación en Fukushima reportan dosis de 10 Sievert/hora. Se trata de dosis muy nocivas a la salud de quienes las recibieron. Los efectos biológicos son dramáticos. Probablemente no haya información oficial pero los trabajadores irradiados serán dañados.

Elevadísima dosis de radiación

El 2 de agosto, la compañía Tokyo Electric Power (TEPCO), operadora de la accidentada central nuclear de Fukushima, detectó niveles de radiación de 10 mil milisieverts, lo que sería letal para un ser vivo en la región (Agencias en Tokio, en La Crónica, 3 ago 2011).

Autoridades indicaron que los niveles de radiación se midieron en los reactores 1 y 2, dijo el portavoz de TEPCO, Naoki Tsunoda. La radiación fue encontrada en la parte inferior de una torre de ventilación.

La compañía eléctrica de inmediato acordonó la zona e investiga la causa de la alta radiación y como afectará el trabajo de recuperación en la planta, dijo Tsunoda.

Los niveles de radiación, 10 mil milisievert por hora, son tan altos, que una sola dosis de 60 minutos podría ser fatal para los seres humanos en cuestión de una o dos semanas.

TEPCO restringió el acceso al área con alta radiación, si bien se apresuró a subyugar que el personal que detectó los niveles de radiatividad no ha estado expuestos a más de 4 milisieverts (sic, já).

La empresa japonesa explicó que estos altos índices de radiación hallados en los reactores es porque sus conductos son utilizados para ventilar el aire del interior del reactor 1 que

contiene sustancias tóxicas, según informó la cadena NHK.

Efectos mortales por dosis agudas

Los niveles de radiación reportados por TEPCO implican dosis equivalentes agudas, es decir, extremas. La exposición al campo de radiación produce irradiación externa a cuerpo entero. 10 mil milliSieverts/hora (mSv/h) quiere decir 10 Sievert/hora (Sv/h) (en las unidades anteriores, 1 Sv=100 rem, 10 Sv=1,000 rem).

Esos niveles de radiación, expresados en **dosis absorbida** (Gray, Gy) o **dosis equivalente** (Sievert, Sv), rebasarían las estimaciones para la ocurrencia de daño inmediato y severo en las personas irradiadas.

Se trata de efectos deterministas, también conocidos como somáticos, que se presentan en el individuo irradiado produciendo diversos síndromes e, incluso, la muerte.

Las unidades en que se reportan los niveles de radiación y dosis deben precisarse. La "exposición" se mide en Coulomb/kg (C/kg), antes en Roentgen (R). La dosis absorbida (en materiales) se expresa en Gray (Gy), antes en *rad*. La dosis absorbida (en órganos o tejidos) o dosis equivalente, en Sievert (Sv), antes en *rem*.

Importa la tasa, de exposición o dosis, que incluye una unidad de tiempo, es decir,

2011, *elektron 11 (220) 2*, FTE de México C/kg/s, Gy/h, Sv/h. Según su tipo, las radiaciones tienen un factor de calidad (ponderación). Para el caso de la radiación gamma, es factor es la unidad. En este caso, la estimación de la dosis absorbida, y la dosis equivalente, son prácticamente del mismo valor. Esto implicaría que 1 Gy = 1 Sv, 10 Sv = 10 Gy.

Se han hecho varias estimaciones de la secuencia de daños producida por diversas dosis recibidas por las personas, tanto en los Estados Unidos, como por otros organismos especializados internacionales.

El tema es complejo. A continuación se indica una tabla que resume algunos eventos.

Efectos generales de las radiaciones sobre el ser humano

Dosis	Efecto
0 mSv-250 mSv	Ninguna lesión detectable.
0.5 Sv (500 mSv)	Posibles alteraciones de la sangre, pero ninguna lesión grave. Ningún otro efecto detectable.
1 Sv	Náuseas y fatiga con posibles vómitos. Alteraciones sanguíneas marcadas con restablecimiento diferido. Probable acortamiento de la vida. Ninguna incapacitación.
2 Sv	Náuseas y vómitos en las primeras veinticuatro horas. A continuación un periodo latente de una semana, caída del cabello, pérdida del apetito, debilidad general y otros síntomas como irritación de garganta y diarrea. Posible fallecimiento al cabo de dos a seis semanas de una pequeña fracción de los individuos irradiados. Restablecimiento probable de no existir complicaciones a causa de poca salud anterior o infecciones. Posible incapacitación.
4 Sv	Náuseas y vómitos al cabo de una a dos horas. Tras un periodo latente de una semana, caída del cabello, pérdida del apetito y debilidad general con fiebre. Inflamación grave de boca y garganta en la tercera semana. Síntomas tales como palidez, diarrea, epistaxis y rápida atenuación hacia la cuarta semana. Algunas defunciones a las dos a seis semanas. Mortalidad probable del cincuenta por ciento.
6 Sv	Náuseas y vómitos al cabo de una a dos horas. Corto periodo latente a partir de la náusea inicial. Diarrea, vómitos, inflamación de boca y garganta hacia el final de la primera semana. Fiebre y rápida extenuación y fallecimiento incluso en la segunda semana. Fallecimiento probable de todos los individuos irradiados.

Los niveles reportados por TEPCO, en algunos lugares de la central nuclear siniestrada, es decir, 10 Sv/h, no solo rebasan cualquier límite recomendado o autorizado, a nivel internacional o nacional, se trata de dosis agudas recibidas en un tiempo muy breve, así hayan sido segundos. Falta, sin embargo, conocer el tiempo de exposición, y la distancia a la cual fue medido el campo de radiación. Aún suponiendo que hayan sido 10 segundos, la dosis recibida sería de 30 mSv/s, más del límite recomendado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), en su Publicación 103

(2007), para trabajadores ocupacionalmente expuestos, en 1 año (20 mSv/año).

Las consecuencias podrían ser graves para los trabajadores que hayan medido esos niveles de radiación, mismos que recibieron dosis suficientes para producir daños biológicos a las células y sus componentes, aún SIN que haya síndrome de radiación.

Tipos generales de efectos biológicos

En general, los efectos biológicos pueden ser de dos tipos:

- **Probabilísticos** o estocásticos. Son aquéllos para los que no existe una dosis umbral a partir del cual aparezcan de manera segura, sino que se rijan por un fenómeno probabilístico; es decir, a mayor exposición mayor probabilidad de que aparezcan. Algunos tipos son: tumores y mutaciones genéticas.
- **Deterministas.** Se rigen por la existencia de una dosis umbral a partir de la cual se manifestarán, con mayor o menor gravedad en función de la magnitud en que se haya sobrepasado esa dosis límite. Ejemplos son: esterilidad, cataratas, radiodermatitis, disminución en la producción de células sanguíneas.

En el presente caso, debido a la alta dosis de radiación, se estaría frente a la posible aparición de efectos deterministas, cuya

2011, *elektron* 11 (220) 3, FTE de México manifestación es somática, y se presenta en el individuo irradiado. Estos efectos producen reacciones tisulares nocivas, debidas principalmente a la muerte o defectos en el funcionamiento de las células tras dosis elevadas.

Según la Comisión Nacional Reguladora de los Estados Unidos de América (USNRC) los signos iniciales y síntomas del síndrome de radiación aguda son: náuseas, vómito, fatiga y pérdida de apetito. Abajo de 150 rad (1.5 Gy ó 1.5 Sv), estos síntomas, que no son diferentes de los producidos por una infección viral común, pueden ser solo una indicación de la exposición a la radiación.

Conforme se incrementa la dosis arriba de 1.5 Sv se puede empezar a manifestar alguno de los síndromes de radiación, dependiendo del nivel de dosis.

Existen tres tipos de síndrome orgánico total: hematopoyético, gastrointestinal y del sistema nervioso central.

Síndromes por irradiación aguda

Síndrome	Organos afectados	Sensibilidad
Hematopoyético	Organos formadores de sangre	Altamente sensible
Gastrointestinal	Sistema gastrointestinal	Muy sensible
Sistema nervioso central	Cerebro y músculos	Menos sensible

Dosis y fases de los síndromes

Cuando se irradia el organismo entero a altos valores de dosis y en un corto periodo de tiempo (exposición aguda), el efecto que se puede producir es muy grave. Los síndromes presentan diversas fases que dependen del nivel de las dosis recibidas.

Síndrome HEMATOPOYÉTICO. Se produce con dosis de 1-10 Gy. Hay varias fases:

- fase prodrómica: en pocas horas aparición de vómitos, náuseas y diarreas.
- fase latente: desaparición de síntomas durante varios días (según dosis recibida).
- fase de enfermedad hematopoyética: a partir de la 3ª semana aparece leucopenia y plaquetopenia marcadas, inmunidad deprimida con aparición de infecciones

graves, hemorragias. Si se han recibido dosis inferiores a 3 Gy y un tratamiento adecuado se puede iniciar la recuperación a partir de la 5ª semana.

Síndrome GASTROINTESTINAL. Su intervalo de dosis se sitúa por encima de 5 Gy y la Dosis Letal 100% para el hombre está situada entre 6 y 10 Gy.

- fase prodrómica: en pocas horas aparición de vómitos, náuseas y diarreas.
- fase latente: desaparición de síntomas desde el 2º al 5º día post-irradiación.
- fase de enfermedad gastrointestinal: vuelven a aparecer los vómitos, náuseas, diarreas con fiebre, con lesión del tramo gastrointestinal. El intestino delgado pierde su mucosa, apareciendo un cuadro de mala absorción con pérdida de líquidos, proteínas y electrolitos por vía

2011, *elektron 11 (220) 4*, FTE de México

digestiva, con la consiguiente deshidratación y hemorragias intestinales. Se favorece un estado de infección generalizada, si hay un estado de leucopenia.

Síndrome del SISTEMA NERVIOSO

CENTRAL. Se produce a dosis superiores a 50 Gy, aunque este sistema se puede afectar con dosis superiores a 20 Gy.

- fase prodrómica: ocurre rápidamente y su duración es, a veces, de minutos. Hay náuseas, vómitos, síntomas psíquicos, confusión, irritabilidad, síntomas neurológicos como disminución de conciencia, sensación de quemadura en la piel, etc.

- fase latente: dura escasas horas, con una mejoría aparente de los síntomas.
- fase de enfermedad neurológica: A las 4-6 horas de irradiación aparición de sintomatología neurológica, convulsiones, ataxia, grados progresivos de coma, para sobrevenir la muerte, a los 2-3 días post-exposición. La causa de la muerte es un cuadro de hipertensión endocraneal muy fuerte, con edema cerebral, hemorragias y meningitis aséptica, por afectación vascular.

Un resumen de la respuesta biológica a las altas dosis de radiación, según la NRC de los Estados Unidos, es la siguiente:

Respuesta biológica a las dosis de radiación ionizante

Dosis	Efectos
< 5 rad	No observación de efectos inmediatos
~5 – 50 rad	Ligeros cambios en la sangre que pueden ser detectados mediante evaluaciones médicas
~ 50 – 150 rad	Ligeros cambios en la sangre y síntomas de náuseas, fatiga, vómito, etc.
~ 150 – 1,100 rad	Cambios severos en la sangre y síntomas inmediatos. Aproximadamente 2 semanas después, alguno de los expuestos pueden morir. Alrededor de 300 a 500 rads y sin atención médica intensiva, la mitad de las personas expuestas morirá. El deceso se debe a la destrucción de los órganos formadores de sangre. Sin glóbulos blancos la infección es probable. Al nivel más bajo del rango de dosis, el aislamiento, antibióticos y transfusiones pueden proporcionar a la médula ósea tiempo para regenerar nuevos glóbulos y la recuperación completa es posible. En el límite superior del rango de dosis, puede requerirse un trasplante de médula ósea para producir nuevos glóbulos.
~ 1,100 – 2,000 rad	La probabilidad de muerte aumenta al 100% en una o dos semanas. Pocos días después, la evolución se hace muy mala y muy rápida, por la destrucción del sistema gastrointestinal. Una vez que este sistema cesa su función, nada puede hacerse, el cuidado médico es solamente de consuelo.
> 2,000 rad	La muerte es segura. A dosis arriba de 5,000 rad el sistema nervioso central (cerebro y músculos) no puede controlar más las funciones del cuerpo, incluyendo la circulación de la sangre. Todo ocurre muy rápidamente. Nada se puede hacer, el cuidado médico es solamente de consuelo.

* El rad es una unidad utilizada antes de las nuevas unidades. En las actuales, la dosis absorbida (por masa de material) se expresa en Gray (Gy). 1 Gy = 100 rad, 1 rad = 100 erg/g. La medición reportada en Fukushima, de 10 Sievert (Sv), equivaldría a 10 Gy = 1,000 rad. La correspondiente tasa de dosis se expresa en la dosis por hora, minutos o segundos.

Como puede observarse, nada puede hacerse si la dosis es tan alta para destruir al sistema gastrointestinal o al sistema nervioso central. Por ello es que no siempre funcionan los trasplantes de médula ósea, señala la NRC.

En suma, la radiación afecta a las células. Altas dosis de radiación afectan a muchas células que pueden resultar en daños a los órganos o tejidos, y producen al final uno de los Síndromes Agudos de Radiación. Aún las

células más radio-resistentes, como las del cerebro, no pueden resistir la capacidad mortal de las tasas muy altas de radiación.

Crimen industrial por radiación

¿Porqué existen tales niveles de radiación en Fukushima? Ni TEPCO ni el gobierno japonés lo dicen. Es muy posible que la fusión (meltdown) del núcleo del reactor accidentado sea mayor a lo estimado. La fusión podría estar aumentando.

Entre tanto, lo ocurrido con los trabajadores que absurdamente enfrentan la emergencia en nombre del capital, es un crimen industrial.

Podría decirse que los trabajadores solamente estuvieron expuestos algunos segundos. Pero no se ha informado qué tiempo estuvieron expuestos. Aún si fueran unos pocos segundos, los suficientes para tomar la lectura en el instrumento, las dosis recibidas están arriba de los límites recomendados internacionalmente.

Pero, seguramente, no hubo una sola medición sino varias, tal vez muchas, porque la situación de la emergencia obliga a monitorear continuamente a la central, levantando los niveles de radiación. Ese trabajo podrían hacerlo muchos trabajadores, que serían irradiados (aumentando la dosis colectiva), o pocos, en cuyo caso es peor.

La gravedad no se exagera porque las dosis equivalentes recibidas por las personas tienen la característica de ser acumulativas. De “tantito” en “tantito” se llegan a recibir dosis indebidas, en condiciones de operación normal; en un accidente nuclear severo, es más probable que las dosis sean mayores.

Más serio sería si quienes hacen las mediciones son trabajadores del outsourcing, sin preparación, ni instrumentos apropiados y sin los medios adecuados de protección.

Lamentamos referirnos a una situación tan penosa por dramática aún sin que llegare a ser fatal. Empresas y gobiernos dirán que exageramos. No, procedemos con serenidad. Nada nos agradaría más, que nos demostraran

2011, elektron 11 (220) 5, FTE de México que no ha habido ninguna afectación a la salud, de ninguno de los trabajadores de Fukushima.



Trabajadores en el cuarto de control de los reactores 1 y 2, el 23 de marzo de 2011, laborando literalmente en la oscuridad

Frente de Trabajadores de la Energía,
de México