

PROTECCION RADIOLOGICA

RECOMENDACIONES SOBRE LA GESTION DE DESECHOS RADIOACTIVOS DE LA COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLOGICA

POR ROGER H. CLARKE

En la Publicación 60 figura una política de protección radiológica que la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) formuló hace poco más de un decenio. El propósito principal de esa política es normalizar adecuadamente la protección de las personas sin limitar indebidamente las prácticas beneficiosas que ocasionan exposición a las radiaciones.

Esas prácticas beneficiosas pueden generar desechos radiactivos. La *Publicación 77, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste*, contiene la política de la Comisión en relación con la disposición final de desechos radiactivos de todo tipo. Conforme a las recomendaciones de la Comisión, desecho es cualquier material que será, o ha sido eliminado por no tener otros usos. Los *desechos* incluyen efluentes líquidos y gaseosos, y también materiales sólidos como los residuos provenientes de procesos. El almacenamiento de desechos es la retención temporal de materiales de desecho. La *disposición final* consiste en eliminar los desechos sin tener la intención de recuperarlos. El término disposición final abarca la descarga de efluentes y la eliminación de desechos sólidos. Por *gestión de desechos* se entiende toda la secuencia de operaciones que comienza con la generación de desechos y termina con su disposición final.

Las estrategias para la disposición final de los desechos pueden dividirse en dos enfoques conceptuales: "diluir

y dispersar" o "concentrar y retener". Las liberaciones tempranas o aplazadas de radionucleidos al medio ambiente serían el resultado inevitable de cualquiera de esas dos estrategias y, por tanto, la ausencia de liberaciones no es un objetivo factible. Las dos estrategias se aplican de forma generalizada y no se excluyen mutuamente. La posibilidad de exposiciones elevadas debidas a sucesos negativos es una consecuencia inevitable de la decisión de concentrar los desechos en una instalación de disposición final en vez de diluirlos o dispersarlos.

El sistema de protección de la Comisión está directamente relacionado con la estrategia de "diluir y dispersar". Las exposiciones se calculan con vistas a controlar adecuadamente la fuente de exposición y se tienen en cuenta las características y los hábitos de los individuos y las poblaciones expuestas. Además, en esas situaciones es posible verificar en una gran medida, si la protección se logra midiendo las liberaciones al medio ambiente y tomando medidas en caso de emisiones inesperadas.

En el caso de la disposición final de desechos radiactivos sólidos de período largo aplicando la estrategia de

concentrar y retener, el principal problema de protección concierne a la exposición que pueda ocurrir o no en un futuro lejano, es decir, una situación de exposición potencial. Un sistema de disposición final eficaz retendrá los desechos durante el período de mayor peligro y sólo los radionucleidos residuales penetrarán en el medio ambiente en un futuro lejano. Cualquier estimación correspondiente de las dosis que reciban los individuos y las poblaciones tendrá incertidumbres conexas crecientes en función del tiempo, debido al conocimiento incompleto del futuro comportamiento del sistema de disposición final, de las condiciones geológicas y de la biosfera y de los hábitos y características de los seres humanos. No obstante, el sistema de protección de la Comisión puede aplicarse a la disposición final de los desechos radiactivos de período largo.

La *Publicación 81, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste*, trata de la protección radiológica de los miembros del público después de la disposición final de desechos radiactivos sólidos de período largo aplicando la estrategia de concentrar y retener. Abarca opciones que incluyen el enterramiento a poca

Roger Clarke es Presidente de la Comisión Internacional de Protección Radiológica y es Director de la Junta Nacional Británica de Protección Radiológica. Además, es el Representante del Reino Unido ante el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y Profesor visitante en el Imperial College, de la Universidad de Londres y en la Universidad de Surrey.

profundidad y la disposición final geológica en profundidad. Las recomendaciones se aplican a las nuevas instalaciones de disposición final donde existe la oportunidad de ponerlas en práctica durante las etapas de selección, diseño, construcción y explotación de la instalación; y también deben tenerse en cuenta al justificar las decisiones relativas a prácticas que generan desechos. Además, en la *Publicación 82, Principles for the Protection of the Public in Situations of Prolonged Exposure*, la Comisión incluye las recomendaciones para hacer frente a los residuos radiactivos de período largo que ya están en el medio ambiente, provenientes, por ejemplo, de prácticas anteriores no reguladas.

Evaluación radiológica. En la evaluación radiológica de un sistema de disposición final de desechos radiactivos sólidos deben considerarse las diversas posibilidades de exposición humana. Los procesos que podrían provocar exposición humana tienen que determinarse atendiendo a cada emplazamiento específico. Algunos procesos naturales pueden traer como consecuencia la liberación gradual de radionucleidos al medio ambiente. Un ejemplo típico de ello es la paulatina degradación de los recipientes de desechos debido a la corrosión y la consiguiente liberación de radionucleidos. Los procesos naturales posteriores que podrían provocar la exposición humana pueden incluir el transporte de radionucleidos por las aguas subterráneas y los procesos conexos de sorción, difusión y dispersión. Otros procesos naturales, menos probables, pueden perturbar o afectar de otro modo el comportamiento del sistema de disposición final, por ejemplo, los sucesos sísmicos y la congelación.

Las futuras acciones humanas también pueden perturbar un

sistema de disposición final de desechos. La acción humana que afecte la integridad de los repositorios y que pueda tener consecuencias radiológicas se denomina intrusión humana. Las consecuencias de una intrusión deliberada son, en primer lugar, responsabilidad de quien lleve a cabo la intrusión. También existe la posibilidad de intrusión humana involuntaria cuando se desconoce la existencia del sistema de disposición final, es decir, acciones que sean realizadas inconscientemente por alguien que perturba el sistema. Esas acciones incluyen la perforación accidental de un repositorio profundo y la construcción involuntaria sobre un repositorio a poca profundidad. Esas acciones involuntarias son el principal problema de intrusión humana a largo plazo; aquí, el término intrusión humana se refiere a la intrusión involuntaria.

Las cantidades dosimétricas utilizadas por la Comisión se determinan en la *Publicación 60*. (En el presente artículo el término dosis significa la dosis efectiva.) La cantidad que indica tanto la dosis como el número de personas es la dosis colectiva, dada por el producto de la dosis media recibida por un grupo expuesto y el número de individuos que integra el grupo. No obstante, en el párrafo 58 de la *Publicación 77*, la Comisión reconoce los problemas que plantea calcular la dosis colectiva con respecto a largos períodos en el futuro cuando manifiesta que tanto las dosis individuales como el tamaño de la población expuesta se vuelven cada vez más inciertos a medida que el tiempo aumenta. Además, es posible que los actuales criterios sobre la relación que existe entre dosis y perjuicio no sean válidos para las poblaciones futuras... se deben examinar críticamente los pronósticos de dosis colectiva con respecto a períodos de más

de varios miles de años y los pronósticos de perjuicio para la salud con respecto a períodos de más de varios cientos de años.

Justificación de una práctica. Las operaciones de gestión y disposición final de desechos forman parte integrante de la práctica que genera desechos. Es desacertado considerarlas como una práctica independiente, que necesita su propia justificación. Por tanto, esas operaciones deben incluirse en la evaluación de la justificación de esa práctica. Si la política nacional de disposición final de desechos cambia y la práctica se mantiene, tal vez sea necesario volver a evaluar la justificación de la práctica. Si la práctica deja de aplicarse, es la intervención y no la práctica la que hay que analizar a los fines de la justificación.

Optimización de la protección. En general, se considera que la dosis efectiva colectiva total (integrada) es el principal factor de la optimización de la protección. Sin embargo, en el caso de la disposición final de desechos sólidos, el uso de la dosis colectiva dista de ser lo ideal. La optimización de la protección ha llegado a relacionarse demasiado estrechamente con la dosis colectiva, el uso del análisis costo-beneficio y otros procedimientos cuantitativos. Los malentendidos respecto del uso de la dosis colectiva, sin restricciones en tiempo y espacio, motivaron el mal uso de recursos. En relación con distancias y períodos largos, las estimaciones de las dosis individuales y colectivas no son fiables, en parte debido a las incertidumbres en las técnicas de elaboración de modelos. En cuanto a las evaluaciones de los efluentes, las dosis colectivas deben utilizarse con gran cautela y presentarse a los responsables de adoptar las decisiones en bloques desglosados de dosis

individuales y en el momento en que se reciban.

La optimización de la protección encierra el sentido amplio de hacer todo lo que sea razonable para reducir las dosis. Ahora, la Comisión pone énfasis mayormente en las especificaciones cualitativas de la optimización de la protección. La función básica del concepto de optimización de la protección es lograr que cada uno de los responsables de limitar la exposición a las radiaciones siempre tenga en mente la siguiente pregunta: "¿He hecho todo lo que razonablemente puedo para reducir esas dosis de radiación?" De ahí que la política de la Comisión respecto a la optimización se fundamente en una apreciación personal. En esencia, esa política se resume en el párrafo 117 de la *Publicación 60* donde se dice que si el siguiente paso en la reducción del perjuicio puede darse solamente con una distribución de recursos que no concuerda para nada con la consiguiente reducción, no es de interés para la sociedad dar ese paso.

Protección de las futuras generaciones. El objetivo de proteger a las futuras generaciones, por lo menos, al mismo nivel que el de la actual generación, implica el uso, como indicadores de las actuales dosis cuantitativas y las restricciones de los riesgos derivadas del análisis de los perjuicios para la salud conexos. En la *Publicación 77* se dice que las dosis y los riesgos, como medidas de los perjuicios para la salud, no pueden pronosticarse con certeza respecto a futuros períodos de más de unos cuantos cientos de años. En cambio, en una prueba pueden hacerse estimaciones de las dosis o los riesgos respecto a períodos más largos, y compararlas con criterios adecuados a fin de dar un indicio de la aceptabilidad del repositorio a la luz de lo que

actualmente se conoce del sistema de disposición final.

Dichas estimaciones no pueden considerarse como predicciones del perjuicio futuro para la salud.

No puede suponerse que las futuras generaciones tendrán conocimiento de las disposiciones finales realizadas por la actual generación. Por tanto, la protección de las futuras generaciones contra la disposición final de desechos radiactivos debe lograrse fundamentalmente mediante la adopción de medidas pasivas durante la etapa de desarrollo del repositorio, y no debe depender demasiado de las medidas activas que se tomen en el futuro. No obstante, la Comisión reconoce que los controles institucionales que se mantengan en una instalación de esa clase después de la clausura pueden aumentar la confianza en la seguridad de la instalación, particularmente porque reducen la probabilidad de intrusión. La Comisión considera que no hay razón que explique el porqué esos controles no puedan mantenerse durante períodos prolongados ni puedan, por tanto, hacer una significativa contribución a la seguridad radiológica general de las instalaciones de disposición final a poca profundidad en particular. Además, para la disposición final de las colas del tratamiento del uranio en la superficie o cerca de la superficie, puede dependerse de esos controles durante largos períodos en situaciones en las que, si los controles fallan, las consecuencias serán generalmente menores que las de otros desechos radiactivos de período largo.

Procesos naturales e intrusión humana. Deben considerarse dos amplias categorías de situaciones con riesgo de exposición: los procesos naturales y la intrusión humana. La segunda solamente se refiere a la intrusión involuntaria. Las implicaciones

radiológicas de la intrusión deliberada en un repositorio son responsabilidad de quien realiza las intrusiones. Las dosis o riesgos evaluados emanados de los procesos naturales deben compararse con la restricción máxima recomendada por la CIPR de 0,3 mSv anual o su riesgo equivalente de aproximadamente 10^{-5} por año. Con respecto a la intrusión humana, deben examinarse las consecuencias de uno o más posibles escenarios estilizados con vistas a evaluar la resistencia del repositorio a dichos sucesos.

La Comisión considera que cuando la intrusión humana puede resultar en dosis suficientemente altas que casi siempre justificarían una intervención sobre la base de los criterios actuales, en la etapa de desarrollo del repositorio deben hacerse esfuerzos razonables para reducir la probabilidad de intrusión humana o limitar sus consecuencias. Al respecto, la Comisión previamente recomendó que puede utilizarse la dosis anual existente de unos 10 mSv como nivel de referencia genérico, por debajo del cual no siempre es probable que la intervención esté justificada. A la inversa, la dosis anual existente de alrededor de 100 mSv anuales puede utilizarse como nivel de referencia genérico, por encima del cual la intervención debe considerarse casi siempre justificada. Se aplican consideraciones similares cuando se sobrepasan los umbrales de los efectos deterministas en órganos importantes.

Según la Comisión, si se toman medidas razonables para satisfacer la restricción de los procesos naturales y para reducir la probabilidad o las consecuencias de la intrusión humana involuntaria, y se aplican principios técnicos y de gestión, entonces los requisitos de protección radiológica pueden considerarse cumplidos. □