

ESTABLECIENDO LOS LIMITES APROPIADOS CONTROL DE LAS DESCARGAS DE RADIONUCLEIDOS EN EL MEDIO AMBIENTE

POR CAROL ROBINSON, TIBERIO CABIANCA,
CARLOS TORRES, Y GORDON LINSLEY

Las emisiones de radionucleidos hacia la atmósfera o las aguas superficiales, procedentes de instalaciones nucleares y de otro tipo que utilizan materiales radiactivos suelen estar sujetas a un riguroso control, a fin de proteger la salud de las personas que viven en el medio ambiente local y regional. Desde el decenio de 1970, el OIEA ha publicado orientaciones sobre el control de las descargas y, al hacerlo, ha explicado con más detalle las recomendaciones básicas de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones (CIPR).

Recientemente, se examinaron y se actualizaron las orientaciones del OIEA relativas al control de las descargas, y se ha ampliado en conjunto el programa del Organismo sobre descargas radiactivas, ya que los Estados solicitaron información sobre las fuentes y cantidades de materiales que entran en el medio ambiente. En el presente artículo se resume la labor de asesoramiento que el Organismo recientemente ha llevado a cabo en esta esfera y se describen los logros alcanzados en sus programas.

ORIENTACIONES SOBRE EL CONTROL DE LAS DESCARGAS

En la nueva Guía de seguridad del OIEA, *Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment*, se actualizan las orientaciones anteriores

contenidas en la Colección Seguridad No. 77, publicada en 1986. En la versión actualizada se tienen en cuenta los principios expuestos en las Nociones fundamentales de seguridad sobre *Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources* (Colección Seguridad No. 120, 1996), así como los *Principios de la gestión de desechos radiactivos* (Colección Seguridad No. 111-F, 1995) y se interpretan los requisitos de las *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (NBS)* (Colección Seguridad No. 115, 1996).

Los conceptos básicos relativos al control de las descargas siguen sustentándose en los principios actuales de la protección radiológica, en los cuales se enuncia que:

- una práctica que entrañe, o pudiera entrañar, la exposición a las radiaciones, sólo se adoptará, si brinda suficientes beneficios a los individuos expuestos o a la sociedad para compensar los perjuicios radiológicos que causa, o pudiera causar, (principio de justificación de una práctica);
- las dosis individuales debidas a la combinación de exposiciones causadas por todas las prácticas pertinentes no excederán los límites de dosis especificados (principio de limitación de la dosis individual);

■ las fuentes de radiación y las instalaciones estarán dotadas de la mejor protección disponible en las circunstancias existentes, de suerte que las magnitudes de las exposiciones y el número de individuos expuestos se mantengan al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, y de que se limiten las dosis que tales magnitudes ocasionen (principio de optimización de la protección).

Sin embargo, en la nueva Guía de seguridad se proporcionan más orientaciones prácticas sobre la regulación de las descargas que en sus antecesoras. Se explican las funciones del órgano regulador y las responsabilidades del explotador, que guardan relación con el control de las descargas. Se describen los procedimientos para determinar si se necesita autorización, así como los enfoques para establecer una forma de autorización apropiada. Se ofrecen los métodos para establecer los límites de descarga para las fuentes nuevas y existentes.

De acuerdo con las NBS, todo explotador que se proponga

La Sra. Robinson y el Sr. Cabianca son funcionarios de la División de Seguridad Radiológica y de los Desechos, del OIEA. El Sr. Torres es Jefe de la Sección de Descarga de los Desechos de la División y el Sr. Linsley es Jefe de la Sección de Seguridad de los Desechos de la División.

GUIA RESUMIDA SOBRE LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS EN RELACION CON LAS DOSIS PRONOSTICADAS PARA EL GRUPO CRITICO

Evaluación de la futura dosis máxima anual para el grupo crítico

REQUISITOS REGLAMENTARIOS EN RELACION CON LAS DESCARGAS	≤ 10 micro-sievert		> 10 micro-sievert
	EXENCION O NOTIFICACION	REGISTRO	LICENCIA
Condiciones recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fuente intrínsecamente segura ■ Ningún requisito respecto de la vigilancia ambiental o de efluentes ■ Práctica que debe mantenerse sometida a examen periódico 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fuente intrínsecamente no segura ■ Límites de descarga requeridos ■ Vigilancia de efluentes requerida ■ Práctica que debe mantenerse sometida a examen ■ Registro de descargas requerido 	<p>Autorización oficial con condiciones específicas vinculadas a la autorización con respecto a cualesquiera o a la totalidad de los aspectos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Límites de descarga ■ Vigilancia de efluentes ■ Vigilancia ambiental ■ Registros de la vigilancia ambiental y de efluentes ■ Notificación a la autoridad reguladora sobre la vigilancia
Instalaciones representativas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Laboratorios de investigación que utilizan técnicas de radioinmunoensayo ■ Hospitales que emplean estuches de pruebas de xenón 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pequeños hospitales e instalaciones de investigación y desarrollo que utilizan cantidades de radioisótopos limitadas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reactores nucleares ■ Instalaciones de reprocesamiento ■ Instalaciones de producción radiofarmacéutica

introducir (o discontinuar) una práctica "deberá presentar a la autoridad reguladora una notificación sobre ese propósito" y deberá solicitar al órgano regulador una autorización que deberá revestir la forma de una inscripción en registro o una licencia. En algunas circunstancias, no se requiere notificación ni, por tanto, tampoco autorización (si las exposiciones pueden considerarse excluidas de las NBS, o las prácticas o fuentes pueden declararse exentas de sus requisitos*).

Por consiguiente, una autorización es una forma de permiso emitido por el órgano regulador, en virtud del cual se autoriza al explotador a ejercer una práctica y descargar

materiales radiactivos en el medio ambiente. La forma de autorización apropiada para una situación específica está determinada, entre otras cosas, por la evaluación del riesgo para los miembros del público. Pueden otorgarse registros para las prácticas que entrañen riesgos asociados de bajos a moderados, y suelen expresarse en términos un tanto genéricos. La licencia está acompañada de requisitos y condiciones específicos.

En cuanto a las descargas en el medio ambiente, esas condiciones pudieran adoptar la forma de límites anuales o a más corto plazo a las descargas de determinados radionucleidos o a una suma debidamente ponderada de éstos. (Véase el cuadro para los ejemplos de las

condiciones relacionadas con diferentes formas de control de las descargas.)

En la Guía de seguridad, también se describen las responsabilidades de los titulares registrados y titulares licenciados durante la explotación, a saber, cuando proceda, el establecimiento y comportamiento de los programas de vigilancia de los efluentes y la radiación ambiental. (Véase el cuadro, donde se indica cuándo esos programas pueden ser necesarios.)

En resumen, la Guía de seguridad establece un enfoque escalonado en relación con el control regulativo sobre la base del nivel de riesgo que presente la descarga.

ORIENTACIONES SOBRE LA EVALUACION DE DOSIS

El Informe de seguridad titulado *Generic Models for use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the*

*La exclusión se refiere a toda exposición, cuya magnitud o probabilidad no sea, por esencia, susceptible de control aplicando los requisitos de las Normas, mientras que la exención implica que los riesgos radiológicos para los individuos y las poblaciones, originados por la práctica o la fuente declaradas exentas, sean tan bajos que carezca de objeto su reglamentación y que las prácticas y las fuentes declaradas exentas sean intrínsecamente seguras.

Environment (Colección de Informes de Seguridad No.19), contiene una metodología del OIEA para evaluar las dosis de radiación procedentes de las descargas en el medio ambiente. Reemplaza y amplía las anteriores orientaciones del Organismo en materia de elaboración de modelos, que figuran en la Colección Seguridad No. 57 (1982).

A diferencia del anterior, el presente Informe de seguridad es un manual independiente que describe una metodología sólida, pero conservadora, para la evaluación de dosis. Contiene un conjunto completo de los modelos y datos necesarios para vincular una tasa de descarga a una dosis, representativo de los miembros del público con probabilidad de ser los más expuestos debido a una operación determinada (el grupo crítico).

Las dosis colectivas también son pertinentes, y el Informe de seguridad contiene los factores de selección que permiten estimar las dosis colectivas de una descarga determinada. Se tiene el propósito de utilizar los modelos de evaluación descritos en este Informe de seguridad antes de que realmente se lleve a cabo una descarga, como parte del proceso de otorgamiento de una autorización. Por consiguiente, existe una estrecha relación entre este informe y la Guía de seguridad ya descrita.

El Informe de seguridad proporciona un sencillo enfoque de selección para evaluar el efecto de las descargas en la atmósfera y las aguas superficiales. Ofrece dos tipos de modelos para cada entorno, así como un procedimiento para determinar el tipo de modelo apropiado. Ese procedimiento se basa en la premisa de que, a dosis muy bajas, es probable que baste con una estimación de dosis pesimista muy sencilla, pero a medida que las dosis

aumentan, se necesitará una estimación de dosis más realista, lo que requiere un modelo más detallado.

El primer tipo de modelo se basa en la hipótesis de que el grupo crítico está localizado, continuamente, en el punto de descarga y que sus alimentos también provienen de ese punto. A todas luces, se trata de un enfoque muy pesimista. En el segundo tipo de modelo se tiene en cuenta la dilución y dispersión de materiales entre el punto de descarga y la ubicación del grupo crítico o de sus alimentos, así como las consiguientes transferencias de materiales entre los componentes ambientales (por ejemplo, entre el agua y los peces).

Existen modelos sencillos para la dispersión en la atmósfera que permiten estimar la concentración de radionucleidos en el aire, como función de la distancia desde el punto de descarga. A partir de esas concentraciones, es posible pronosticar la dosis externa provocada por los radionucleidos en las nubes, así como la dosis interna debida a la inhalación, utilizando los datos sobre los hábitos y los coeficientes de dosis que figuran en el Informe de seguridad.

Asimismo, se ofrecen los datos necesarios para estimar la concentración de radionucleidos en la tierra y la transferencia de radionucleidos al hombre a través de la cadena alimentaria. También se suministran los datos sobre los hábitos y los coeficientes de dosis necesarios para estimar las dosis externas procedentes de los depósitos terrestres y las dosis internas debidas a la ingestión.

Se ofrecen modelos sencillos que tienen en cuenta la dispersión de radionucleidos en los siguientes tipos de masas de aguas superficiales: ríos, estuarios, aguas costeras y lagos. Mediante esos modelos puede

pronosticarse la concentración de radionucleidos en el agua, lo que depende, entre otras cosas, de la distancia desde el punto de descarga. Esta información puede utilizarse para evaluar las dosis derivadas del agua potable, extraída de un punto determinado.

Asimismo, se suministra información sobre la distribución de radionucleidos entre el agua y los sedimentos, a partir de la cual la concentración de radionucleidos en las riberas de la masa de agua puede determinarse y emplearse para evaluar las dosis externas resultantes. En el informe también se ofrecen factores que vinculan las concentraciones en el agua a las concentraciones en los peces y los mariscos, así como los hábitos y los coeficientes de dosis necesarios para vincular las concentraciones y las dosis.

En el Informe de seguridad se ofrecen factores de multiplicación sencillos, calculados mediante los modelos ya descritos, así como algunas hipótesis normalizadas sobre las características de la descarga, la ubicación y los hábitos del grupo crítico. Esos factores permiten estimar las dosis del grupo crítico en un solo paso a partir de la información sobre los pronósticos de la tasa de descarga o de la concentración. También se incluyen más explicaciones detalladas y modelos de cálculo, que constituyen un instrumento de evaluación sencillo y flexible.

SISTEMA DE INFORMACION SOBRE LAS DESCARGAS MUNDIALES

El OIEA desarrolla un sistema de información sobre las descargas mundiales de radionucleidos en el medio atmosférico y acuático, la disposición final de desechos radiactivos en el mar y los

accidentes y las pérdidas en el mar, que implican la disposición final de materiales y desechos radiactivos; y residuos en el medio terrestre.

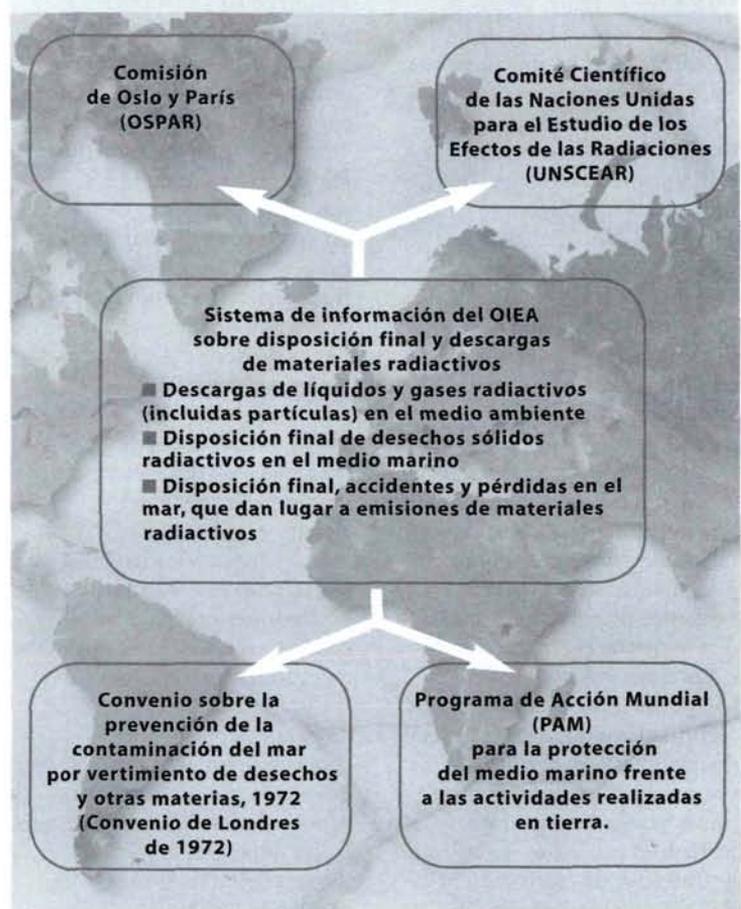
Con respecto a la disposición final en el mar, el OIEA ya publicó un documento (*Inventory of Radioactive Waste Disposal at Sea*, TECDOC-1105), y está en preparación un documento similar sobre accidentes y pérdidas en el mar.

Ese sistema formará parte integrante del intercambio de información sobre sustancias radiactivas que el Organismo lleva a cabo como parte de su compromiso con el Programa de Acción Mundial (PAM) para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

En el quincuagésimo primer período de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas, celebrado en 1996, se designó al OIEA organismo coordinador y centro de intercambio de información para cuestiones relacionadas con las sustancias radiactivas. Un centro de intercambio de información es un sistema de referencia destinado a proporcionar acceso a fuentes de información actuales, la experiencia práctica y los conocimientos especializados científicos y técnicos para impedir la degradación del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra y preservar y proteger el medio marino.

Por último, el sistema de información del Organismo contribuirá a apoyar la prestación de asesoramiento técnico a diversas organizaciones. (Véase la figura.) Entre estas organizaciones figuran el Convenio de Londres de 1972 (Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de

ORGANIZACIONES APOYADAS POR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL OIEA SOBRE DISPOSICIÓN FINAL Y DESCARGAS DE MATERIALES RADIATIVOS



desechos y otras materias), la Comisión de Oslo y París y el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones (UNSCEAR). (Véase el recuadro de la página 49.)

PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

Hasta la fecha, las políticas relativas a las descargas se han diseñado con el objetivo de proteger a los seres humanos de los efectos de las radiaciones ionizantes.

A raíz de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, en 1992, la atención internacional ha venido centrándose cada vez más en la necesidad de proteger

el medio ambiente, y más específicamente, la flora y la fauna, de contaminantes potencialmente perjudiciales.

Cabe prever que los debates actuales generen principios y criterios para proteger el medio ambiente de los efectos de las radiaciones ionizantes, y será preciso evaluar la repercusión de esos criterios en las políticas sobre el control de las descargas de radionucleidos.

Se espera que, mediante sus programas, el OIEA contribuya de manera significativa a facilitar el intercambio constructivo de experiencias y puntos de vista, así como a suministrar información objetiva, a medida que la comunidad internacional enfrente éste y otros desafíos. □

INFORME DEL AÑO 2000 DEL UNSCEAR SOBRE LOS NIVELES Y EFECTOS DE LAS RADIACIONES



El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones (UNSCEAR) es el órgano del sistema de las Naciones Unidas con el mandato de evaluar y notificar los niveles y efectos de las exposiciones a la radiación ionizante. El Organismo utiliza los resultados del UNSCEAR al desempeñar sus funciones estatutarias de establecer normas para la protección radiológica y prever su aplicación. En el otoño de 2000, el UNSCEAR deberá presentar un informe ante la Asamblea General de las Naciones Unidas. Las conclusiones del Comité sobre los niveles de exposición a partir de fuentes artificiales guardan relación con el programa de trabajo, actual y futuro del Organismo sobre el control de las descargas radiactivas en el medio ambiente, y se resumen en este contexto.

Las emisiones de materiales radiactivos en el medio ambiente se han producido debido a varias actividades, prácticas y sucesos en que intervienen fuentes de radiación. La principal contribución a las dosis colectivas que recibe la población mundial, a partir de las emisiones antropógenas de materiales radiactivos al medio ambiente, ha sido la de los ensayos de armas nucleares en la atmósfera. Esa práctica se llevó a cabo de 1945 a 1980.

Al preparar su informe para el año 2000, el UNSCEAR tuvo en cuenta la información nueva disponible sobre la cantidad y los resultados de los ensayos nucleares. De acuerdo con las estimaciones actuales del UNSCEAR, la dosis media anual efectiva en el mundo alcanzó un nivel máximo de 150 microsievert en 1963 y, desde entonces, las exposiciones de esa índole han disminuido a unos 5 microsievert, a partir de los niveles residuales de radionucleidos en el medio ambiente, principalmente de carbono 14, estroncio 90 y cesio 137. Las dosis medias anuales son 10% más altas en el hemisferio septentrional, donde se realizó la mayor

parte de los ensayos, y más bajas en el hemisferio meridional.

Según las estimaciones del UNSCEAR, las exposiciones locales y regionales, derivadas de todas las operaciones del ciclo del combustible nuclear (extracción y tratamiento, explotación de reactores y reprocesamiento del combustible) son actualmente de unos 0,9 sievert-hombre (gigavatio/año). Con una generación mundial de energía nuclear de 250 gigavatio/año, la dosis colectiva anual derivada de esta práctica es del orden de los 200 sievert-hombre. Se calcula que la exposición individual media anual correspondiente es de menos de 1 microsievert.

Además, el UNSCEAR ha estimado la dosis colectiva a partir de los radionucleidos dispersos en el mundo hasta la población mundial máxima proyectada dando por supuesto que, a la capacidad actual, la práctica de la producción nucleoelectrónica se limita a 100 años. La dosis máxima anual efectiva resultante per cápita que recibiría la población mundial sería de menos de 0,2 microsievert. Esas tasas de dosis para los individuos son muy inferiores a las exposiciones a la radiación natural.

Existen industrias que procesan o utilizan grandes volúmenes de materias primas que contienen radionucleidos naturales. Las descargas procedentes de esas industrias pueden dar lugar a mayores exposiciones de miembros del público. En el informe del UNSCEAR se indica que las exposiciones máximas se derivan de la producción de ácido fosfórico, el procesamiento normal de minerales y las centrales eléctricas alimentadas con carbón. Algunos residentes locales pueden recibir dosis anuales de unos 100 microsievert, aunque las dosis del orden de 1 a 10 microsievert son más comunes.

El UNSCEAR concluye que, excepto en caso de accidentes, en los cuales más zonas localizadas pueden tener niveles significativos de contaminación, no existen otras prácticas que ocasionen exposiciones importantes derivadas de la emisión de radionucleidos al medio ambiente.

Posibles prácticas futuras, como el desmantelamiento de armas, la clausura de instalaciones y los proyectos de gestión de desechos, pueden ser objeto de estudio a medida que se adquiera experiencia. No obstante, el UNSCEAR sugiere que todas ellas incluyan poca o ninguna emisión de radionucleidos y sólo provoquen exposiciones insignificantes.

Foto: A solicitud de sus Estados Miembros, el OIEA ha organizado varios estudios para evaluar la situación radiológica existente en antiguos polígonos de ensayos nucleares. (Cortesía: Pavlicek/OIEA)

VIGILANCIA DE DESECHOS EN EL MEDIO MARINO

El Laboratorio del OIEA para el Medio Marino, con sede en Mónaco, ha venido ejecutando varios proyectos relacionados con la gestión de desechos; a saber, los estudios sobre emisiones autorizadas de desechos radiactivos al medio marino procedentes de plantas de reprocesamiento y las investigaciones sobre posibles fugas de lugares de vertimiento de desechos radiactivos en el fondo del mar.

En el Laboratorio de Radiométrica del OIEA-MEL se ha introducido una innovación en la vigilancia de la radiactividad marina mediante el monitor gamma estacionario con transmisión de datos por satélite. El nuevo sistema de vigilancia fue desplegado desde abril de 1999 hasta febrero de 2000 en la bahía de Mónaco para comprobar el comportamiento de la transmisión de datos vía satélite y evaluar los resultados. Los sensores fueron desplegados unos metros por debajo de la superficie del mar sobre una estructura unida a una boya flotante, y generaron registros continuos a largo plazo de la actividad gamma en el agua de mar, la salinidad, la temperatura y la velocidad y dirección actuales. El sistema de vigilancia funcionó bien durante el período de prueba y alcanzó la sensibilidad proyectada de 4 Bq por metro cúbico para la concentración del cesio 137 en el agua. Será desplegado en el verano de 2000 en el mar de Irlanda para investigar el transporte a largo plazo de cesio en el agua de mar, liberado de la planta de reprocesamiento de Sellafield.

Otra labor recientemente concluida en el mar de Irlanda es la cartografía gamma *in situ* de los sedimentos del fondo marino provenientes del punto de descarga de Sellafield, a unos 15 kilómetros de la costa. El total de la superficie de mar abarcada fue de unos 400 kilómetros cuadrados. Se obtuvo un mapa de alta resolución de la distribución del cesio 137 en el sedimento. Ello habría requerido cientos de puntos de muestreo y miles de análisis de los sedimentos, si los datos para elaborar el mapa se hubiesen obtenido mediante los trabajos de laboratorio.

Se ha concluido la labor sobre la investigación de posibles emisiones de radionucleidos procedentes de vertederos de desechos radiactivos en el

océano Pacífico noroccidental. Los resultados alcanzados han demostrado que, en los lugares visitados, no se observaron fugas que pudieran atribuirse al vertimiento de desechos radiactivos. La elaboración de modelos y la labor de evaluación radiológica, que abarcan los efectos de los desechos radiactivos líquidos vertidos en la superficie marina, así como los desechos sólidos vertidos en el fondo del mar, han

revelado que sólo la población local podría recibir dosis de radiación insignificantes.

Durante la primera reunión del proyecto coordinado de investigación sobre "Estudios de la radiactividad marina mundial", se creó un sistema geográfico de evaluación de la radiactividad marina en los océanos y mares del mundo. Se escogieron isótopos de tritio, carbono 14, estroncio 90, yodo 129, cesio 137, plutonio y americio en representación de los radionucleidos antropógenos en el medio marino y se establecieron sus principales modalidades de distribución. La evaluación de las fuentes de radiactividad marina antropógena ha indicado que la precipitación radiactiva mundial sigue siendo la fuente dominante en los océanos, aunque en algunas regiones las emisiones de las plantas de reprocesamiento (por ejemplo, en los mares de Irlanda y del Norte) y el accidente de Chernóbil (los mares Báltico y Negro) han superado las contribuciones de la precipitación radiactiva mundial.

La Base de datos mundial de radiactividad marina (GLOMARD) está en fase de desarrollo, y almacenará todos los datos disponibles sobre las concentraciones y la distribución de radionucleidos en el medio marino.



Foto: En agosto de 2000, el Instituto de Protección Radiológica de Irlanda, en colaboración con el Servicio de Medio Ambiente y Patrimonio de Irlanda del Norte y el OIEA, desplegó una boya experimental en el mar de Irlanda, equipada con un detector de radiaciones capaz de medir continuamente la contaminación radiactiva en el agua de mar. (Cortesía: OIEA-MEL)