

INTRODUCCION

El uso de radisótopos en el Campo de la Medicina ha aumentado considerablemente en la última década. Actualmente sus aplicaciones se extienden a diversas ramas, tales como Biología celular y molecular, Endocrinología, Inmunología, Bioquímica, Hematología y Cancerología; de modo que puede decirse que su empleo es corriente en los centros hospitalarios. En la tabla 1 se resumen las diversas aplicaciones médicas (1). En las tablas 2, 3 y 4 se señalan los radisótopos más utilizados para estas aplicaciones y el tipo de instalaciones que pueden darse según las actividades que se manejan (2).

El uso de material radiactivo lleva consigo la producción inevitable de residuos. Así pues, es necesario manipularlos de tal forma, que mientras su actividad decaiga, la exposición de las personas a la radiación sea mínima.

Los residuos radiactivos pueden constituir un riesgo no sólo para el personal profesional, sino también para los miembros del público.

La mayoría de los usuarios emplean cantidades pequeñas de radionúclidos, por lo general de período corto. Por consiguiente, gran parte de los residuos no son muy peligrosos y pueden eliminarse con bastante facilidad, siempre y cuando se hayan tomado las debidas precauciones. La producción de residuos puede simplificarse utilizando la mínima cantidad de sustancias radiactivas, observando una disciplina rigurosa en el laboratorio y empleando un equipo que pueda descontaminarse fácilmente.

Para proteger al máximo la salud y seguridad públicas es preciso disponer de normas y reglamentos que regulen las aplicaciones de los radisótopos y las operaciones de almacenaje, tratamiento y evacuación de residuos por parte de los usuarios de los mismos.

A los usuarios individuales de radisótopos se les debe recomendar procedimientos sencillos y de eficacia bien probada. Los procedimientos más complicados deben dejarse, en general, para los centros especiales de tratamiento de residuos (3).

PROCESO DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Según las necesidades de la instalación pueden clasificarse los residuos con

arreglo a uno o más de los siguientes criterios técnicos:

- Intensidad de la radiación gamma.
- Actividad total (alta, intermedia o baja).
- Período de semidesintegración. Deben separarse los radionúclidos de vida corta ($T_{1/2} < 30$ días) de los de vida media o larga ($T_{1/2} > 30$ días).
- Combustibilidad o incombustibilidad.

Otros criterios a considerar:

- Separar claramente los residuos sólidos de los líquidos.
- Almacenar los residuos radiactivos en función de los métodos de tratamiento y evacuación que se les apliquen, y utilizar recipientes distintos para los diferentes métodos.
- Utilizar recipientes blindados cuando sea necesario.
- Llevar un registro de las cantidades de residuos radiactivos.
- Señalar adecuadamente los recipientes que contengan residuos radiactivos (4) y (5).

En la figura 1 se pretende indicar, de una forma general y esquemática, el tipo de residuos que pueden presentarse en el Centro Médico con finalidades

asistenciales y/o de investigación, en función de las instalaciones radiactivas, y qué pasos deben seguirse, en cada caso, desde su generación hasta su vertido o eliminación.

RESIDUOS DE INSTALACIONES DE 2.ª CATEGORIA. FUENTES ENCAPSULADAS

El tipo de residuos que se producen son sólidos y están originados por las propias fuentes, ya sea por encontrarse clínicamente agotadas (ejemplo: Ir-192) o por su retirada al considerarlas fuera de uso, aún conservando una alta actividad (ejemplo: Ra-226). En el caso de las agujas y tubos de Ra-226, si existe fisura o rotura de alguna de ellas pueden dar lugar a material contaminado, como por ejemplo el contenedor de la propia fuente.

Este tipo de residuos se prepararán adecuadamente (contenedores inferiores a 100 kg y nivel de irradiación en la superficie de $< 2\text{mSv/h}$ ($< 200\text{mR/h}$), y se mandarán al organismo oficial encargado de llevar a cabo la gestión final de los residuos radiactivos, la JEN.

TI

PRINCIPALES APLICACIONES DE LOS RADIOISOTOPOS EN MEDICINA

DIAGNOSTICAS

Se utilizan fuentes no encapsuladas.

In vitro

- Radioinmunoanálisis (RIA) y otras técnicas.

In vivo

- Sin imagen:

- Captación tiroides.
- Volumen sanguíneo.
- Filtración glomerular, etc.

- Con imagen:

- Gammagrafía de órganos o zonas del cuerpo. (Hepática, ósea, cerebral, etcétera.)
- Estudios dinámicos. (Función renal, función respiratoria, trabajo cardíaco, etcétera.)

TERAPEUTICAS

Fuentes encapsuladas (se utilizan para tratamiento del cáncer):

- Internas: Se colocan en alguna cavidad anatómica o se insertan en el tejido.
- Externas: La fuente está a una distancia de la superficie del paciente, que por término medio varía entre 60 y 100 cm.

Fuentes no encapsuladas:

- De aplicación sistemática.
- P-32 en la policitemia vera.
- I-131 en el hipertiroidismo y cáncer de tiroides.

RESIDUOS CORRESPONDIENTES A INSTALACIONES DE 2.^a Y 3.^a CATEGORÍA. FUENTES NO ENCAPSULADAS

En este caso todos los residuos proceden de radionúclidos emisores beta y gamma y son de baja actividad.

Según el estado físico, pueden ser de tres tipos: sólidos, líquidos y gaseosos.

En cuanto a los residuos gaseosos, hay que decir que una instalación radiactiva sólo utilizará gases o aerosoles si se lo permite la autorización administrativa.

Los residuos arrastrados por el aire suelen ser de baja actividad y en algunos casos se pueden descargar directamente y sin riesgos a la atmósfera. Cuando esto no sea permisible se purificará el aire de escape por filtración o depuración.

Si las operaciones originan residuos llevados al aire en cantidades importantes, deben utilizarse campanas de humo y extractores especiales. Los sistemas de ventilación deben instalarse de modo que la contaminación no pueda extenderse a otras partes del edificio y que la salida del extractor se halle adecuadamente situada. Deberá hacerse lo necesario para eliminar las sustancias radiactivas a menos que se pueda demostrar que no originarán riesgo alguno.

Residuos sólidos: El tipo de residuos producidos son, en general: vial de origen (plástico o vidrio), generadores, material contaminado (jeringas, agujas, algodones, papeles, etc.), productos biológicos, cadáveres de animales utilizados para experimentación.

Cabe distinguir entre:

Residuos sólidos de vida corta ($T_{1/2} < 30$ días): Se efectúa un almacenamiento temporal, que suele ser breve, de los mismos. Para ello debe disponerse de varios recipientes debidamente blindados y forrados con bolsas de plástico recambiables. Se anotan los datos pertinentes, por ejemplo, fecha de llenado del recipiente, actividades, etc. Se sellan debidamente dejando pasar el tiempo oportuno, de modo que su radiactividad haya decaído a unos niveles tales que su evacuación en el medio ambiente esté dentro de los límites permisibles. La evacuación de residuos radiactivos al medio ambiente requerirá autorización administrativa expresa y se efectuará en las condiciones especificadas en dicha autorización (4).

Residuos sólidos de vida media o larga ($T_{1/2} > 30$ días): En la mayoría de las instalaciones médicas el usuario se limitará a almacenarlas dejando el tratamiento final de los mismos para la JEN. Sin embargo, es necesario que el usuario proceda al almacenamiento

T II FUENTES RADIATIVAS ENCAPSULADAS EMPLEADAS EN LA MEDICINA (INSTALACIONES 2.^a CATEGORÍA)

Aplicación	Radioisótopo	Período de semidesint.	ENERGÍA DE RADIACIÓN EN MEDICINA (MeV)		
			Alfa	Beta	Gamma
Teleterapia	Co-60	5.27 años	—	—	1.17 y 1.33
	Cs-137	30.1 años	—	0.51 y 1.17	0.662
	Cs-137	30.1 años	—	0.51 y 1.17	0.662
	Ir-192	74.4 días	—	0.67	0.3 a 0.6
Braquiterapia	Ra-226	1620 años	5.4 y 6	0.2 a 3.27	0.18 a 2.2
	Sr-90	28.5 años	—	0.54	—
	Au-198	2.7 días	—	0.96	0.41
	I-125	60 días	—	—	0.027-0.032

Se indican los distintos isótopos con sus características físicas, período y energía.

Se utilizan para la terapéutica del cáncer, diferenciándose en su modo de aplicación. Las fuentes de teleterapia están a cierta distancia del paciente y se las conoce también como fuentes de irradiación externa.

Las fuentes de braquiterapia se implantan al paciente, bien sea en el tejido o en una cavidad.

En España, en lo que a teleterapia se refiere, la fuente más usada es el Co-60, mientras que en braquiterapia el Ir-192 y el Cs-137 van reemplazando al Ra-226.

adecuado para su traslado y tratamiento. Con el fin de manipularlos al mínimo se cuidará de almacenarlos de modo tal que cumplan los requisitos establecidos por la JEN (6).

Estos residuos corresponden generalmente a residuos sólidos de categoría 1 (OIEA) o de categoría 2 (OIEA).

Categoría 1: Residuos radiactivos sólidos contaminados con nucleidos radiactivos emisores beta-gamma e insignificante cantidad de emisores alfa, cuyo nivel de irradiación en la superficie de dichos residuos es inferior a 2 mSv/h (0.2 R/h).

- Tienen que introducirse en bolsas o unidades de contención individuales de resistencia adecuada de modo que se impida la dispersión del material radiactivo.
- El volumen de residuos en cada bolsa o unidad de contención no superará los 25 l.
- Se tendrá la precaución de colocar en bolsas distintas los residuos de naturaleza metálica de aquellos que no lo son (papeles, guantes, vidrios, etc.).
- Los elementos punzantes (ejemplo, agujas hipodérmicas, trozos de vidrio, etcétera) deberán guardarse a su vez en unidades de contención rígidas, tales como cajitas de plástico, cartón, etcétera.
- Si los residuos son sustancias pulverulentas deben introducirse en pequeñas bolsas de plástico, cerradas herméticamente, para evitar su mezcla con el resto del material.
- Cada una de las bolsas de residuos se cerrará herméticamente, de modo que se asegure la imposibilidad de dispersión de los residuos al manipularlos. Y, por supuesto, el nivel de radiación en la superficie de cada bolsa

no será superior al indicado en la categoría 1 (0.2 R/h) ó (2 mSv/h).

Categoría 2: La misma definición que para la categoría 1, variando sólo en nivel de irradiación en la superficie (2 mSv/h < mSv/h < 20 mSv/h) ó (0.2 R/h < R/h < 2 R/h).

Se seguirán las mismas normas que para el caso anterior, excepto que:

- Se limita el volumen/bolsa o unidad de contención a un máximo de 6 l.
- Todas las bolsas o unidades de contención deberán tener una chapa de acero inoxidable con protección de plomo de espesor suficiente, de modo que, en la superficie del bulto, el nivel de irradiación no supere el establecido por la categoría. Cada bulto no sobrepasará los 100 kg de peso.

Residuos líquidos: El tipo de residuos producidos son, en general, de tipo acuoso, suspensiones y soluciones de sustancias radiactivas, productos biológicos, muestras de orina (correspondientes a pacientes o animales tratados con radionúclidos), líquidos orgánicos, detergentes y otras sustancias utilizadas en el lavado del material de laboratorio.

Se manipularán siempre en piletas o desagües especiales.

Igual que en los sólidos, cabe distinguir entre:

Residuos líquidos de vida corta ($T_{1/2} < 30$ días): Si las actividades que se manejan son pequeñas pueden verse a la red siempre que no se superen los límites permisibles y se disponga de la autorización administrativa correspondiente (4). Deben tomarse las debidas precauciones como puede ser la descarga en pequeñas tandas escalonadas previa dilución, a través de un orificio de presión hidráulica constante o de

T III

FUENTES NO ENCAPSULADAS MAS UTILIZADAS EN MEDICINA (INSTALACIONES 2.ª CATEGORÍA)

Radioisótopo	RADIACION		Período	Cant. Alm. sem. (mCi)	Aplicación principal
	Tipo	Energía (Mev)			
P-32	Beta	1.7	14.3 D.	5	Terapéutica
Cr-51	Gamma	0.32	27.7 D.	0.5	Est. in vitro (Endocrinol.)
Co-57	Gamma	0.122	270.5 D.	1-10	F. Referenc.
Fe-59	Beta	0.47			Estudios
	Gamma	1.10 y 1.29	45 D.	0.5	Hematológicos
Ga-67	Gamma	0.091 a 0.39	78.26 H.	10	Diagnóstico
Se-75	Gamma	0.06 a 0.4	118.5 D.	1	Est. ap. diges.
I-123	Gamma	0.027 y 0.6	13 H.	20	Diagnóstico (Endocrinol.)
I-125	Gamma	0.035	60 D.	5	Est. in vitro
I-131	Beta	0.6		100	Endocrinol. y
	Gamma	0.08-0.72	8.06 D		Ca. Tiroides
Xe-133	Beta	0.34	5.24 D.	25	Ap. respiratorio
	Gamma	0.08-0.16			
Au-198	Beta	0.96	2.7 D.	10	Trat.
	Gamma	0.4-1.08			Endocrinol.
Tl-201	Gamma	0.135 y 0.137	74 H.	10	Cardiología
Generadores					
Mo99/Tc99m	T. isomer.	0.14	6 H.	200-300	Diag. más usado
Sn113/In113m	T. isomer.	0.392	1.7 H.	10-20	Diag. menos usado

Dentro de la posible gama de radisótopos a utilizar, se han seleccionado los que más predominan actualmente en los laboratorios de nuestros hospitales, indicando el tipo de radiación, energía y período de semidesintegración. Se señala a continuación la cantidad que por término medio se almacena semanalmente en la gammateca, así como su aplicación principal. Todos se refieren a aplicaciones «in vivo», bien sea como terapéutica o como diagnóstico, exceptuando los que se utilizan «in vitro», que también quedan indicados.

Hay que destacar que actualmente el más empleado es el Tc-99.

un dispositivo análogo, para mantener un ritmo lento y relativamente uniforme de descarga.

Si las actividades son altas, se recogen por separado, almacenándolas durante un plazo de tiempo hasta la disminución de las mismas, de modo que alcancen los límites del párrafo precedente.

Los residuos radiactivos que se vierten en desagües deben ser fácilmente solubles o dispersables en agua.

Ha de señalarse que cada proceso de evacuación de residuos constituye un caso distinto, pues las condiciones locales difieren ampliamente. Cuando se trate de descargas en alcantarillas deben tenerse en cuenta los factores siguientes (3):

- Contaminación de piletas, desagües, sifones y alcantarillas, que pueden ofrecer riesgos durante los trabajos de reparación.
- Contaminación de aguas residuales, que pueden ser un peligro para los operarios que trabajan en la alcantarilla.
- Tratamiento que recibirán las aguas residuales (si se aplica alguno).
- Posibilidad de que se acumulen ciertos radionúclidos en los lechos filtrantes u otros elementos del sistema de tratamientos de aguas residuales.

Asimismo, hay que considerar si existen o no otros usuarios que viertan radi-

sótopos en la misma red de alcantarillado.

Residuos líquidos de vida larga ($T_{1/2} > 30$ días): Si no se dispone de la correspondiente autorización administrativa para tratarlos y evacuarlos, se almacenarán de forma que cumplan los requisitos para su posterior entrega al organismo de la JEN (6):

- Se impedirán las mezclas de radionúclidos procedentes de distintos procesos.
- Los residuos líquidos de tipo orgánico (aceites, disolventes, etc.) no se mezclarán con los residuos de tipo acuoso.
- Los residuos líquidos que contengan tritio deben recogerse separadamente del resto.
- El nivel de irradiación en la superficie de cada unidad de contención será inferior a 2 mSv/h (200 mR/h).
- Se almacenarán en unidades de contención de capacidad máxima de 25 l, de suficiente resistencia mecánica y química, adecuada a los líquidos a contener.

En cualquiera de los casos, sólidos y líquidos, los recipientes utilizados para la recogida de residuos deben ser transportables a fin de que no haya que trasladar las sustancias radiactivas.

La experiencia demuestra que hay un riesgo de contaminación si se vierten residuos líquidos de un recipiente a otro.

Con el fin de reducir el volumen y en último término los costes, cabe la posibilidad de hacer un pretratamiento para aquellos residuos líquidos que lo permitan. Por ejemplo, en el caso de I-125, el usuario puede practicar, con las debidas precauciones, operaciones sencillas de intercambio iónico, así logra pasar de un residuo líquido a otro sólido de volumen considerablemente menor.

Atención especial hay que prestar a los residuos de productos biológicos, tales como sangre y excrementos (heces y orina), procedentes ya sea de pacientes tratados con actividades altas (7) o de animales utilizados para experimentación.

Se evitará la dispersión de sustancias contaminantes por animales, así como los efectos nocivos o desagradables de la descomposición orgánica.

En cuanto a los cadáveres de animales utilizados en experimentación está establecido (6) que se entregarán en bolsas o recipientes, aparte del resto de material radiactivo, añadiendo vermiculita, tierra de diatomeas o cal para absorber fluidos. También pueden ser tratados previamente a su envasado con hipoclorito en solución o formaldehído concentrado para momificarlos, y serán remitidos a la JEN.

En cuanto al resto del material putrescible que no se recepciona en la JEN, el titular deberá establecer, según peculiaridades de cada centro, unas normas de R. P. que regulen la evacuación de los mismos.

Cualquiera que sea el tipo de residuos indicado en la figura 1, siempre tiene que contemplarse un almacenamiento y evacuación.

El almacenamiento en espera de su recogida o evacuación contemplará los siguientes aspectos (8):

- Los residuos se almacenarán de modo que se reduzca al mínimo la exposición de los trabajadores a las radiaciones.
- El tipo de la instalación de almacenamiento necesaria dependerá de la naturaleza de los residuos, de la manera como están embalados o confinados, de las radiaciones emitidas y de la razón por la que se almacenan.
- Las instalaciones de almacenamiento estarán debidamente señalizadas y sólo tendrán acceso a ella el personal autorizado. Si se hallan en un local cerrado deben tener ventilación adecuada para prevenir los riesgos inherentes a la inhalación de polvo y vapores.
- Se llevará un registro del mismo, como ya se ha dicho anteriormente (4).
- Si el almacenamiento es prolongado hay que tener en cuenta que pueden engendrarse riesgos en caso de incendio, corrosión de los recipientes y dispersión de sustancias radiactivas por animales.

Si el titular no está autorizado para su eliminación final, a mi entender, éste es el caso que corresponde a las instalaciones médicas, debe entonces contratar unos servicios determinados para la eliminación de los residuos que incluyan, por una parte, el transporte si es necesario, y por otra, la eliminación llevada a cabo por una entidad que se responsabiliza de todas las operaciones hasta transferirlas al repositorio autorizado.

Los servicios de transporte y eliminación pueden corresponder perfectamente a entidades distintas, y así es actualmente.

Para los servicios de transporte puede recurrirse a sociedades privadas siempre y cuando estén debidamente autorizadas.

Para la eliminación final de residuos, el único organismo responsable actualmente es la JEN.

COSTOS

Al hablar de residuos radiactivos, el primer factor a valorar es la seguridad, no obstante, uno puede olvidarse de un segundo factor muy importante, el económico.

El material de residuos radiactivos queda plasmado con tres parámetros: Volumen, forma y actividad (9).

El volumen ha de referirse al bulto para la eliminación (embalaje con su contenido radiactivo).

La forma se refiere obviamente a la forma física o química del residuo (y ello incluye frascos de vidrio o plástico, embalajes de fluidos orgánicos, etc.).

La radiactividad concierne al contenido de radionúclidos y a la actividad de los residuos.

Cada uno de estos parámetros pueden variar de un establecimiento a otro según el tipo de actividades clínicas.

Siguiendo el organigrama de la figura 1, se presenta a continuación un estudio del coste anual de los residuos radiactivos correspondientes al Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona, donde se dispone de las siguientes instalaciones radiactivas:

- Tres instalaciones radiactivas de 2.^a categoría, fuentes encapsuladas.
- Una instalación radiactiva de 2.^a categoría, fuentes no encapsuladas.
- Dos instalaciones radiactivas de 3.^a categoría, fuentes no encapsuladas.

Este estudio se divide en cuatro aspectos:

- La inversión en habitáculo y equipo que se precisará.
- El coste del transporte, alquiler y cargos de la JEN por acondicionamiento final en sus dependencias.
- El mantenimiento de la instalación y coste del personal que interviene en el proceso.
- El coste del material desechable.

T IV

FUENTES NO ENCAPSULADAS MAS UTILIZADAS EN MEDICINA (INSTALACION DE 3.^a CATEGORIA)

Radioisótopo	RADIACION		Período	Cantidad Alm. Sem. (M Ci)	Aplicación principal
	Tipo	Energía (Mev)			
H-3	Beta	0.018	12.26 A.	1	Kits para RIA
C-14	Beta	0.155	5760 A.	0.8	Estudio in vitro (inmuno. Citol.)
Co-57	Gamma	0.122	270.5 D.	0.5	Estudio in vitro (hematología)
Fe-59	Beta	0.47	45 D.	0.5	Estudio in vitro (Hematología)
	Gamma	1.10 y 1.29			
I-125	Gamma	0.035	60 D.	0.4	Kits para RIA

Se indican los radioisótopos de uso más corriente en una instalación de 3.^a categoría. Se utilizan todos «in vitro», bien sea para RIA u otros estudios inmunológicos, hematológicos, etc.

Como en la tabla anterior, se señala el tipo de radiación, energía, período, la cantidad almacenada semanalmente en la gammateca, por término medio, y su aplicación principal.

En el presente estudio de costes no se han tenido en cuenta cargos como:

- luz,
- agua,
- amortización edificio,
- limpieza,

ya que éstos al ser generales a todo el Centro vienen imputados a porcentajes y son de difícil distribución.

El personal valorado para el coste es el siguiente:

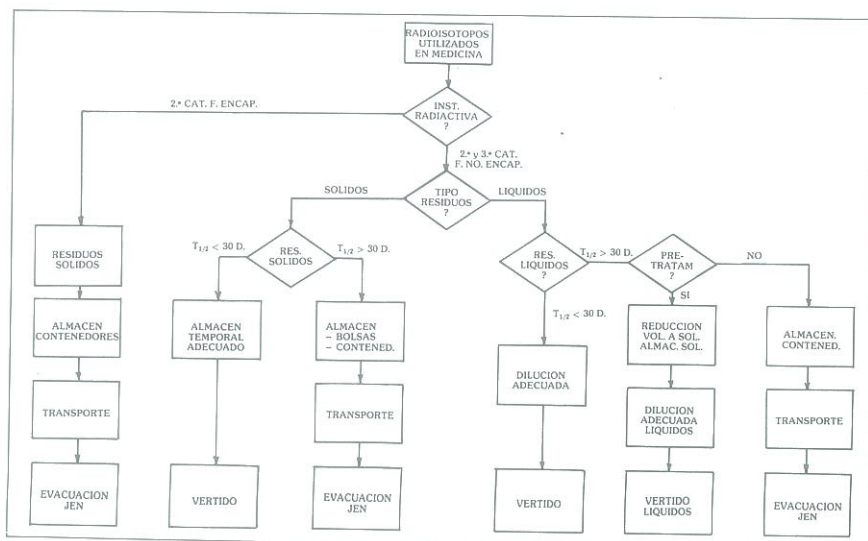
- Un Jefe de Radioprotección.
- Un Supervisor/instalación (fuentes no encapsuladas).
- Dos Operadores/instalación.

Los datos utilizados para este estudio se han basado en los residuos generados en el año 1982 y primer semestre de 1983.

RESIDUOS SOLIDOS DE VIDA CORTA ($T_{1/2} < 30$ días)

	Coste/litro Pesetas
Dispositivo de almacenamiento de residuos sólidos (en nuestro caso consiste en tres recipientes tipo pozo, de 80 l cada uno). Coste equipo: 800.000 pesetas.	
Amortización	133,33
Material fungible (bolsas galga 500 con cierre hermético, capacidad 25 l)	2
Coste/unidad: 45 pesetas.	
Personal: Repercusión coste del personal por litro residuos	209,3
COSTE TOTAL/LITRO	344,6

FI Proceso de los residuos radiactivos en centros médicos.



RESIDUOS SOLIDOS DE VIDA LARGA ($T_{1/2} > 30$ días)

	Coste/litro Pesetas
Diez Contenedores plomo transportables con capacidad cada uno para 80 l. Coste contenedores: 400.000 pesetas. Amortización	8
Transporte	60
Cargos JEN por recepción, acondicionamiento y almacenaje definitivo del material ..	199,7
Material fungible (bolsas) ...	2
Repercusión coste personal ..	209,3
COSTE TOTAL/ LITRO	479

RESIDUOS LIQUIDOS DE VIDA CORTA ($T_{1/2} < 30$ días)

	Coste/litro Pesetas
Dispositivo de almacenamiento, tratamiento y eliminación de residuos líquidos. Coste de la instalación	1.200.000
Se desconoce los litros/año que se producen de este tipo, ya que se vierten directamente una vez diluidos. Por ello se calcula el coste anual.	
Amortización instalación ...	120.000
Coste personal	156.671
TOTAL COSTE/ ANUAL	276.671

RESIDUOS LIQUIDOS DE LARGA VIDA ($T_{1/2} > 30$ días)

	Coste/litro Pesetas
Bidones especiales de 25 l en régimen de alquiler. (32 bidones/800 pesetas) 57.600 pesetas	72
Transporte	60
Cargos JEN por recepción, acondicionamiento y almacenaje definitivo	199,7
Coste personal	209,3
TOTAL COSTE/ LITRO	541

RESIDUOS FUENTES ENCAPSULADAS

	Coste/litro Pesetas
Iridio-192	
Contenedor especial	120.000
Coste personal	70.502
Transporte (se recoge una vez al año y se incluye en envío de sólido y/o líquidos)	—
TOTAL COSTE/ ANUAL	190.502
Cobalto-60	
Coste personal	70.502
Cargos por traslado personal especializado	225.000
TOTAL COSTE/ ANUAL	295.502

BIBLIOGRAFIA

1. Parker, R. P.; Smith, P. H. S., y Taylor, D. M.: *Basic Science of Nuclear Medicine*. Churchill, Livingstone, 1978.
2. Ribas Morales, M.: «Situación actual del problema de los residuos radiactivos en los centros hospitalarios». Mesa Redonda sobre Gestión de Residuos Radiactivos. Organizada por la SEPR, febrero 1983. Madrid.
3. Colección Seguridad, núm. 12. Tratamiento y evacuación de desechos radiactivos producidos por los usuarios de radiósotopos.
4. Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes («BOE», número 241, 8-10-82).
5. Safety Series, núm. 24. Basic factors for the treatment and disposal of Radioactive Wastes.
6. Normativa y procedimiento en la recepción de residuos radiactivos (JEN).
7. Precautions in the management of patients who have received therapeutic amounts of radionuclides (1978). NRCP, Report núm. 37.
8. The Handling, Storage, Use and Disposal of unsealed Radionuclides in Hospitals and Medical Research Establishments (1977). ICRP Publication 25.
9. Martín Martín, L., y San Segundo, T.: «Consideraciones sobre la evacuación de los desechos radiactivos de bajo nivel». *Revista Energía Nuclear*, núm. 137, mayo-junio (1982).

Viene de la página 23.

- (28) Mitchell, N. T., and Pentreath, R. G. (1982), «Monitoring in the North-East Atlantic Ocean for the Dumping of packaged Radioactive Waste», in *Proceedings of the Third International Symposium of the Society for Radiological Protection, Inverness*, volume 1, 120-125.
- (29) Noshkin, V. E. (1983), «Fallout Concentrations in Sediments and some biota from regions of the North-East Atlantic», in *NEA Interim Oceanographic Description of the North-East Atlantic Site for the*

Disposal of Low-Level Radioactive Waste. OECD, Paris, 119-124.

- (30) Ortins de Betancourt, A. O.; Vaz Carrero, M. C., and Sequira, M. M. (1980), «Contribution au control radiologique du milieu marin», in *Marine Radioecology*, Third NEA Seminar, OECD, Paris, 47.
- (31) Murray, C. N.; Kautsky, H.; Hoppenheit, M., and Domian, M. (1978), «Actinide Activities in Water entering the Northern North Sea», in *Nature*, 276, 225-230.

- (32) Murray, C. N.; Kautsky, H., and Eicke, H. F. (1979), «Transfer of Actinides from the English Channel into the Southern North Sea», in *Nature*, 278, 617-620.

- (33) Nilsson, M.; Dahlgaard, H.; Edgren, M.; Holm, E.; Mattsson, S., and Notter, M. (1981), «Radionuclides in Fucus from Inter-Scandinavian Waters», in *Impacts of Radionuclide Releases into the Marine Environment*, IAEA - SM - 248/111, Vienna, 501-514.