



IMSS

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

COMISIÓN DE BIOSEGURIDAD

LINEAMIENTOS GENERALES RECOMENDADOS PARA LA UTILIZACIÓN DE

I) SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS Y TÓXICAS

II) ISÓTOPOS RADIATIVOS

Revisado por la Dra. María Eugenia Chavarría Olarte

Estos Lineamientos Generales de Bioseguridad para la utilización de sustancias químicas peligrosas y tóxicas y de isótopos radiactivos están basados en: El Manual de la Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.



IMSS

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

COMISIÓN DE BIOSEGURIDAD

ÍNDICE

	Página
Introducción general	4
SECCIÓN I: Sustancias químicas peligrosas y tóxicas	4
Accidentes	5
Respuesta frente a situaciones de emergencia	5
Recomendaciones generales (1)	5
Derrames de fluidos	6
Kit para derrame de fluidos biológicos	6
Kit para derrame de sustancias ácidas, solventes orgánicos, etc.	7
Injuria personal	7
Manual para el trabajo seguro en el laboratorio de radioisótopos	9
Introducción	9
SECCIÓN II: Responsabilidades de los usuarios	11
Responsabilidades del supervisor del laboratorio de radioisótopos	11
Responsabilidades de los usuarios individuales	11



IMSS

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

ÍNDICE

SECCIÓN III: Reglas y procedimientos recomendados para la utilización de isótopos radiactivos	12
Procedimientos generales en el laboratorio	12
Recomendaciones para la utilización de radioisótopos en animales	14
Almacenamiento de material radiactivo	14
Transporte de material radiactivo fuera del laboratorio	15
Gestión de residuos radiactivos (general)	16
E.1. Residuos radiactivos sólidos	16
E.2. Residuos radiactivos líquidos	17
E.3. Viales de centelleo líquido, material de vidrio y plástico	18
E.4. Disposición de cadáveres de animales tratados con radiactivos	19
E.5. Métodos no aceptados para la disposición de desechos radiactivos	19
Procedimientos de emergencia	19
F.1. Injurias severas y exposición o contaminación	20
F.2. Exposición a radiación sin contaminación	20
F.3. Derrames radiactivos de niveles intermedios y altos	21
Puntos importantes	22
Gestión de residuos radiactivos	23
Disposición de desechos radiactivos sólidos	23
Disposición de desechos radiactivos líquidos	23
Procedimientos en derrames de productos radiactivos	23
Procedimientos de emergencia	24
Propiedades de los radioisótopos utilizados comúnmente	26
Normas Oficiales Mexicanas vigentes que regulan la utilización de sustancias químicas peligrosas y tóxicas y material radiactivo	28

INTRODUCCIÓN GENERAL

SECCION I: SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS Y TÓXICAS:

En un laboratorio de análisis clínicos no sólo existen riesgos de contagio de ciertas enfermedades por el contacto con muestras contaminadas, sino que el uso frecuente de ciertas sustancias químicas puede acarrear trastornos de salud, si el operador no conoce la peligrosidad de la sustancia. Estos trastornos pueden ir desde casos fatales inmediatos, como en la inhalación de vapores de Ácido Cianhídrico, a problemas a largo plazo, como el contacto frecuente con Fenol (hepatotóxico) u o-Toluidina (cancerígeno).

Para evitar estas consecuencias, existen normas de seguridad para la manipulación de sustancias químicas peligrosas. Aquí solamente mencionaremos como averiguar la peligrosidad de una sustancia química dada.

En 1965 el Consejo de Europa (Strasburgo) publicó un libro "amarillo" sobre Sustancias Químicas Peligrosas y propuestas concernientes a su etiquetadura. Dichas normas acogidas por los distintos gobiernos se han vuelto obligatorias. Los productos peligrosos se contra distinguen por medio de las siguientes letras:

E: Sustancia Explosiva; T: Sustancia Tóxica; O: Sustancia Comburente; C: Sustancia Corrosiva; F: Sustancia Inflamable; Xn: Sustancia Nociva; Xi: Sustancia Irritante.

Estas letras están impresas en la etiquetas e indican el riesgo característico del producto. Además, las etiquetas llevan también las indicaciones específicas relativas a cada producto. De esta manera se respetan fielmente las normas nacionales e internacionales y hacen efectiva la prevención de los accidentes.

Si un frasco, que contenga una droga, no presenta las especificaciones indicadas, y usted desconoce la peligrosidad de la misma, consulte antes de usarla. Un lugar al que puede acudir es en los catálogos de sustancias químicas ALDRICH o al Index Merck, en los cuales se especifican el grado de peligrosidad de la droga, como así también las formas de uso de la misma.

A continuación le ofrecemos una listado de sustancias químicas de uso común en los laboratorios de análisis clínicos, indicando su grado de peligrosidad y otras consideraciones sobre las mismas (datos extraídos de los catálogos de sustancias químicas ALDRICH).

FENOL	Altamente tóxico y corrosivo.
ACIDO PICRICO	Como sólido es tóxico.
NITRATO DE PLATA	Altamente tóxico.
CLORURO DE CALCIO	Irritante - Higroscópico.

CLORURO DE POTASIO	Irritante - Higroscópico.
CLORURO DE SODIO	Irritante - Higroscópico.
HIPOCLORITO DE SODIO	Corrosivo.
SULFATO DE COBALTO	Irritante - Higroscópico.
DICROMATO DE POTASIO	Altamente tóxico- Cancerígeno.
FLUORURO DE SODIO	Tóxico.
ACIDO NITRICO	Altamente tóxico.
HIDROXIDO DE SODIO	Tóxico - Corrosivo.
ACIDO BORICO	Irritante - Higroscópico.
CLOROFORMO	Altamente tóxico - Cancerígeno.
ACIDO FORMICO	Corrosivo - Higroscópico.
ACETONA	Irritante - Líquido Inflamable.

De esta manera, hemos intentado sintetizar normas de bioseguridad que permitan disminuir los accidentes ocurridos en los laboratorios, ya sean estos por desconocimiento o por negligencia de los operadores.

ACCIDENTES

Respuesta frente a Situaciones de Emergencia.

Existen numerosas Guías, Publicaciones, Videotape respecto al plan de acciones que debe realizarse o respuestas que deben ser llevadas a cabo luego que un accidente ha sucedido en un laboratorio. Es por ello que en el material que hoy les remitimos, trataremos de brindarle información concreta y actualizada frente a las diferentes situaciones de emergencia en las cuales nos podemos encontrar en nuestros laboratorios.

Tampoco debemos omitir la mención del hecho que existen numerosas Guías para los laboratorios especializados (clínico o de investigación) en los cuales se trabaja con diferentes tipos de materiales de un grado variable de peligrosidad para el operador.

Recomendaciones generales (1):

- Es muy importante confeccionar una guía para cada posible situación de emergencia que pueda generarse en el laboratorio y ubicarla en un lugar visible y de rápido acceso (por ej. en la pared de la mesada de trabajo, al lado de la puerta de acceso al laboratorio, etc.)
- Nunca debemos trabajar solos en el laboratorio (para poder recibir ayuda inmediata, en caso de necesitarla).
- Acceso limitado y restringido en áreas de trabajo con agentes biológicos y tóxicos.
- Los laboratorios deben estar ubicados en zonas separadas, a las cuales el público en general no debe tener acceso.
- Registrar diariamente los procedimientos realizados en el laboratorio, en los cuales no estén involucrados los laboratoristas; ej.: personal de reposición, personal de limpieza, personal de administración, etc.

- Limitar el horario de visitas, reposiciones, reparaciones, etc., hacerlo fuera del horario habitual de trabajo.
- Mantener cerrado con llave (fuera de los horarios de trabajo) todo lugar donde se almacenen material biológico y tóxico, como freezers, heladeras, cabinas, alacenas, depósitos.

Derrames de fluidos:

Si bien es importante la velocidad con que se actúa en estas situaciones, es más importante aún la tranquilidad necesaria para poder pensar con claridad; por eso es útil tener a mano un "Kit" preparado para situaciones relacionadas con cualquier tipo de derrame, es por ello que uno debe necesariamente estar preparado para un accidente de este tipo.

Los siguientes son ejemplos de los materiales que harían falta en casos de derrame (2),(3):

Kit para derrame de fluidos biológicos:

- *Guantes*, en lo posible de goma, resistentes y comprobar que estén sanos, si no es posible utilizar por lo menos doble guante tipo látex.
- *Descartadores*, cumpliendo las condiciones necesarias para cada situación (deben ser recipientes de paredes rígidas, de fácil transporte y manipulación, base plana para el correcto apoyo, contener una solución desinfectante en la concentración correspondiente, respetar el volumen de llenado del mismo, poseer la tapa del mismo, permitir el ingreso pero el egreso del material).
- *Pinzas*, tipo coger, que sea de material que no se deteriore y de fácil desinfección y esterilización.
- *Solución desinfectante*, con la concentración efectiva necesaria y de reciente preparación para evitar deterioro y baja actividad microbicida (ej.:Hipoclorito de Sodio, 0,5%).
- *Material absorbente*, pueden ser toallas de papel descartables, ubicarlas sobre el material derramado, cubrirlo por completo, y luego verter sobre todo ese material una solución desinfectante en cantidad y concentración adecuada, dejándola actuar el tiempo necesario (mínimo 30 minutos).
- *Barbijos*, si es necesario utilizarlos, dependiendo del material que se trate (ej.: esputo).
- *Protectores faciales*, necesarios para evitar cualquier tipo de salpicaduras en el limpiado del derrame.
- *Batas descartables*, para evitar contaminar la ropa de trabajo.
- *Cubrecazados*, para evitar diseminar el derrame por todo el laboratorio (esto puede realizarse cubriéndose el calzado con doble/triple bolsas de nylon, resistente y que estén íntegras).

(*) Si ocurre la rotura de un tubo (conteniendo material biológico) dentro de una centrifuga, no abrirla por lo menos por 30 minutos, para evitar la dispersión de aerosoles; luego de este tiempo colocarse toda la indumentaria antes

mencionada y proceder a la descontaminación del aparato, y luego limpiarlo con alcohol isopropílico preferentemente, ya que es menos corrosivo que el alcohol etílico.

(**) Si el material derramado contiene patógenos que se transmiten por vía aérea (esputo, Mycobacterium Tuberculosis, Nivel 3 de Bioseguridad), abandonar inmediatamente el área (por lo menos por 30 minutos), y luego ingresar a la zona del derrame con toda la indumentaria necesaria, focalizando la protección, en las vía aéreas, y realizar la descontaminación y limpieza del lugar.

Kit para derrame de sustancias ácidas, solventes orgánicos, etc.:

- *Indumentaria protectora:*
- protectores faciales,
- chaquetillas o guardapolvos,
- doble/triple guantes,
- protección respiratoria (en el caso de generarse gases tóxicos; a parte en este caso es necesaria la ventilación *inmediata* adecuada del lugar de trabajo).
- *Pinzas*, utilizarlas SIEMPRE para recoger todo tipo de material derramado (NUNCA hacerlo directamente con las manos)
- *Material absorbente*, para la limpieza de la sustancia derramada, la cantidad necesario, y cuantas veces haga falta.
- *Sustancias neutralizantes*, conociendo las sustancias ácidas con las que se trabaja, tratar de tener sustancias neutralizantes de amplio espectro.
- *Limpieza*, utilizar soluciones removedoras varias veces, y descartar todo, tratando de NO tocar nada con las manos.
- *Bolsas plásticas*, para desechar el material de limpieza; cerrarlas bien, luego sellarlas, y por último rotularlas explicando el contenido.

Injuria personal:

Sustancias químicas: Inmediatamente que ocurre el accidente realizarse una ducha con abundante agua y quitarse la vestimenta, para poder lavarse y enjuagarse la superficie de la piel afectada.

Agentes biológicos: Herida punzo-cortante (pinchazo); sacarse el guante, localizar la zona de la herida y apretarse repetidas veces por varios minutos bajo una corriente de agua, aplicarse luego una solución desinfectante, como povidona yodo (NO hipoclorito de sodio, o cualquier solución de este tipo que destruye las membranas celulares).

Si el accidente fue una salpicadura en la conjuntiva, lavarse con agua corriente de presión moderada para que penetre bien, por un periodo aproximado de 15 minutos.

Luego de una injuria personal con agentes biológicos es necesaria la evaluación de una Profilaxis Post-Exposición (ver pág. 5)

SIEMPRE en todos los casos deben reportarse los accidentes a los superiores, quedando todo debidamente documentado en el libro del laboratorio (fecha, hora, descripción del accidente, etc.). Luego la persona accidentada deberá realizarse un monitoreo médico periódico o continuo (dependiendo la situación), en todos los tipo de accidentes.

Lo mas importante frente a la situaciones de emergencia es *estar preprado*; es por ello que se deben tener confeccionadas guías para las diferentes situaciones que se puedan plantear en un laboratorio, uno *debe* pensar en ello. Hay que recordar que sabiendo lo que setiemne que hacer uno puede actuar rápidamente, y eso *puede salvar vidas*

SECCION II: RESPONSABILIDADES DE LOS USUARIOS

SECCION III: MANUAL PARA EL TRABAJO SEGURO EN EL LABORATORIO DE RADIOISÓTOPOS

Introducción

El objetivo de este manual es el de presentar las regulaciones y los procedimientos básicos recomendados para el trabajo seguro con fuentes de radiación en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba a los fines de proteger a los individuos y prevenir la contaminación.

La Radiación es un instrumento inestimable para la enseñanza y la investigación y, correctamente usado, puede proporcionar grandes ventajas a la humanidad con poco o ningún riesgo. Sin embargo, el empleo inapropiado puede acarrear el riesgo de irradiación que puede resultar en enfermedades crónicas, heridas, o hasta la muerte. Los peligros conocidos en orden de su importancia son: la deposición de materiales radiactivos en el cuerpo, la exposición externa a neutrones, a los rayos gamma y X, y a la radiación beta.

El empleo de fuentes de radiación implica la aceptación por el usuario de alguna exposición agregada a la radiación natural de fondo a la que el hombre siempre está expuesto. El sentido común dicta que tales exposiciones en el personal y los niveles de contaminación deberían ser mantenidos al mínimo y compatibles con la relación costo / beneficio. Para ello el usuario debe cumplir con los siguientes puntos:

- Poseer el conocimiento adecuado
- Contar con el equipo adecuado
- Tener la habilidad y disposición para usarlos.

La disposición apropiada significa una perspectiva equilibrada hacia la radiación. La radiactividad debe ser respetada, no temida. El miedo implica no sólo la falta de comprensión y conocimiento, sino también la falta de confianza en sí mismo. El respeto por la radiación implica poseer el conocimiento y la comprensión de sus peligros potenciales.

Debido a que nuestros sentidos son incapaces de percibir las radiaciones es necesario, adquirir la conciencia del riesgo al que el operador está expuesto. Este Manual fue diseñado para ayudar al personal de Facultad de Ciencias Químicas de la U.N.C en la realización de la enseñanza y la investigación con fuentes de radiación en forma segura, legal y eficiente sin imponer restricciones innecesarias hacia el trabajo de las personas. Reglas detalladas y recomendaciones acerca de todas las eventualidades no pueden ser presentadas en la forma concisa debido a la amplia variedad de fuentes de radiación, instalaciones y situaciones. Algunas de estas reglas pueden estar

sujetas a la modificación en circunstancias que implican condiciones nuevas o inesperadas

El fiel seguimiento de estas normas asegurará los datos del operador, su seguridad personal como la de sus compañeros y el cuidado del medio ambiente.

Las reglas de este Manual son insuficientes para el trabajo con radioisótopos que decaen por emisión de partículas alfa o por fisión espontánea. Para la utilización de estos radioisótopos, deberán realizarse reglamentaciones especiales especificando límites sobre cantidades, el equipo, y procedimientos para cada tipo particular de estos radioisótopos.

Los materiales que contienen la radiactividad natural en concentraciones que no exceden la del potasio natural (10^{-9} Ci/gr) están exentos de estas regulaciones.

En general, es responsabilidad del usuario individual de radiación entender y realizar sus operaciones en una manera aceptable para reducir al mínimo los peligros para él y sus compañeros de trabajo.

SECCION II: RESPONSABILIDADES DE LOS USUARIOS

Responsabilidades del Supervisor de Laboratorio de Radioisótopos

Además de asumir todas las responsabilidades de un usuario individual de radiación, el Supervisor de laboratorio debe:

1. Ser responsable de que todo el personal, en particular el personal con acceso a fuentes de radiación, bajo su jurisdicción esté correctamente instruido y procurar que los usuarios posean las habilidades necesarias y la disposición para enfrentarse con la radiación en forma segura. Además, debe asegurarse que las personas bajo su supervisión poseen conocimientos sobre:
 - El contenido de este Manual y como se aplica a su trabajo.
 - Regulaciones Federales, Estatales, y locales aplicables
 - La naturaleza de las fuentes de radiación que utiliza y sus riesgos particulares
 - La apropiada utilización de los instrumentos en el área, especialmente sobre sus limitaciones.
 - Los procedimientos de rutina para el manejo de radioisótopos en forma segura.
 - Los procedimientos de emergencia.
2. Determinar los tipos de fuentes de radiación, el equipo, las instalaciones y los procedimientos necesarios trabajar con cada una de ellas.
3. Preparar para el personal a su cargo en forma escrita la rutina de procedimientos de emergencia aplicables para sus operaciones cuando sea necesario o deseable.
4. Asegurar que los procedimientos para la compra, la adquisición, el empleo, y la transferencia de materiales radiactivos estén bajo en su supervisión. Esto incluye los registros exactos que se mantienen como inventario y la disposición de fuentes o partes de ellas.
5. Comprobar rutinariamente el equipo protector e instrumentos para asegurarse que trabajan correctamente.

Responsabilidades de los usuarios individuales

Los usuarios individuales son en última instancia los responsables del empleo seguro de las fuentes de radiación a las que tienen el acceso.

Son sus deberes:

1. Mantener su exposición a niveles tan bajos como sea posible.
2. Utilizar los dispositivos para monitorear exposición en forma adecuada (si correspondiere).
3. Estar familiarizado con todas las secciones de este Manual aplicable a su trabajo.

4. Estar familiarizado con la naturaleza de las fuentes de radiación que manipula, el grado de riesgo potencial y la utilización del blindaje apropiado para trabajar en forma segura.
5. Supervisar su área de trabajo con frecuencia para evitar la contaminación.
6. Limpiar salpicaduras menores inmediatamente.
7. Eliminar los desechos de una manera apropiada.
8. Observar que las fuentes radiactivas, contenedores, y el área de trabajo estén correctamente señalizadas.
9. Asistir a su supervisor en el mantenimiento de los registros e inventarios requeridos.
10. Impedir a las personas no autorizadas tener el acceso a fuentes de radiación en su área de trabajo.
11. No permitir al personal de maestranza la realización de tareas de mantenimiento o reparación de instalaciones equipos a no ser que haya sido previamente aprobado por el supervisor de laboratorio.
12. Notificar a su supervisor sobre la ocurrencia de dificultades inesperadas.
13. Estar preparado para manejar accidentes o heridas utilizando el sentido común y en el espíritu de los Procedimientos de emergencia (Sección II). Notificar y buscar la asistencia de su supervisor en forma inmediata.

Reglas y Procedimientos Recomendados para la utilización de Isótopos Radiactivos.

Procedimientos generales en el Laboratorio

1. El orden y la limpieza deben ser mantenidos en todos los laboratorios donde material radiactivo está presente a los fines de prevenir la contaminación interna.
2. No permita la entrada de visitantes sin la aprobación del supervisor de laboratorio.
3. Respete las normas de Protección Externa:
 - Blindaje: Trabajar con protección apropiada para cada caso.
 - Tiempo: Organizar con anticipación el esquema de trabajo para permanecer el menor tiempo posible frente a la fuente de radiación.
 - Distancia: Trabajar a la mayor distancia posible de la fuente de emisión a fin de reducir la exposición.
4. Respete las normas de Protección Interna:
 - No fumar ni masticar goma de mascar.
 - No comer, no beber ni aplicarse cosméticos en el laboratorio de radioisótopos
 - No humedecer etiquetas con la boca
 - Nunca pipetear con la boca. Use perillas de goma, jeringas, o dispositivos mecánicos.
 - Los refrigeradores del cuarto de radioisótopos no deben ser utilizados conjuntamente para otras drogas y reactivos y materiales radiactivos.
 - Lave sus manos y brazos exhaustivamente, luego de finalizado su trabajo, antes de manipular cualquier objeto que va a la boca, la nariz,

- u ojos (por ejemplo, cigarrillos, cosméticos, productos de alimentación). Mantenga las uñas cortas y limpias.
5. Cuando se está poniendo a punto un nuevo procedimiento o metodología que utilice isótopos radiactivos, se recomienda realizar una o más prácticas previas con materiales no-radiactivos a los fines de probar la eficacia del procedimiento y la utilización de los equipos, y evitar así tiempo de exposición innecesario.
 6. Fraccionar la menor cantidad posible de radioisótopo necesaria para la experiencia a realizar en el laboratorio.
 7. No trabaje con materiales radiactivos si tiene alguna lastimadura en la piel.
 8. Utilice siempre guantes y guardapolvo. Ropa protectora adicional (máscaras, cubiertas de zapato) puede ser necesaria para algunos procedimientos.
 9. Cambie de guantes una vez por hora cuando trabaje con TRITIO (50mCi o mas)
 10. Limpie salpicaduras menores inmediatamente. Para derrames mayores siga los procedimientos de emergencia.
 11. Siempre que sea posible, las operaciones con materiales radiactivos deberían ser realizadas en una campana o algún otro tipo de sistema cerrado. Las operaciones con materiales susceptibles a la distribución atmosférica, como el hervor, la evaporación o la destilación deben ser realizadas en una campana con extracción de aire.
 12. La mesada de trabajo y los bancos deben ser de un material no-poroso, químico resistente.
 13. Las superficies de trabajo deben ser cubiertas con material impermeable (hoja de polietileno) y sobre éste un material absorbente (papel de filtro). Luego desechar el papel como residuo sólido.
 14. Cuando el trabajo se ha terminado cada persona limpiará su propia área de trabajo y dispondrá o almacenará en forma apropiada todos los materiales radiactivos y equipos utilizados.
 15. Las bombas de vacío usadas en sistemas que contienen radioisotopos no deben agotar su aire en el cuarto o en las ventanas.
 16. Los gases de combustión no deben ser expulsados cerca de ventanas o de tomas de aire del edificio.
 17. Los laboratorios deben disponer de contenedores especiales para desechos radiactivos. Estos llevarán las palabras "PRECAUCIÓN, DESECHOS RADIATIVOS".
 18. El personal de maestranza no debería limpiar bancos, mesadas ni instrumentos, etc., sólo se permite la limpieza de pisos y ventanas. El personal de laboratorio es responsable del resto del orden y la limpieza del resto del cuarto.
 19. Reparaciones de instalaciones (electricidad, cañerías, etc) no deben ser realizadas sin previa autorización del Supervisor de Laboratorio de Radioisótopos.
 20. Monitorear el área de trabajo y los instrumentos a utilizar así como el material de vidrio, antes de comenzar y al terminar, controlando también guardapolvo y manos.
 21. Identificar cada mesada del laboratorio con el isótopo radiactivo empleado.

Recomendaciones para la utilización de radioisótopos en animales

1. Las áreas en las que los animales son mantenidos deben ser fijadas conforme a las exigencias de la CONEA??.
2. Las cajas o jaulas deben tener etiquetas que contengan la siguiente información: el isótopo utilizado, la cantidad de radioisótopo administrado y la fecha en que se administró, mediciones de los niveles de radiación externa, y el nombre del individuo responsable. Estas cajas o jaulas deben estar separadas de aquellas que contengan animales no-radiactivos.
3. La ventilación debería ser adecuada a los fines de manejar el posible desarrollo de radiactividad. Esto, en algunos casos, puede requerir el empleo de una campana o sistemas de control ambiental.
4. La disposición de excreta vía la alcantarilla puede ser permitida con previa autorización.
5. Si la excreta está mezclada con el material que forma el lecho de la caja (viruta) debe ser manipulada y desechada al igual que los desechos radiactivos secos.
6. Los métodos de disposición para cadáveres deben ser los recomendados por este manual.
7. Los animales tratados con isótopos radiactivos deben ser cambiados, alimentados y limpiados por el investigador responsable del experimento, liberando de toda responsabilidad al encargado de bioterio.

Almacenamiento de material radiactivo

1. Tanto el laboratorio de radioisótopos como las áreas de almacenamiento (cuartos, refrigeradores, etc.) deben permanecer cerrados en los momentos que no están siendo utilizados a los fines de prevenir el robo y el empleo no autorizado de los materiales radiactivos.
2. Materiales radiactivos almacenados en áreas ocupadas serán protegidos conforme a ALARA: "que la irradiación que emitan sea tan baja como sea posible". Una regla buena para seleccionar contenedores de almacenamiento consiste en que el nivel de radiación sea menor de 200 mR/hr en superficies accesibles y menor de 10 mR/hr a un metro de la fuente. Considerando que la distancia normal de trabajo sea tal que nadie probablemente va a exceder el 10 % de las dosis permitidas de radiación o 100 mrem en un solo mes.
3. Se recomienda la utilización de contenedores irrompibles para el almacenaje de líquidos radiactivos. Las botellas y otros contenedores frágiles usados para el almacenaje deben ser mantenidos en contenedores irrompibles, herméticos o bandejas capaces de contener el volumen entero del líquido almacenado allí.
4. Gases radiactivos y las formas volátiles de radioisótopos deben ser almacenados en un área bien ventilada, preferentemente en una campana.
5. Todas las muestras activas, inclusive fuentes de calibración, independientemente de su actividad, deben ser etiquetadas con la información exacta sobre el contenido así como el nombre de la persona

responsable de la muestra. Deben llevar las palabras "PRECAUCIÓN, MATERIAL RADIATIVO".

6. El área de almacenamiento debe ubicarse lo más alejada posible del resto del laboratorio y dependiendo de los radioisótopos que maneje consistirá en un recinto aislado con materiales especiales, convenientemente blindado.

Transporte de material radiactivo fuera del laboratorio

1. Derrames de material radiactivo en áreas como pasillos y escaleras son generalmente más serios que derrames similares en laboratorios debido a la dificultad en el control del acceso al área contaminada. Por lo tanto, precauciones suplementarias, esto es, contenedores dobles o embalajes especiales, son necesarios para transportar el material radiactivo de un laboratorio o el cuarto de almacenaje a otro.
2. El contenedor externo en el que el material radiactivo es transportado debe estar sellado y debe ser de material irrompible. Cuando la naturaleza del trabajo requiere el transporte frecuente y rutinario de radiactividad entre laboratorios y áreas de almacenaje, se sugiere utilizar equipo especial diseñado para que el transporte sea fácil y seguro.
3. Cuando un líquido radiactivo es transportado en un contenedor frágil, esto debe ser rodeado por bastante material absorbente para fácilmente absorber todo el líquido radiactivo.
4. Una señal de advertencia o la etiqueta deben estar pegados al exterior del contenedor si una cantidad de material radiactivo mayor que un mCi es transportada o si el nivel de radiación en cualquier superficie accesible del contenedor es mayor que 5 mR por hora. La señal llevará las palabras "PRECAUCION, MATERIAL RADIATIVO" fácilmente legible.
5. Un dispositivo de manejo remoto debe ser utilizado para transportar un contenedor cuya radiación de superficie sea mayor de 200 mR/h. El dispositivo será construido para proporcionar bastante distancia o protegiendo para reducir el nivel de radiación a menos de 200 mR/h. en la posición del operador. La facilidad de manejo y la certeza de operación será la consideración principal en el diseño de tales dispositivos para reducir el tiempo de exposición.
6. Para disminuir la posibilidad de accidentes y reducir la exposición arbitraria a los miembros de la población general, el movimiento de radiactividad debería ser restringido a periodos cuando el tráfico en pasillos y sobre escaleras es menor. Transite rápidamente. Evite paradas innecesarias a lo largo del camino. Nunca abandone la radiactividad desatendida en cualquier lugar, salvo un área de almacenaje cerrada. No almacene productos radiactivos en otros sitios. Sólo se permite su almacenamiento en los laboratorios de radioisótopos autorizados.
7. Controle contaminación en el contenedor después del retiro de la fuente. Esto no sólo prevendrá la reutilización de contenedores contaminados, sino que también servirá para chequear pérdidas en las fuentes.
8. Si un derrame ocurre fuera del laboratorio, no abandone el área a no ser que sea necesario dar atención inmediata de emergencia al personal implicado en el derrame. Fije una guardia y restrinja el acceso al área

contaminada hasta que procedimientos perfilados en la Sección II, "Casos de urgencia", puedan ser cumplido.

Gestión de residuos radiactivos (general).

En esta sección se describirán procedimientos generales para el transporte, el manejo, y el almacenamiento de desechos. En circunstancias especiales, el supervisor de laboratorio de radioisótopos puede imponer procedimientos adicionales si es necesario.

NOTA. Los supervisores de laboratorio se deben asegurar, antes de la utilización de cualquier material radiactivo, que exista o pueda adecuarse un método para la disposición de los desechos radiactivos de tal material.

1. Cada Supervisor de Laboratorio de Radioisótopo debe mantener los registros exactos de los tipos, cantidades, y las formas de radioisótopos que son colocados en la basura radiactiva que es liberada de su laboratorio. Los registros mantenidos por el Supervisor de laboratorio pueden ser basados sobre cálculos o sobre medidas.
2. Los contenedores radiactivos deben estar colocados tan cerca del área de trabajo como sea posible a los fines de reducir al mínimo la probabilidad de derrame durante la transferencia de la basura a los contenedores.
3. Los contenedores no deben ser almacenados en vestíbulos, debajo de la escalera u otras áreas incontroladas.
4. Independientemente de su contenido, cada contenedor radiactivo será etiquetado "PRECAUCIÓN, MATERIAL RADIATIVO".
5. Cuando trabaje o transfiera desechos radiactivos, el individuo debería llevar guardapolvo y guantes descartables.
6. Los desechos radiactivos que contienen cancerígenos, material biológico riesgoso, o sustancias químicas muy peligrosas deben ser inactivadas, si es posible, y embalados de tal modo que ellos presenten peligros mínimos a la gente que maneja los desechos.

E.1. Residuos Radiactivos Sólidos.

Generalmente, los desechos radiactivos sólidos son eliminados mediante el envío a la CNEA y el subsiguiente entierro en sitios específicos para desechos radiactivos de bajo nivel. Ya que la disponibilidad de estos sitios está sujeta a factores tecnológicos, políticos y sociales, la F.C.Q. no puede asumir que estos sitios de disposición estarán disponibles. Por consiguiente, todos los usuarios de radioisótopos deben hacer un esfuerzo para REDUCIR AL MÍNIMO el volumen de desechos radiactivos generados en sus laboratorios.

1. Específicamente, los desechos sólidos que contienen radioisótopos radiactivos con PERÍODO DE SEMIDESINTEGRACION (T) inferior a noventa días no deben ser eliminado como desechos radiactivos. Estos desechos deben ser mantenidos para la descomposición hasta que los niveles de radiactividad nominales se hayan hecho indistinguibles

(estadísticamente) de niveles de fondo. Deberán retenerse por un tiempo igual o superior a ocho (8) períodos de semidesintegración, al cabo de los cuales serán gestionados como residuos convencionales o como residuos patógeno, según corresponda, retirando previamente su identificación como material radiactivo. Un contador Geiger de ventana puede ser utilizado para supervisar contaminaciones con emisores beta y gama. Este método no puede ser aplicado siempre que TRITIO o cualquier emisor alfa pudieran estar presentes en el desecho.

2. Los desechos sólidos que pudieran contener isótopos con T mayores a noventa días o los isótopos que emiten alfa de cualquier T serán tratados como desecho sólido radiactivo
3. Es responsabilidad del Supervisor de Laboratorio de Radiactivo asegurar el almacenaje apropiado para desechos radiactivos generados en su laboratorio.
4. Cada contenedor para sólidos radiactivos será señalado con "PRECAUCION, MATERIAL RADIOACTIVO".
5. NINGUN LÍQUIDO puede ser eliminados en la basura sólida.
6. Todos los contenedores sólidos radiactivos deben ser llenados con bolsas de plástico.
7. Los residuos sólidos (tales como jeringas, agujas y material de vidrio) conteniendo material radiactivo deberán ser acondicionados de manera adecuada para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.
8. La basura radiactiva sólida debería ser segregada en tres categorías:
 - Los artículos de vidrio y plásticos que no pueden ser descontaminados fácilmente.
 - Desechos de papel.
 - Desechos sólidos que esperarán su decaimiento. Esta basura puede contener vidrios, plásticos y papel juntos. Deben contener una etiqueta que indique: tipo de isótopo, responsable y fecha en la cual puede eliminarse como material no-radiactivo (calcular 8 T).

E.2. Residuos Radiactivos Líquidos

Básicamente existen dos tipos de residuos radiactivos líquidos generados por laboratorios de investigación en la F.C.Q de la U.N.C.

El líquido radiactivo mas común es acuoso: los materiales están disueltos en el agua o sea uniformemente distribuidos en un líquido que principalmente está compuesto por agua. Tal desecho puede ser eliminada por dilución en la cloaca (si tienen bajos niveles de radiación) o por otros métodos a determinar por el Supervisor.

El otro tipo de líquido radiactivo es el cóctel de centelleo líquido que está compuesto de material volátil, inflamable, tóxico, orgánico que no puede ser eliminado por la cloaca. Este material debe ser quemado o evaporado.

Otro tipo de desecho líquido que no sea soluble o fácilmente solubilizable en el agua debe ser tratado en forma especial a convenir con el supervisor de laboratorios.

Todo desecho radiactivo líquido será almacenado y eliminado según las exigencias siguientes:

1. No-acuoso (menos del 10 % de agua) será almacenado en contenedores irrompibles plásticos de capacidad de 5 a 20 litros y se permitirá que evaporen en sitios previamente destinados para tal fin.
2. Los desechos no-acuosos que contengan residuos sólidos deben ser filtrados antes de colocarlos en los contenedores.
3. La gama de pH de cualquier basura acuosa será ajustada entre 6.8 y 8.0.
NOTA: Existen problemas especiales que implican reacciones químicas entre las mezclas de desechos líquidos. La disposición de cianuros en la basura ácida líquida terminará en la producción de cianuro de hidrógeno, un gas muy tóxico. También debe tomarse cuidado especial cuando se elimina tejido que ha sido digerido en ácido nítrico debido a que pueden formarse óxidos de nitrógeno que pueden hacer que el contenedor explote. El Supervisor de laboratorio debe asegurarse que no ocurrirán reacciones químicas en contenedores líquidos.
4. Los desechos acuosos con actividad baja pueden ser eliminados por la cloaca permitiendo que el agua corra. Las cantidades y las concentraciones de radiactividad que puede ser eliminada de esta manera son limitadas según reglas y regulaciones. Según las Regulaciones IDNS, EL UIUC puede liberar, cada año, un total de cinco curies de H-3, un curie de C-14, y un total de un curie de todos otros isótopos, combinados.
5. A los fines de lavar el material de vidrio contaminado debe asignarse una piqueta especial que debe estar convenientemente señalizada.
6. Los desechos orgánicos, solventes o el cóctel de centelleo líquido no serán eliminados en la cloaca bajo ninguna circunstancia.

E.3. Viales de centelleo líquido, material de vidrio y plástico

1. Los viales utilizados para el contador de centelleo líquido deben ser lavados, descontaminados (solo si es necesario) y reciclados o desechados como basura no-radiactiva seca.
2. Los frascos que contuvieron líquidos en el que la concentración de C-14 o H-3 era al inicio menos de 0,05 uCi/ml no tienen que ser descontaminados y deberían ser eliminados con la basura común no-radiactiva sólida después de haber sido vaciados. Posiblemente esta sea la situación de viales de centelleo líquidos utilizados en la mayoría de las prácticas que se desarrollan en nuestra facultad previa evaporación del solvente orgánico.
3. Después de que los viales contaminados han sido lavados, una muestra representativa del grupo lavado debe ser contada para determinar la eficacia del lavado. Si la media de las c.p.m. es menor que dos veces el nivel de fondo, los contenedores pueden ser eliminados como basura no-radiactiva. Los contenedores que no pueden ser descontaminados deben ser eliminados como basura sólida radiactiva.
4. La mayoría de los utensilios de vidrio (tubos de ensayo, frascos, etc.) pueden ser descontaminados y posteriormente sometidos al lavado de rutina (o un remojo de noche) con un detergente de fuerza industrial.

E.4. Disposición de cadáveres de animales tratados con radiactivos

Los cadáveres de animales tratados con radiactivos deben ser eliminados por incineración. Es responsabilidad del usuario hacer disposiciones previas para la eliminación de cadáveres radiactivos de animal hasta el momento de ser incinerados:

1. Todos los cadáveres deben ser congelados y empaquetados en forma doble en bolsas de plástico grueso opacas y etiquetados con la cinta que indique "Radiación"
2. No más que 10 kilogramos de cadáveres pueden ser colocados en cada bolsa.
3. Cada paquete debe contener la siguiente información: a). Nombre del investigador responsable. b). Fecha de embalaje. c). Especie de animal (es) en cada paquete, d). Número total de animales en cada paquete, e). El peso del paquete (note que la masa total de cadáveres en cada paquete no debe exceder 10 kilogramos), f). La cantidad y tipo de radioisótopo (uCi) de cada paquete en el tiempo en que el paquete fue sellado y etiquetado, g). La concentraciones actividad en tejido (uCi por g) de radioisótopos en cada paquete.

E.5. Métodos no aceptados para la disposición de desechos radiactivos

1. NINGUN LÍQUIDO pueden ser eliminados en los desechos sólidos.
2. ELIMINACIÓN POR ENTIERRO EN EL SUELO. En ningún caso el personal debe enterrar desechos radiactivos.
3. ELIMINACIÓN EN LA CLOACA. En ningún caso los desechos radiactivos líquidos deben ser liberados en la cloaca sin la autorización del supervisor.

Procedimientos de emergencia.

En cualquier emergencia de radiación, la Protección de Personal es primero, el confinamiento de la radiactividad después.

El personal debe estar familiarizado con los procedimientos que deben llevarse a cabo cuando una contaminación ocurre.

- Procedimientos destinados a tratar Contaminación Interna:
 - Heridas: Favorecer el libre sangrado y la disminución del retorno venoso. Lavar con agua estéril o salina.
 - Tracto Respiratorio: Inhalación de DPTA, la quelación de transuránidos o tierras raras por el DPTA conduce a la formación de complejos que rápidamente pueden ser eliminados por vía urinaria. Lavado Pulmonar, se utiliza para remover partículas relativamente insolubles. Este procedimiento excepcional, debe ser llevado a cabo por un especialista.
 - Tracto Digestivo: Administrar compuestos tales como adsorbentes, antiácidos, laxantes, etc. COMO primera medida para reducir la

incorporación del elemento. Existen productos especiales que favorecen la insolubilización en la luz intestinal del contaminante y aceleran el tránsito intestinal para limitar la irradiación del tubo digestivo, como fosfato de aluminio en gel e hidróxido de aluminio.

Una vez que el material radiactivo ha pasado al torrente sanguíneo, la aplicación de un tratamiento precoz puede prevenir su deposición en tejidos y órganos. Existen diferentes procedimientos para los cuales se recurre a personal específicamente capacitado.

- Procedimientos destinados a Contaminación Externa:
 - Procedimiento decontaminante no específico:
 - Monitorear la zona contaminada con el fin de delimitar la superficie a decontaminar
 - Lavar la zona con abundante agua y jabón líquido, valiéndose de esponja de poliuretano o cualquier material no abrasivo a fin de formar espuma .
 - En todo momento evitar cualquier lesión o daño en la piel durante el proceso de decontaminación.
 - Secar con material absorbente.
 - Los movimientos decontaminantes se realizarán de afuera hacia adentro, en el área salpicada, evitando contaminar zonas libres de depósito de radiación.
 - Monitorear nuevamente y verificar que no queden residuos de contaminación. En caso de verificarse residuos radiactivos solicitar el asesoramiento de personal entrenado para tal efecto.

En cada caso, el supervisor del laboratorio debe ser notificado cuanto antes. Sin embargo, la emergencia puede demandar otras acciones inmediatas antes de que esto sea realizado. Es imposible preparar un conjunto de reglas específicas y los procedimientos que cubrirían cada eventualidad. Por lo tanto, los párrafos siguientes presentan un conjunto de las directivas generales las que cada individuo frente a una situación inesperada recordará y modificará según le dicte su sentido común y las circunstancias.

F.1. Injuria severa y exposición o contaminación

En el caso de que el personal haya recibido irradiación o contaminación radiactiva además de la herida física que requiere la ayuda inmediata médica, llame al Servicio de Emergencia. Cuando la ambulancia llegue, informe el personal de emergencia que el paciente podría estar contaminado. También sería importante que alguna persona familiarizada con el incidente acompañara el herido para proporcionar información como: la naturaleza de las heridas, niveles de radiación, la naturaleza física y química de la contaminación, etc. También, siga instrucciones para derrames radiactivos de niveles intermedios y altos.

F.2. Exposición a radiación sin contaminación.

En caso del exceso de exposición simple, haga lo necesario para terminar o limitar la exposición e impedir que otros se expongan. Si hay exceso de exposición a todo o cualquier parte del cuerpo, el individuo debe notificar a la ART???? Radiación de Campus el Oficial De seguridad (244-7605)???? La prioridad es la estimación de la dosis absorbida a fin de establecer un pronóstico evolutivo.

F.3. Derrames radiactivos de niveles intermedios y altos.

En caso de un accidente serio que implique contaminación del personal o el equipo (inclusive los puntos F.1 y F.2 anteriores) deben ser tomados los pasos siguientes en el orden listado:

A) Proteger al personal.

1. Si el riesgo es extremo (el nivel alto de radiación o la posibilidad de contaminación del aire), evacue el área inmediatamente y cierre la puerta.
2. Líbrese de la ropa contaminada y lave las partes contaminadas del cuerpo a fondo con detergente.
3. Purgue cualquier herida con cantidades copiosas de agua.
4. Advierta a sus compañeros de trabajo y mantenga a los otros fuera del área.

B) Limitar la contaminación.

1. Localice el área de derrame delimitando el área contaminada con lápiz o tinta demográfica. Coloque material absorbente en los bordes de derrames líquidos.
2. No PERMANEZCA en el área de un derrame seco sin protección respiratoria. Cerrar puertas y ventanas. Apagar ventiladores y aire acondicionado y dejar prendida la campana de extracción.
3. No arrastre la contaminación a otras áreas. Sáquese los zapatos o los cobertores de zapatos en los bordes de área contaminada y solicite ayuda.
4. Monitoree todos los objetos y la ropa antes de salir al área adyacente.

C) Descontaminar.

1. A menos que una acción inmediata de descontaminación sea necesaria a los fines de salvaguardar al personal, la descontaminación de equipo debería ser realizada con la supervisión del supervisor del laboratorio de Radioisótopos.
2. Monitorear el área contaminada para determinar la extensión de la salpicadura o derrame.
3. Decontaminar colocando papel de filtro y solución detergente para absorber el material radiactivo. Comenzar por los bordes y dirigir la descontaminación al centro del área.
4. Monitorear nuevamente verificando que la descontaminación haya sido eficiente.

5. En caso de persistir la descontaminación, se cubre la zona con una hoja de polietileno fijada por sus bordes a la mesa con cinta durex y se anota sobre la misma la fecha y el isótopo radiactivo contaminante.
6. Los individuos causantes de la contaminación deben realizar la descontaminación.
7. Todo el personal y las áreas involucradas deben ser supervisados para asegurarse que la descontaminación haya sido adecuada antes de que el trabajo normal sea reasumido.

PUNTOS IMPORTANTES

- Gestión de residuos radiactivos
- Procedimientos en derrames de productos radiactivos
- Procedimientos de emergencia
- Propiedades de los radioisótopos utilizados comunmente
- Normas que regulan la utilización de material radiactivo
- Señalización comunmente utilizada

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

- Las directivas generales para la gestión de residuos radiactivos pueden ser encontradas en el manual en las siguientes secciones:
- Residuos radiactivos Líquidos.
- Residuos radiactivos sólidos.
- Viales de centelleo líquido, material de vidrio y plástico.
- Eliminación de cadáveres de animales tratados con radiactivo.

Disposición de desechos radiactivos sólidos

Los desechos radiactivos sólidos pueden ser divididos en dos categorías:

- Los desechos que contienen radioisotopos con T mayor de 90 días.
- Los desechos que contienen radioisotopos con T menor de 90 días.

Los desechos que contienen radioisotopos con T menor de 90 días, dejar que decaigan a niveles de radiación de fondo.

Los desechos que contienen radioisotopos con T mayor de 90 días debe ser almacenada.

¿T menor de 90 días? Ver gestión de desechos sólidos radiactivos.

¿T mayor de 90 días? Ver gestión de desechos sólidos radiactivos

¿Qué hago con los cadáveres de animales tratados con radiactivos? Ver Preparación de Cadáveres Radiactivos para la Recolección.

¿Qué hago con el material contaminado? Ver Frascos de Centelleo Líquidos, material de vidrio y plástico.

Disposición de desechos radiactivos líquidos

Los desechos radiactivos líquidos pueden ser de dos formas:

- Orgánicos (menos del 10 % de su contenido contenido es agua)
- Acuosa.

Los desechos acuosa no serán recolectados y no deberían ser almacenados para la su decaimiento. Los desechos orgánicos serán recogidos para su disposición

¿Qué hago con los desechos radiactivos acuosa? Ver Disposición de desechos acuosa

¿Qué hago con los desechos líquidos orgánicos? Ver Preparación de desechos líquidos orgánicos.

PROCEDIMIENTOS EN DERRAMES DE PRODUCTOS RADIATIVOS

Para derrames de radiactivos de niveles medios y altos, por favor consulte la sección de Procedimientos de emergencia.

Para derrames de radiactivos de nivel bajo, que ocurren más con frecuencia:

1. Utilice guardapolvo para reducir la contaminación.
2. Delimite con marca el área que está contaminada.
3. Notifique al personal que trabaja en el área sobre la contaminación.
4. Descontamine desde el exterior del área de derrame hacia el centro para evitar extender la contaminación.
5. El agua y el detergente por lo general es lo aconsejado para descontaminar. Sin embargo, tenga cuidado de no raspar la superficie durante la descontaminación, ya que esto hará la superficie más difícil de descontaminar.
6. Quítese la ropa protectora utilizada antes de abandonar el área contaminada a los fines de reducir la extensión de la contaminación.
7. Trate todo el equipo utilizado durante el proceso de descontaminación como material contaminado.
8. Haga un registro completo del proceso de descontaminación. Supervise el área para asegurar el éxito de la descontaminación.

PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

- Supervise sus guantes con frecuencia trabajando con material radiactivo.
 - Monitoree su área de trabajo después de cada empleo de material radiactivo.
 - Al menos una vez al mes, monitoree a azar otras zonas del laboratorio diferentes de las zonas de trabajo y almacenaje (picaportes, teléfonos, etc).
1. Utilice equipo protector, como guantes, antes de el monitoreo.
 2. Compruebe los instrumento de monitoreo.
 3. Realice un monitoreo apropiado para cada isótopo (s) utilizado:
 - Para emisores de energía beta baja (H-3, C-14, S-35, etc.), tome muestras y cuente en contador de centelleo líquido.
 - Para emisores beta de gran energía (P-32, etc.), tome muestras y cuente en contador de centelleo líquido o con un contador GM. Los pisos y superficies también directamente pueden ser supervisados usando contador GM..
 - Para emisores de gama de energía baja (I-125, etc.), tomar muestras y contar en un contador gama. Los pisos y superficies también directamente pueden ser supervisados de esa manera.
 4. Asegúrese para comprobar la existencia de contaminación en los sitios como dispensadores de jabón/toalla, manijas de cajón, manijas de refrigerador/congelador, bordes de silla, libros de registro de revisión, pisos, teléfono, la perilla del microondas y contenedores de basura no-radiactivos.

Propiedades de los radioisótopos utilizados comúnmente

isótopo	H-3	C-14	P-32	S-35	Ca-45	Cr-51	I-125
Vida media física	12.3 y	5730 y	14.3 d	87.4 d	163 d	27.7 d	60 d
Vida media biológica	10 d	0 - 25 d	19 d	90 d	variable	616 d	138 d
Energía beta máxima	19 keV	156 keV	1.71 MeV	167 keV	257 keV	n/a	N/a
Rayos Gamma							
Tasa de Exposición (a 1 cm de una fuente de 1 Mci)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.18 R/h	1.4 R/h
Tasa de Dosis (a 1 cm de una fuente puntual beta)	300 rad/h per mCi of activity	300 rad/h per mCi of activity	300 rad/h per mCi of activity	300 rad/h per mCi of activity	300 rad/h per mCi of activity	n/a	N/a
Rango en aire	4.7 mm	21.8 cm	6.1 m	24.4 cm	47.9 cm	n/a	N/a
Organo crítico	Todo el cuerpo	Tejido graso	hueso	Todo el cuerpo	hueso	intestino	Tiroides
Método de monitoreo	isopado y conteo por centelleo líquido	GM	GM	GM	GM	Nal u otro contador de centelleo sólido	Nal u otro contador de centelleo sólido
ALI, Ingestión oral ocupacional	8E+4	2E+3	6E+2	1E+4	2E+3	4E+4	4E+1
Ingestión oral ocupacional (uCi)				6E+3 (LLI wall)			1E+2 (thyroid)
Eliminación por cloaca, Promedio mensual (uCi/ml)	1E-2	3E-4	9E-5	1E-3	2E-4	5E-3	2E-5
Consideraciones especiales	nota 1, nota 2, nota 3	nota 1, nota 2, nota 4	nota 5	nota 1, nota 6	nota 1	nota 7	Nota 7, nota 8

Notas

1. Cantidades como mCi no poseen riesgo significativo de exposición externa.
2. Muchos compuestos pueden penetrar guantes y la piel; piense llevar doble guante y cambiar el superior frecuentemente.

3. Datos adicionales sobre H-3: después del empleo de > 100 mCi en la mesada o > 1000 mCi en una campana, es necesario realizar ensayos biológicos para determinar contaminación interna (antes de la utilización de esas cantidades de H-3, se debe tener un ensayo biológico basal); los contenedores de agua tritiada ya abiertos deben mantenerse bajo campana, no en refrigerador; las áreas de almacenaje de grandes actividades de H-3 deben monitorearse periódicamente ya que ciertas formas tienden "a arrastrarse"
4. Debido a la vida media larga de C-14, tenga cuidado de no contaminar artículos que son difíciles de descontaminar
5. Datos sobre P-32: los usuarios que manejen > 5 mCi a la vez deben utilizar un dosímetro anillo de tipo TLD; los usuarios que manejen > 10 mCi a la vez deben utilizar dosímetros de cuerpo entero; trabajar detrás de blindaje cuando sea posible; utilizar escudo de plexiglass, NO UTILIZAR PLOMO; utilizar protección para los ojos.
6. Algunos compuestos, como la metionina S 35 pueden vaporizarse en la apertura de contenedor.
7. Blinde grandes cantidades (mCi) plomo.
8. Datos sobre I-125: los usuarios que manejen > 1 mCi de yodo sin portador sobre la mesada o > 10 mCi de yodo sin portador en una campana debe realizarse un ensayo de funcionalismo tiroideo dentro de 24-48 horas de haber trabajado (antes comenzar el trabajo con éste radioisótopo debe realizarse un ensayo basal); reduzca cantidad de yodo libre sin portador tan rápido como sea posible con metabisulfito de sodio o tiosulfato.

Normas Oficiales Mexicanas vigentes que regulan la utilización de sustancias químicas peligrosas y tóxicas y material radiactivo

- A) Ley General de Salud, Título Quinto, Investigación para la Salud (2012)
- B) Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. (www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html)
- C) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2012)
- D) Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT/2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- E) Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- F) Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.
(www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nom_residuos_peligrosos.asp)
- G) Norma Oficial Mexicana NOM-012-STPS-2012, Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante.
(www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/marco_juridico/noms.html)
- H) Reglamento General de Seguridad Radiológica (1988).
- I) Norma Oficial Mexicana NOM-028-NUCL-2009, Manejo de desechos radiactivos en instalaciones radiactivas que utilizan fuentes abiertas.
- J) Norma Oficial Mexicana NOM-004-NUCL-1994, Clasificación de los desechos radiactivos.
(www.cnsns.gob.mx/acerca_cnsns/marco_normativo/normas_oficiales_mexicanas.php).