

CONDICIONES DE SEGURIDAD FISICA DE FUENTES SELLADAS DE COBALTOTERAPIA EN DESUSO. VENEZUELA. 2012.

Zerpa, M. E.

Coordinación de Regulación y Control de las Radiaciones Ionizantes.
Dirección de Salud Radiológica. Dirección General de Salud Ambiental.
Ministerio del Poder Popular para la Salud.
República Bolivariana de Venezuela.

RESUMEN

Por "seguridad" se entiende la protección de las personas y el medio ambiente contra los riesgos asociados a las radiaciones, así como la seguridad de las instalaciones y actividades que dan lugar a esos riesgos. Por la **seguridad física nuclear** se entiende: "la prevención y detección del robo, sabotaje, acceso no autorizado, transferencia ilegal u otros actos dolosos relacionados con materiales nucleares, otras sustancias radiactivas o sus instalaciones conexas, y la respuesta a tales actos". En Venezuela existe un alto número de **fuentes selladas en desuso**, gran cantidad de ellas aun permanecen en sus lugares de origen donde fueron inicialmente instaladas; y actualmente están acondicionadas y almacenadas temporalmente en dichos lugares. Si bien es cierto, que estos almacenes proporcionan algún tipo de protección y seguridad, no son las condiciones idóneas más apropiadas para el resguardo adecuado de las mismas; algunas de ellas poseen cierto tipo de protección estructural, garantizando una "seguridad relativa", otras en cambio no tienen ningún tipo de protección y representan un alto grado de vulnerabilidad. Con auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), se logró centralizar gran parte del material radiactivo en desuso, lográndose recoger una cantidad importante de fuentes de Cesio-137 y casi la totalidad del Radio-226. Aún existen 38 unidades de cobaltoterapia en desuso, ubicadas en diferentes instituciones del país. Durante el año 2012, con apoyo de expertos del OIEA se planteó la necesidad de conocer las condiciones de seguridad física de dichas fuentes, visitándose la totalidad de instalaciones donde se encuentran almacenadas con el objetivo de establecer un "**Plan Integral Nacional de Seguridad Física Nuclear**", que permita mejorar dichas condiciones y cuya meta final sea el establecimiento de un almacén centralizado que permita una gestión definitiva y un manejo seguro de todas las fuentes en desuso existentes en el país.

Palabras claves: **Seguridad Física Nuclear, Fuente Sellada en Desuso.**

ABSTRACT

For "security" means the protection of people and the environment from the risks associated with radiation and the safety of facilities and activities that give rise to those risks. For nuclear security means: "the prevention and detection of theft, sabotage, unauthorized access, illegal transfer or other malicious acts involving nuclear material, other radioactive substances or their related facilities, and the response to such acts. In Venezuela there is a high number of disused sealed sources, lots of them still remain in their hometowns where they were originally installed; and are currently packaged and temporarily stored in these locations. Although, these stores provide some protection and security, are not the most appropriate for the proper safeguarding of the same ideal conditions; some of them have some type of structural protection, ensuring a "relative safety", others however do not have any protection and represent a high degree of vulnerability. With auspices of the International Atomic Energy Agency (IAEA), it was possible to centralize much of the radioactive material into disuse, achieving collect a large number of sources of cesium-137 and almost all of Radio-226. There are still 38 units of cobalt into disuse, located in different institutions. During 2012, supported by IAEA experts raised the need to meet the conditions of physical security of these sources, visiting all facilities which are stored in order to establish a "National Nuclear Security Plan Integral Physics" which to improve these conditions and whose final goal is the establishment of a centralized repository that allows for definitive management and safe operation of all existing disused sources in the country.

Keywords: **Nuclear Security, Disused Sealed Source.**

1.- INTRODUCCION

Por la **seguridad física nuclear** se entiende: "la prevención y detección del robo, sabotaje, acceso no autorizado, transferencia ilegal u otros actos dolosos relacionados con materiales nucleares, otras sustancias radiactivas o sus instalaciones conexas, y la respuesta a tales actos. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) asigna gran importancia al permanente problema que significa para los usuarios y los reguladores en general garantizar un elevado nivel de seguridad en la utilización de los materiales nucleares y las fuentes de radiación en todo el mundo. Su continua utilización en beneficio de la humanidad debe gestionarse de manera segura, objetivo a cuyo logro contribuyen las Normas de Seguridad del OIEA [1]. Cada Estado tiene la plena responsabilidad de la seguridad física nuclear, en particular, de prever medidas de seguridad física para materiales nucleares y otros materiales radiactivos, y para instalaciones y actividades conexas; de garantizar la seguridad física de esos materiales durante su utilización, almacenamiento y transporte; de combatir el tráfico ilícito y el desplazamiento involuntario de esos materiales; y de estar preparado para responder a un suceso relacionado con la seguridad física nuclear [2].

La protección física, tanto de las instalaciones así como de los materiales nucleares y de las fuentes radiactivas, tiene gran importancia para la protección de la población y del medio ambiente y para la seguridad nacional e internacional; desempeña un papel fundamental en el apoyo a los objetivos de no proliferación nuclear y de lucha contra el terrorismo; y constituye un instrumento esencial para hacer frente a los eventuales peligros que pueden plantear la apropiación indebida, el tráfico y el uso ilícito de materiales nucleares y radiactivos, y el sabotaje de instalaciones nucleares, que puedan dar lugar a la liberación de radiactividad, o a la dispersión de contaminación radiactiva. Es necesario aplicar medidas de **seguridad física** que al prevenir la obtención de esos materiales para cometer actos dolosos que causen peligros radiológicos y permitan proteger de esos efectos nocivos a las personas, la sociedad y el medio ambiente [2].

Por ello, el responsable de una instalación o de un material nuclear, o de una fuente radiactiva, debe implantar, poner en práctica y mantener un sistema de protección física, cuya finalidad es prevenir, disuadir y evitar, o al menos retardar en modo suficiente, actos deliberados dirigidos a producir daños en la instalación o a la retirada no autorizada del material nuclear o de la fuente radiactiva.

2.-EL PROBLEMA

2.1.- ANTECEDENTES.

El Organismo Internacional Energía Atómica (OIEA), asigna gran importancia al permanente problema que significa para los usuarios y los reguladores en general garantizar un elevado nivel de seguridad en la utilización de los materiales nucleares y las fuentes de radiación en todo el mundo. Su continua utilización en beneficio de la humanidad debe gestionarse de manera segura, objetivo a cuyo logro contribuyen las Normas de Seguridad del OIEA [1]. Estas fuentes deben

ser gestionadas en condiciones de seguridad tecnológica y física. Si se utilizan incorrectamente o en condiciones inseguras, las fuentes radiactivas pueden causar la muerte, graves lesiones y pérdidas económicas, como ha demostrado la experiencia en muchas zonas del mundo [3].

En las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, se exige a las partes responsables, sobre todo los titulares registrados, titulares de licencias y empleadores, que establezcan un sistema de control para las fuentes de radiación con el fin de garantizar su seguridad [1]. Conviene señalar, además, que en el Código de Conducta sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas del OIEA figura el principio básico siguiente: “Todo Estado debe, a los efectos de proteger a las personas, la sociedad y el medio ambiente, adoptar las medidas apropiadas que sean necesarias para asegurar la promoción de la cultura de la seguridad tecnológica y de la cultura de la seguridad física con respecto a las fuentes radiactivas..”, exige además a los Estados que lo adopten que tomen medidas apropiadas que garanticen que las fuentes se gestionen en condiciones de seguridad tecnológica y se protejan atendiendo a los requisitos de seguridad física. Según el Código de Conducta, los Estados deberían aplicar un sistema reglamentario nacional eficaz que, entre otras cosas, reduzca al mínimo la probabilidad de la pérdida del control de las fuentes [4]. De igual manera, la publicación de Requisitos de seguridad establece las responsabilidades legislativas y gubernamentales de seguridad relativos a la infraestructura legal y estatal para la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte [5].

En el Régimen de Seguridad Física Nuclear de un estado en relación con los materiales radiactivos esta claramente definido la responsabilidad de “proteger a las personas, los bienes, la sociedad y el medio ambiente contra los actos dolosos relacionados con materiales nucleares u otros materiales radiactivos que podrían causar consecuencias radiológicas inaceptables. Un régimen de seguridad física nuclear para los materiales radiactivos, las instalaciones conexas y las actividades conexas debería tener los siguientes objetivos: Proteger contra la retirada no autorizada de materiales radiactivos, contra los actos de sabotaje en instalaciones conexas y en actividades conexas y garantizar la rápida aplicación de medidas integrales para localizar y/o recuperar, según proceda, materiales radiactivos perdidos, desaparecidos o robados, y establecer el control reglamentario [2].

Entre los Principios Fundamentales de la Seguridad Nuclear figura incorporar una Cultura de la Seguridad Nuclear Física en todas las organizaciones correspondientes. Gracias a la aplicación coherente de esa cultura, el personal permanece atento a la necesidad de mantener un alto nivel de seguridad [6,7].

El Código de conducta sobre seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas prevé que los Estados garanticen que las fuentes selladas no se almacenen por períodos prolongados en instalaciones que no hayan sido diseñadas para ese tipo de almacenamiento [4], así como también prevé que los Estados garanticen que, antes de que el órgano regulador autorice la recepción de una fuente sellada, se hayan adoptado disposiciones, incluidas disposiciones financieras, para su gestión segura una vez que haya quedado como fuente en desuso. El OIEA ha elaborado orientaciones sobre las medidas que habrá que adoptar para reducir el riesgo de

accidentes asociados con fuentes selladas en desuso [8] y sobre los métodos para identificar y localizar las fuentes en desuso y extraviadas [9].

En el año 2000, con auspicio del OIEA se logró centralizar temporalmente, gran parte de las fuentes selladas en desuso procedentes del sector médico; lográndose recoger una cantidad importante de fuentes de Cesio-137 y casi la totalidad del Radio-226. Esta acción no consideró para el momento los cabezales de las unidades de cobaltoterapia, por lo que aún permanecen ubicadas en diferentes instituciones del país. Para el año 2012 se planteó la necesidad de verificar las condiciones de Seguridad Física de todas estas fuentes; con el objetivo de establecer un "Plan Integral Nacional de Seguridad Física Nuclear", que permita mejorar las condiciones de las fuentes en uso, así como el establecimiento de un almacén centralizado para una gestión definitiva y el manejo seguro de todas las fuentes en desuso existentes en el país. El presente trabajo expone la situación de seguridad física actual de las fuentes selladas categoría I específicamente las fuentes de cobaltoterapia en desuso existentes en el país.

2.2.-SITUACION ACTUAL

Son bien conocidos a nivel mundial los usos y los beneficios de las radiaciones ionizantes, entre los que se encuentra el desarrollo de la terapia con haces externo o irradiación externa (Teleterapia) para el tratamiento de tumores se emplean fuentes encapsuladas (fuentes selladas), siendo muy frecuente el uso del cobalto-60 (Co-60). Estas fuentes, frecuentemente de mucha actividad, deben ser cambiadas debido al decaimiento cuando su actividad disminuya por debajo de un determinado nivel y por tanto, dejan de ser útiles para estos fines. En Venezuela esta práctica se encuentra bien difundida tanto en instituciones públicas como privadas; sin embargo la adquisición de muchos de estos equipos, sin considerar su debida reexportación al momento de culminar la vida útil, por una u otra razón, no fue considerada y actualmente existe un alto número de fuentes selladas en desuso, que aun permanecen almacenadas en los lugares donde fueron inicialmente instaladas. Si bien es cierto, que estos almacenes proporcionan algún tipo de protección, no son las condiciones idóneas más apropiadas para el resguardo de las mismas, garantizando una "seguridad relativa", otras en cambio no poseen ningún tipo de sistemas de seguridad física y representan un alto grado de vulnerabilidad.

En el marco de la implementación del "Plan Integral Nacional de Seguridad Física Nuclear" que adelanta la Dirección de Energía Atómica (contraparte nacional del OIEA) del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica con participación de la Dirección de Salud Radiológica del Ministerio del Poder Popular para la Salud y aportes de expertos del OIEA, se logró visitar los establecimientos médicos y no médicos, que poseen fuentes de cobaltoterapia, tanto en uso como en desuso, con el objeto de conocer las condiciones de Protección y Seguridad Física de las mismas. Si bien es cierto que se requiere la implementación de medidas importantes para los servicios que actualmente poseen fuentes en uso, no es menos importante la situación crítica en la que se encuentran la gran mayoría de las fuentes en desuso; alguna de las cuales representan un gran riesgo debido a que carecen en absoluto de algún tipo de protección y otras son totalmente vulnerables ya que se localizan en lugares fácilmente accesibles a personas del público, con el consecuente potencial de producir un accidente.

La principal debilidad en la estrategia de almacenamiento radica en que existe una cantidad importante de cabezales de cobaltoterapia, distribuidas en diez entidades federales del país, muchos de los cuales fueron importados bajo un marco regulador que no consideraba su repatriación o la devolución al fabricante una vez culminada su vida útil y los cuales, actualmente constituyen un significativo pasivo ambiental, lo que a su vez implica un costo importante para su movilización y un adecuado acondicionamiento, debido a que la gran mayoría de ellas aún permanecen en sus instalaciones parcialmente acondicionadas y a la inexistencia de un almacén temporal con las condiciones mínimas de seguridad física para el resguardo seguro de las mismas, debido a que el único almacén de desechos radiactivos existente en el país se encuentra en los actuales momentos a un máximo de su capacidad. Recordemos que gran parte de los accidente que involucran fuentes selladas en desuso han ocurrido precisamente por la falta de un adecuado sistema de gestión y de acondicionamiento así como por la falta de un adecuado almacenamiento o disposición final; lo que puede conllevar a accidentes con consecuencias graves a la salud de las personas y al medio ambiente con un costo económico y político incalculable, como el ocurrido en Goiania-Brasil en el año 1987 [10], así como otros a nivel mundial con consecuencias fatales [11].

Como puede apreciarse en la tabla número 1, existen un total de treinta y ocho fuentes de cobaltoterapia en desuso, distribuidas en gran parte del país, la mayoría de estas fuentes, se encuentran ubicadas en instituciones medico-asistenciales públicas, en las cuales fueron instaladas y resguardadas una vez culminó su vida útil.

**Tabla 1. Fuentes de Cobaltoterapia en Desuso.
 Distribuidas por Entidad Federal y Tipo de Establecimiento.
 República Bolivariana de Venezuela. 2012**

ENTIDAD FEDERAL	CANTIDAD Y TIPO DE ESTABLECIMIENTOS.				UNIDADES DE Co-60				TOTAL
	Medico-Asistenciales		No Médicos		Medico-Asistenciales		No Médicos		
	PB	PR	PB	PR	PB	PR	PB	PR	
A	1	1	---	---	2	1	---	---	3
B	1	---	---	---	1	---	---	---	1
C	1	1	---	---	1	1	---	---	2
D	1	---	---	1	2	---	---	1	3
E	6	3	2	---	8	3	5	---	16
F	1	---	---	---	1	---	---	---	1
G	2	2	---	1	2	2	---	1	5
H	1	1	---	---	1	1	---	---	2
I	1	---	---	---	1	---	---	---	1
J	1	2	---	---	2	2	---	---	4
TOTAL	16	10	2	2	21	10	5	2	38
	26		4		31		7		
TOTAL GENERAL	30				38				

FUENTE: DIRECCION DE SALUD RADIOLOGICA
 LEYENDA: Establecimiento. PB: Públicos. PR: Privados. Las letras representan a las entidades federales.

En la tabla número 2 se puede observar la cantidad de fuentes de cobaltoterapia en desuso existentes por tipo de establecimientos en el que se encuentran almacenados. En la misma se puede apreciar que un alto porcentaje (81%), de las fuentes en desuso se encuentran almacenados en instituciones medico-asistenciales y solo una minoría de ellas, se ubican en instituciones no medico-asistenciales.

**Tabla 2: Fuentes de Cobaltoterapia en Desuso.
Distribuidas por tipo de Establecimiento en el que se encuentran Almacenadas.
República Bolivariana de Venezuela. 2012**

Institución o establecimiento		Fuentes existentes
Instituciones de Salud	26	31
Centro de Investigación	1	4
Laboratorio Farmacéutico	1	1
Empresa Metalúrgica	1	1
Residencia	1	1
Total establecimientos	30	Total fuentes: 38

FUENTE: DIRECCION DE SALUD RADIOLOGICA.

Cuatro cabezales se encuentran resguardados en un almacén "temporal" de fuentes en desuso conjuntamente con otras fuentes y cuentan con algunos sistemas de seguridad física apropiados, tales como: cámaras de video, rejas de seguridad, sistema de identificación a la entrada así como una cerca perimetral debidamente identificada además de contar con vigilancia privada a la entrada de la institución, lo que constituye de manera general un nivel de seguridad física aceptable. Ver imágenes 1 y 2.



Figuras 1 y 2. Almacén "Temporal" de Desechos Radiactivos. Alberga 4 cabezales.

Las fuentes restantes se encuentran almacenadas de la siguiente manera: una de ellas en un instituto público de elaboración y preparación de productos farmacéuticos, esta se encuentra acondicionada en las áreas externas del almacén de dicho centro compactada en una caja con plomo y cemento pero carece de protección y seguridad física. (Figura 3). De igual modo existe un cabezal fue recuperado de los patios de una industria metalúrgica (privada) y acondicionada en una caja metálica. Esta fuente aún permanece en los patios de dicha institución con señalización adecuada, pero sin ningún tipo de protección y seguridad física. (Figura 4).



Fig. 3 y 4: Condiciones de almacenamiento de Fuentes en Desuso ubicadas en un Laboratorio de especialidades Farmacéuticas y en una empresa metalúrgica.

La tercera de estas fuentes se encuentra ubicada en el sótano de un edificio residencial, donde funcionaba una antigua unidad oncológica. Por razones desconocidas esta fue abandonada y ha permanecido allí por más de 30 años. No se tiene información del origen de dicha fuente. Actualmente la unidad se encuentra en muy mal estado y representa un riesgo potencialmente alto ya no cuenta con ningún tipo de protección radiológica ni seguridad física. (Figuras 5 y 6).



Fig. 5 y 6: Condiciones de almacenamiento de una Fuente en Desuso ubicada en un Edificio Residencial.

Con respecto a las treinta y una fuentes que se encuentran almacenadas en establecimientos medico-asistenciales; algunas de ellas están acondicionadas e incorporadas de algún modo dentro de la misma estructura de la institución como por ejemplo: aéreas internas cerradas, paredes, columnas o depositadas debajo la losa de piso de los antiguos bunker donde una vez estuvieron instaladas, por lo que ofrecen, desde cierto punto de vista alguna protección estructural; pero no cuentan con las señalizaciones apropiadas ni con los sistemas de seguridad física adecuados, además de no existir o en muy pocos casos, registros de las mismas. Esta situación garantiza de una u otra forma un nivel de protección física estructural muy poco probable de ser vulnerado ya que para ello habría que demoler la estructura en la que se encuentran resguardadas, pero por otra parte representan un riesgo potencial alto, ya que al no contar con registros de las condiciones de almacenamiento y si hubo o no previo acondicionamiento, se desconoce la posibilidad de contaminación hacia las napas subterráneas. Siete (7) fuentes se encuentran almacenadas bajo estas condiciones por lo que fue imposible su observación de manera directa. Otras en cambio, han sido depositadas en almacenes de la misma institución, construidos o habilitados para tales efectos, por lo que únicamente existe algún tipo de mecanismo de control de acceso a las áreas donde se encuentran depositados, como por ejemplo puertas o rejas con cerradura convencional y carecen en su totalidad, salvo muy pocas excepciones, de acondicionamiento adecuado así como de algún tipo de dispositivo o sistemas de seguridad física apropiados, que garanticen un resguardo seguro, por lo que representan un riesgo potencialmente alto debido al grado de vulnerabilidad y la accesibilidad a las mismas, lo que puede generar de una u otra forma algún tipo de exposición accidental con consecuencias graves, si no se toman en cuenta las medidas de protección y seguridad oportunas.

3. RESULTADOS

Las condiciones de Protección y Seguridad Física en la que se encuentran la gran mayoría de las fuentes de Cobaltoterapia en desuso a nivel nacional no deja de ser un tema preocupante debido a la crítica situación de almacenamiento de algunas de ellas, lo que a su vez representa un alto riesgo y alto grado de vulnerabilidad, por carecer en lo absoluto de algún tipo de protección además de localizarse en lugares fácilmente accesibles a personas del público, con el consecuente potencial de poder generar un accidente.

Tres *fuentes en desuso* están almacenadas en condiciones deplorables y constituyen el mayor alto riesgo de todas. La situación más delicada la presenta la fuente en desuso ubicada en el edificio residencial ya que en la actualidad está habitado; por lo que existe un riesgo potencial de accidentalidad debido al fácil acceso por parte de individuos que habitan dicha residencia. De igual modo existe un riesgo considerablemente alto con las fuentes en desuso existentes en el foso de un ascensor en una clínica privada, así como una ubicada en los sótanos de una institución hospitalaria, en las cuales los controles de acceso son prácticamente inexistentes.

La mayoría de las fuentes en desuso presentan condiciones poco seguras con riesgo moderadamente alto ya que no cuentan con sistemas de protección y *Seguridad Física* adecuados que garanticen el resguardo y evite el acceso de personas no autorizadas.

Algunas fuentes están incorporadas de una u otra forma a la estructura hospitalaria por lo que el nivel de protección es aceptable, ya que su recobro representa la demolición parcial de la estructura.

Una gran mayoría de las *fuentes selladas en desuso* no poseen la documentación necesaria para su posible repatriación, por lo que esta opción es poco factible.

4. CONCLUSIONES

Podemos afirmar de manera general, salvo algunas excepciones; que la gran mayoría de las fuentes radiactivas en desuso, específicamente las fuentes categorías I, ubicadas en 10 entidades federales del país, presentan un variable grado de riesgo predominantemente entre bajo y moderado. Una minoría posee un alto grado de vulnerabilidad considerablemente peligroso, específicamente tres de ellas en particular, representan un riesgo potencialmente alto; debido a las deficientes condiciones de almacenamiento con respecto a la Seguridad, tanto Física como Radiológica. Se requiere con urgencia la determinación de una infraestructura que garantice el correcto almacenamiento y resguardo físico de todas las fuentes de cobaltoterapia en desuso existente en el país para una gestión segura y definitiva de las mismas.

5. RECOMENDACIONES

Las condiciones de seguridad físicas de las fuentes de cobaltoterapia en desuso a nivel nacional, si bien es cierto no son las más idóneas, permanecen bajo custodia y responsabilidad de las instituciones médicas en las que inicialmente fueron instaladas.

Se debe considerar el traslado de la fuente existente en el edificio Residencial al menor corto plazo posible, así como considerar la reubicación, resguardo y mejoramiento de las condiciones *Seguridad Física* de las fuentes existentes en un sótano de una institución hospitalaria, como la fuente existente en el foso de un ascensor de una institución privada. Se debe Precisar una solución temporal, a realizarse "in situ" antes de efectuar cualquier movimiento de las mismas.

Se debe considerar la reubicación y el almacenamiento "temporal" que garantice una apropiada ubicación de las todas las fuentes en desuso, el cual debe estar dotado de todos los sistemas de seguridad física, hasta tanto no se cuente con un almacén centralizado que facilite la gestión y el resguardo seguro de todas las fuentes de cobaltoterapia en desuso existentes en el país.

La gestión de la disposición final de las fuentes selladas en desuso es importante por las repercusiones sobre la salud pública y medio ambiental, aspectos de seguridad física, así como para asegurar que los materiales radiactivos no puedan ser utilizados para fines maliciosos. Es responsabilidad del estado Venezolano, a través de la Autoridad Competentes emprender las acciones necesarias para la gestión segura de las *fuentes selladas en desuso* de Co-60 que se encuentran en el país.

6. BIBLIOGRAFIA

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards". IAEA Safety Standards Series, GSR Part 3. Vienna (2014).
2. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear sobre materiales radiactivos e Instalaciones Conexas*. Colección de seguridad Física Nuclear del OIEA no 14. Viena (2012).
3. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *Seguridad de los Generadores de Radiación y de las Fuentes Radiactivas Selladas*. No. RS-G-1.10. Guía de Seguridad. Viena (2009).
4. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas*, IAEA/CODEOC/2004, Viena (2004).
5. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Infraestructura Legal y Estatal para la Seguridad Nuclear, Radiológica, de los Desechos Radiactivos y del Transporte*. Colección de Normas de Seguridad del OIEA No GS-R-1, Viena (2004).
6. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *Principios Fundamentales de Seguridad. Nociones Fundamentales de Seguridad N° SF - 1*. Viena (2007).
7. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *Cultura de la Seguridad Física Nuclear*. Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA n° 7. Guía de Aplicación. Viena (2008).
- 8.- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Management for the Prevention of Accidents From Disused Sealed Radioactive Sources*. IAEA-TECDOC-1205, Viena (2001).
- 9.- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Métodos para la identificación y localización de fuentes radiactivas gastadas*. IAEA-TECDOC-804, Viena (1997).
10. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *The radiological accident in Goiania*, Vienna (1988).
- 11.- CROFT, J.R., "Summary of major accidents with radiation sources and lessons learned", *Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials*. (Actas de la Conferencia Internacional de Dijon, 1998), OIEA. Viena (1999).