



CALIDAD

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN EL LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS NUCLEARES/

IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL RISKS IN THE RADIOCHEMISTRY LABORATORY OF THE FACULTY OF SCIENCE AND NUCLEAR TECHNOLOGIES

Ing. Arlen Mabel Lastre-Acosta. Estudio Laboratorio Cinematográfico ICAIC. La Habana, Cuba.

E-mail: mavela@infomed.sld.cu

Dra. Cira Lidia Isaac-Godínez. Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana, Cuba.

E-mail: ciral@ind.cujae.edu.cu

Dr. Ulises Javier Jáuregui-Haza. Facultad Ciencias y Tecnologías Nucleares (FCTN), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (INSTEC). La Habana, Cuba.

E-mail: ulises@instec.cu

Lic. Yasmín Blanco-López. Facultad Ciencias y Tecnologías Nucleares (FCTN), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (INSTEC). La Habana, Cuba.

E-mail: lima@instec.cu

Dra. Aurora Pérez-Gramatges. Facultad Ciencias y Tecnologías Nucleares (FCTN), Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (INSTEC). La Habana, Cuba.

E-mail: apgram@instec.cu

Recibido: 25/01/2011

Aprobado: 11/05/2011

Resumen / Abstract

Organizaciones de todo tipo están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sostenido desempeño ambiental mediante el control de los riesgos de sus actividades, productos y servicios sobre el ambiente. La presente investigación tiene como objetivo identificar los riesgos ambientales en el Laboratorio de Radioquímica de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Nucleares (FCTN), permitiéndole a la organización evaluar, controlar, minimizar y/o eliminar dichos riesgos asociados al ambiente en el laboratorio. Para ello se realizó un diagnóstico ambiental de la situación actual del laboratorio y seguidamente se realizó la evaluación de los riesgos ambientales detectados mediante el Procedimiento de Gestión de Riesgos Integrados. Finalmente se proponen medidas para minimizar los riesgos ambientales significativos.

Organizations of all kinds are more and more interested in reaching and demonstrating a sustainable environmental performance by means of the control of the risks of their activities, products and services on the environment. The main purpose of the present investigation is to identify the environmental risks in the Radiochemistry Laboratory of the Faculty of Science and Nuclear Technologies (FCTN), allowing the organization to evaluate, to control, to minimize and/or to eliminate the environmental associated risks at the laboratory. In order to achieve such purpose, it was carried out an environmental diagnosis of the current situation of the laboratory and afterwards, it was made the evaluation of the environmental risks detected by means of the Managerial Procedure of Integrated Risks. There were also set out measures to diminish significant environmental risks.

Palabras clave / Key words

Gestión ambiental, riesgos ambientales.

Environmental management, environmental risks.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad de los productos y/o servicios que brinda una organización y el impacto de éstos sobre el ambiente han adquirido mayor importancia en las decisiones empresariales. Como consecuencia de ello, las organizaciones se han visto obligadas a cambiar, adaptándose a las nuevas exigencias comerciales y necesidades de los clientes y otras partes interesadas en sus productos y/o servicios.

Organizaciones de todo tipo están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sostenido desempeño ambiental. Lo hacen en el contexto de una legislación cada vez más exigente, del desarrollo de políticas económicas y otras medidas para fomentar la protección ambiental y de un aumento de la preocupación expresada por las partes interesadas por los temas ambientales, incluido el desarrollo sostenible.

Evolución del concepto ambiente

El concepto de ambiente ha evolucionado de tal forma, que se ha pasado de considerar fundamentalmente sus elementos físicos y biológicos, a una concepción más amplia en la que se destacan las interacciones entre sus diferentes aspectos, poniéndose el acento en la vertiente económica y sociocultural.

En la norma cubana NC-ISO 14050:2005, referida al tema ambiental, lo definen como el entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones [1].

Al hablar de interrelación empresa y ambiente, Isaac (2004) plantea que deben incluirse los medios físicos y socioeconómicos, ya que la empresa influye en el medio facilitando productos y servicios de calidad para la mejora de la calidad de vida, genera bienes y servicios, empleo; pero también consume recursos naturales y genera contaminación y residuos [2].

Una de las definiciones de ambiente más ampliamente utilizadas es la recogida en la Estrategia Ambiental Nacional Cubana (2007/2010), actualmente vigente, que analiza el ambiente como un sistema complejo y dinámico de interrelaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales, que evoluciona a través del proceso histórico de la sociedad y lo utiliza de manera sostenible para satisfacer sus necesidades [3].

Es opinión de los autores que el concepto de ambiente se encuentra estrechamente vinculado al de desarrollo y esta relación resulta crucial para comprender la problemática ambiental y para acercarse a la idea de un desarrollo sostenible que garantice una adecuada calidad de vida para las generaciones actuales y para las futuras.

Gestión Ambiental y su sistema

Según la NC-ISO 14001:2004, se establece que la gestión ambiental empresarial es el conjunto de las actividades coordinadas para planificar, controlar y mejorar una organización en lo relativo a los aspectos ambientales, para satisfacer las necesidades de las partes interesadas [4].

La gestión ambiental constituye una herramienta para que las direcciones de las organizaciones puedan incorporar a la gestión de dicha organización lo relacionado con el ambiente, teniendo en consideración la interrelación de sus productos y procesos en el entorno ambiental en que se desarrollan, en correspondencia con lo establecido en la legislación aplicable en cada caso.

Las diferentes etapas para comprender los problemas ambientales y sus causas, corresponden a diferentes maneras de describir la relación fundamental entre el hombre y la naturaleza, y por tanto, a cinco períodos en la evolución de la percepción de esa relación, que se traducirán en la gestión que es practicada. Colby (1990) identificó cinco elementos que se destacan y los asoció a cinco paradigmas, cada uno de ellos con interrogantes y exigencias diferentes, percibiendo diferentes amenazas y riesgos que se presentan como problemas para el desarrollo. Los cinco períodos planteados son: Economía de frontera, Ecología profunda, Protección ambiental, Gestión de recursos y Ecodesarrollo [5].

Toda gestión ambiental desarrollada en cualquier organización necesita de un instrumento que le permita a la misma la consecución del nivel ambiental que desee. Por tal motivo utiliza, al igual que la gestión de la calidad, un sistema de apoyo para poder llevarse a cabo con efectividad y este sistema se denomina Sistema de Gestión Ambiental (SGA). El SGA es el instrumento, la mejora del comportamiento ambiental, el fin.

Sistema de Gestión Ambiental

Un SGA es el marco o método empleado para orientar a una organización a alcanzar y mantener un funcionamiento en conformidad con las metas establecidas y respondiendo de forma eficaz a los cambios de presiones reglamentarias, sociales, financieras y competitivas, así como a los riesgos ambientales¹.

La NC-ISO 14001:2004 plantea que un SGA parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales. Dicho sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir estos objetivos. Incluye la estructura de la

¹ Greeno et al. (1985), citado por Lamprecht (1997) 6. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, *NC-ISO/IEC 90003:06 Ingeniería del software- Directrices para la aplicación de la NC-ISO 9001:01 al software de computación*, La Habana, Cuba, 2006, [consulta: Disponible en

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN EL LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS NUCLEARES

organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos [4].

Así, un SGA, como parte del sistema general de gestión de la organización, aporta la base para encauzar, medir y evaluar el funcionamiento de la empresa con el fin de asegurar que sus operaciones se lleven a cabo de una manera consecuente con la reglamentación ambiental aplicable y la política corporativa. Se trata de procurar una integración y coordinación efectiva de los elementos del sistema global de gestión empresarial, con el objeto de asegurar la toma de decisiones coherente con la totalidad de la empresa.

Es bueno destacar que la integración de los sistemas de gestión se comienza a consolidar con la aparición y desarrollo de las normativas internacionales ISO para los sistemas de gestión de la calidad (SGC) y los sistemas de gestión ambiental (SGA), de ahí que los modelos de gestión integrada se vayan desarrollando enmarcados en los requisitos que establecen estos modelos normativos.

Las nuevas normas de la serie NC-ISO 9001:2008 para los SGC hacen revolucionar enfoques, concepciones y principios en la gestión de la calidad, pero que son extensibles a los SGA, donde se destacan: el enfoque al cliente y otras partes interesadas, la gestión de los procesos y la medición y mejora del desempeño de los procesos y del sistema de gestión.

Mundialmente hay una proyección en el ámbito internacional hacia la integración de los SGC y los SGA y se reconocen las ventajas de dicha integración. Los SGA deben estar integrados a los demás sistemas, siendo ésta la concepción moderna de gestión.

Gestión de riesgos empresariales

Organizaciones de todo tipo y tamaño hacen frente a los factores internos y externos que hacen incierto si y cuándo alcanzarán sus objetivos. El efecto que esta incertidumbre tiene en los objetivos de una organización se denomina “riesgo” [8].

En la Resolución 31: 2002 del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social (MTSS) se plantea que el riesgo se percibe o deduce a partir del factor de riesgo, que son los elementos, medios de trabajo o tecnologías, que hacen más o menos probable la materialización de los sucesos y determinan la magnitud de los riesgos [9].

Para Pavón (2006) el riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de éste. La combinación de estas dos características tiene implícita la disminución y crecimiento del riesgo. Por su parte, la gerencia del riesgo es el proceso coordinado mediante el cual se analizan, valoran y controlan los riesgos en una organización².

En la norma ISO 31000: 2009 se define el riesgo como el efecto de incertidumbre en los objetivos, siendo un efecto una desviación positiva y/o negativa de lo esperado. El riesgo se expresa, a menudo, en términos de una combinación de las consecuencias de un acontecimiento y de la probabilidad asociada de ocurrencia. Además, se define la gestión de riesgos como las actividades coordinadas para dirigir y controlar a una organización con respecto a los riesgos [8].

La organización debe definir los criterios que se utilizarán para evaluar la significación del riesgo. Los criterios deben reflejar los valores, los objetivos y los recursos de la organización. Algunos criterios se pueden imponer, o derivar de los requisitos legales y reguladores y de otros requisitos a los cuales la organización se suscribe. Los criterios del riesgo deben ser constantes con la política de gestión de riesgos de la organización, se definen al principio de cualquier proceso de la gestión y se repasan continuamente [8].

Para ser capaz de identificar los riesgos, es necesario conocer cómo se manifiestan los factores de riesgo y los riesgos vinculados con ellos. Para detectar el factor de riesgo se debe efectuar el análisis del riesgo, que consiste en la utilización sistemática de la información disponible para identificar las fuentes y estimar el riesgo. Este análisis consta de cuatro pasos: estimación del riesgo, que es el proceso mediante el cual se determina la frecuencia y las consecuencias que pueden derivarse de la materialización del factor de riesgo; y la valoración del riesgo mediante la comparación del riesgo estimado contra el criterio de riesgo tolerable, para determinar la importancia del riesgo y decidir si es tolerable o no³.

Posteriormente se determinan los impactos sobre la calidad, el ambiente, la seguridad y salud en el trabajo y el control interno. Cualquier consecuencia negativa o positiva que pueda resultar de los aspectos vinculados a los procesos, operaciones, servicios y productos de una organización a través de todo el ciclo de actividades de su negocio.

Actualmente las empresas experimentan constantes cambios de sus tecnologías, lo que unido a la creación de una nueva fuerza de trabajo basada en su talento, las crecientes demandas de los clientes referente a la calidad, la seguridad y salud en su trabajo, la protección del entorno y el control interno; han cambiado las concepciones en las empresas a escala mundial, de manera que las posibilidades de insertarse en un mercado y ser competitivos son cada vez más difíciles, por lo que las organizaciones deben trabajar para perfeccionar sus procesos y satisfacer las exigencias y requisitos, no solo de sus clientes sino de todas las partes interesadas. Una vía para lograr lo anterior es la tendencia actual a nivel mundial hacia la integración de los diferentes sistemas de gestión en las organizaciones, lo cual le permitirá satisfacer las exigencias de sus clientes actuales y potenciales, de las otras

² PAVÓN, H., Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), *Resultados de un instrumento para la evaluación de la gestión de riesgos en centros de trabajo* La Habana, 2006

³ Ibídem

partes interesadas y obtener resultados con mayores niveles de eficacia y eficiencia en su desempeño. Por tal motivo, es importante determinar los impactos de los riesgos sobre la calidad, el ambiente, la seguridad y salud y el control interno. Seguidamente deben tomarse un conjunto de acciones o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la organización con el fin de evitar o disminuir los riesgos en la organización.

Riesgos Radiológicos

El riesgo radiológico se define como la probabilidad de que un individuo experimente un efecto nocivo como resultado de una exposición a radiaciones ionizantes. También se conoce como la probabilidad de aparición de un efecto radiológico⁴.

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) denomina riesgos radiológicos, a los riesgos de la radiación y los define como efectos perjudiciales de la exposición a la radiación (incluyendo la probabilidad de ocurrencia de tales efectos); cualquier otro riesgo relacionado con la seguridad que pudiera surgir como consecuencia directa de la exposición a la radiación (incluyendo aquellos a los ecosistemas en el ambiente); la presencia de material radiactivo (incluyendo los desechos radioactivos) o su liberación al ambiente; una pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación. Esta definición es la asumida por la mayoría de las industrias como riesgo radiológico.

Para los propósitos de las normas del OIEA, se asume que no existe umbral de dosis por debajo del cual no hay riesgo radiológico asociado.

Por tal motivo, siempre que exista la presencia de materiales radiactivos o se trabaje directamente con ellos, es importante evaluar los riesgos ambientales mediante el empleo de un procedimiento de gestión de riesgos. Deben ser identificados los riesgos ambientales significativos y, finalmente, es importante establecer medidas para minimizar dichos riesgos ambientales significativos.

Laboratorio de Radioquímica de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Nucleares

La carrera de Radioquímica de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Nucleares (FCTN), cuenta con un laboratorio donde se realizan las prácticas docentes correspondientes a dicha carrera, con fuentes de radiaciones ionizantes abiertas. Para el trabajo con fuentes radiactivas es necesario el conocimiento y la puesta en práctica de diferentes medidas para disminuir el riesgo debido a la exposición ocupacional.

En los locales donde se llevan a cabo trabajos con fuentes radiactivas es necesario realizar con una frecuencia establecida el control radiológico de los puestos de trabajo, con el fin de garantizar condiciones de trabajo seguras para el Trabajador Ocupacionalmente Expuesto (TOE) y miembros del público, obtener información que permita estimar las dosis recibidas por el personal y verificar el cumplimiento de los reglamentos nacionales de seguridad y de los procedimientos e instrucciones de trabajo en los laboratorios.

En las prácticas asociadas al empleo de radiaciones ionizantes un aspecto importante es la gestión de desechos radiactivos, debido a que el material que se genera como desecho puede contener valores de actividad superiores a los límites autorizados para ser evacuados de forma convencional al ambiente, por lo que es necesario realizar una recolección de éstos con el objetivo de almacenarlos por un período de tiempo hasta que puedan ser evacuados de manera convencional o a través del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR).

Lo planteado anteriormente evidencia la importancia del laboratorio de radioquímica y cómo resulta imprescindible evaluar, controlar, minimizar y/o eliminar los impactos sobre el ambiente que se generan en el mismo.

La presente investigación se desarrolla en el Laboratorio de Radioquímica de la FCTN del Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (InSTEC). Los objetivos que se persiguen son los siguientes: identificar los riesgos ambientales en el laboratorio de radioquímica, evaluar los riesgos ambientales mediante el procedimiento de gestión de riesgos integrados propuesto en el modelo diseñado por Labañino (2010) para un Sistema de Gestión Integrado Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad y Control Interno para Centros de Educación Superior (SGI-CASSCI-CES), identificando los riesgos ambientales significativos y finalmente, establecer medidas para minimizar dichos riesgos ambientales significativos⁵.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en dos etapas. Primeramente se realizó un diagnóstico ambiental en el laboratorio de radioquímica y posteriormente se identificaron los riesgos ambientales. A continuación se especifican los materiales y métodos empleados en las dos etapas desarrolladas de la investigación.

⁴ Greeno et al. (1985), citado por Lamprecht (1997) [6]

⁵ Labañino, L., «Diseño de un SGI-Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud del trabajo y Control Interno, para ser aplicado en Centros de Educación Superior (CES)», Proyecto Integrador I y II. Maestría Calidad Total, 4ta. ed., La Habana, Cujae-FORDES, 2010.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN EL LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS NUCLEARES

Diagnóstico Ambiental en el laboratorio de radioquímica

Materiales y/o métodos a utilizar: Se empleó una lista de chequeo en la que se tienen en cuenta las siguientes informaciones: una información general, las materias primas y almacenamiento, los residuos en general, los residuos peligrosos, las emisiones, los efluentes y vertidos y la gestión ambiental en el área de estudio.

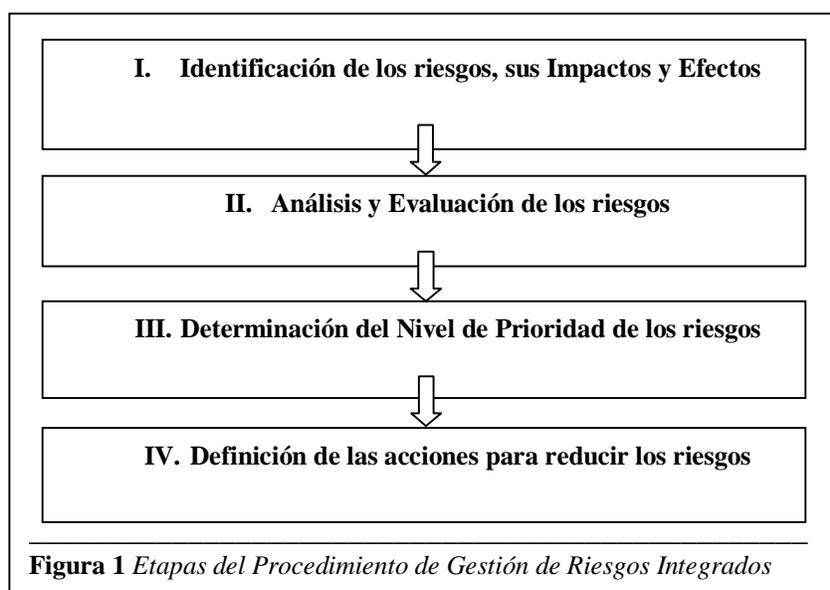
Identificación de los riesgos ambientales en el laboratorio de radioquímica

Para la identificación de los riesgos ambientales se emplea el procedimiento de gestión de riesgos integrados propuesto en el modelo diseñado por Labañino (2010) para un Sistema de Gestión Integrado Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad y Control Interno para Centros de Educación Superior (SGI-CACI-CES)⁶.

Materiales y/o métodos a utilizar: Tormenta de ideas, entrevistas, trabajo en grupo, método de expertos, cuestionarios, guías para la identificación de riesgos ambientales y el procedimiento propuesto por Labañino (2010).

Dicho procedimiento de gestión de riesgos integrados tiene como objetivo identificar y evaluar por cada proceso los riesgos que impactan en las actividades de gestión que se integren o no en los Centros de Educación Superior (CES). Como resultado debe obtenerse la identificación, evaluación y el nivel de prioridad de los riesgos por cada proceso definido en el CES.

En la Figura 1 se muestran las etapas del Procedimiento de Gestión de Riesgos Integrados propuesto por Labañino (2010).



III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico Ambiental en el laboratorio de radioquímica

Para ello se realizan las siguientes actividades:

1. Descripción del laboratorio de radioquímica. Sus instalaciones.
2. Identificación de las entradas y salidas del laboratorio.
3. Caracterización del laboratorio de radioquímica.

Descripción del laboratorio de radioquímica

El Laboratorio de Inscripción en Registro de Radioquímica (LIRRQ) se ubica en la FCTN del InSTEC. En el mismo se realizan todas las prácticas docentes de la especialidad. Este local está preparado con características especiales atendiendo a que en él se realizan trabajos con fuentes abiertas.

El laboratorio está dividido de la siguiente manera:

- Esclusa sanitaria: Posee un lavamanos y dos duchas. En este local se realiza el cambio de ropa para acceder al laboratorio.
- Área de trabajo (laboratorio): En este local se ubican los puestos de trabajos, las campanas radioquímicas, la caja de guantes y el contador de pozo.
- Local de transferencia (cuarto caliente): En este local se ubica el generador de ⁹⁹Mo/^{99m}Tc debidamente blindado.

⁶ Labañino, L., «Diseño de un SGI-Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud del trabajo y Control Interno, para ser aplicado en Centros de Educación Superior (CES)», Proyecto Integrador I y II. Maestría Calidad Total, 4ta. ed., La Habana, Cujae-FORDES, 2010.

- Caseta de Desechos y Almacén de fuentes: El local tiene dos funciones, como almacenamiento de desechos radiactivos y como almacenamiento de fuentes no selladas del laboratorio. En la parte derecha se ubican los desechos radiactivos generados y en la parte izquierda se almacenan las fuentes no selladas.

Identificación de las entradas y salidas del laboratorio de radioquímica

En la Tabla 1 se muestran las entradas y las salidas del laboratorio de radioquímica y posteriormente se describen las mismas.

TABLA 1	
Entradas y salidas del laboratorio de radioquímica	
Entradas	Salidas
Electricidad	Ruido
Agua	Desechos radiactivos
Reactivos y materiales	Desechos no radiactivos
Profesores, personal administrativo, de servicio y estudiantes	
Equipos de trabajo y medios de protección y seguridad	

A continuación se describen detalladamente los reactivos y materiales empleados, los equipos de trabajo y medios de protección y seguridad y los desechos radiactivos:

- *Reactivos y materiales:* Fuentes de radiaciones ionizantes selladas y no selladas, reactivos orgánicos e inorgánicos, cristalería y material gastable o desechable y otros materiales de trabajo como pinzas, tijeras, bandejas, gradillas, etc.
- *Equipos de trabajo y medios de protección y seguridad:* batas de mangas largas y cortas, guantes de látex, gafas de laboratorio, pinzas para la manipulación de las fuentes radiactivas selladas, ladrillos de plomos para blindaje, campana química, campana radioquímica y extintores.
- *Desechos radiactivos:* la gestión de los desechos radiactivos es responsabilidad del área de Protección Radiológica del InSTEC.

Caracterización del laboratorio de radioquímica

A. Información general

Para la realización de las prácticas docentes en el laboratorio de radioquímica se cuenta con las normas establecidas en Seguridad y Protección Radiológicas (SPR), debidamente divulgadas mediante los medios establecidos. En el laboratorio se tiene poca información de los impactos ambientales de las actividades que se realizan. Por tal motivo estos impactos no son comunicados para el conocimiento del personal de la organización.

Mediante entrevistas realizadas a los trabajadores se constató el desconocimiento de las regulaciones ambientales externas a cumplir. Las pocas que se conocen se obtienen a través de la intranet o del correo electrónico. Sin embargo, existen una serie de procedimientos e instrucciones internos de obligatorio cumplimiento para las actividades que se realizan. Éstas aparecen impresas en las puertas de los locales del laboratorio y son fácilmente legibles.

Es de interés para la organización evaluar su desempeño y gestión ambiental a través de indicadores. Hasta el momento no están establecidos.

En el laboratorio no existe un plan integral de gestión ambiental. Sin embargo, para casos de accidentes y desastres naturales, existe un plan de emergencia escrito y actualizado. La notificación de cualquier suceso radiológico lleva implícito la implantación del Plan de Emergencia Radiológica (PER) del InSTEC y se avisará a la autoridad competente que es el Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN).

La capacitación del personal se realiza con frecuencia bianual y la misma debe cumplir con los requisitos establecidos en la resolución conjunta CITMA-MINSAP: "Reglamento para la selección, capacitación y autorización del personal que realiza prácticas asociadas al empleo de radiaciones ionizantes" y demás regulaciones establecidas al efecto.

A los trabajadores se les comunica sobre el funcionamiento de los distintos equipos que forman parte del proceso, de la composición, propiedades, manipulación y eliminación de los productos que intervienen en cada práctica, pero aún existen deficiencias en este punto y se está muy lejos de contar con un adecuado sistema de formación e información.

Los equipos se revisan y calibran con determinada frecuencia, por medio de la contratación del servicio a empresas que lo brindan, pero en este aspecto se encuentran muchas deficiencias ocasionando actualmente equipos fuera de uso.

B. Materias primas y almacenamiento

En el laboratorio de radioquímica no se tiene un control del consumo de energía ni de agua debido a que no existen los mecanismos para efectuar dicho control. El departamento de radioquímica tiene bien actualizado el inventario de reactivos, material radioactivo y medios básicos en el laboratorio.

Las materias primas se almacenan selectivamente en dos cuartos para reactivos químicos, los explosivos o controlados en dos taquillas metálicas en el pasillo del laboratorio y el material radioactivo en la caseta de almacenamiento y desechos radioactivos

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN EL LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS NUCLEARES

de la facultad. El personal tiene suficiente conocimiento sobre las características de cada materia prima (composición y propiedades, riesgos, manejo, entre otras), pero se debe perfeccionar la preparación en estos temas.

C. Residuos en general

Los desechos radioactivos y orgánicos tóxicos y peligrosos para el ambiente se almacenan selectivamente, los demás desechos no. En gran medida el personal conoce las características de los desechos antes mencionados y toman las medidas necesarias para su manipulación. No existe una adecuada gestión de los residuos no radiactivos.

El almacenamiento de residuos se realiza en envases adecuados para evitar fugas y accidentes. Normalmente se encuentran en frascos de reactivos bien tapados.

D. Residuos peligrosos

El laboratorio genera residuos peligrosos, los mismos son: residuos radiactivos y residuos tóxicos. El personal conoce los riesgos y características de estos residuos peligrosos y cumple con las recomendaciones de manipulación.

Los almacenes de estos desechos peligrosos están separados, perfectamente localizados y señalizados. Además, existen planos actualizados de las vías de salida de los residuos radioactivos. En el laboratorio no se trabaja con aceites usados, PCB (bifenilos policlorados) ni PCT (terfenilos policlorados).

La evacuación de los desechos radiactivos inactivados se realiza de tres modos:

- De manera convencional. Será posible para los desechos sólidos cuando cumplan el nivel de dispensa aprobado por la autoridad reguladora.
- Evacuación por los fregaderos determinados para esto. Esta forma de evacuación es para los desechos líquidos con tiempos medios pequeños, los que son evacuados por fregaderos hacia una piscina o fosa de retención, si se cumple que ha transcurrido 10 veces el tiempo medio del isótopo.

Para la evacuación del contenido de la piscina o fosa de retención a la red fluvial se realizará un monitoreo de tasa de dosis introduciendo el detector por el orificio superior. Si se cumple con el nivel de dispensa establecido por la autoridad reguladora, se procederá a abrir la válvula de salida o llave de paso.

- Recogida de desechos por institución especializada.

Procedimiento para la desclasificación de los desechos radiactivos

El criterio de liberación de los desechos radiactivos sólidos y líquidos se hará teniendo en cuenta lo establecido en la “Guía sobre niveles de desclasificación incondicional de: materiales sólidos con muy bajo contenido radiactivo y descargas de líquidos y de gases al medio ambiente”.

La Tabla 2 muestra los niveles de desclasificación establecido para los desechos radiactivos líquidos autorizados en la licencia.

Radionúclidos	Límite autorizado de descarga (Bq/l)	Tiempo de vida medio (horas)
Tc-99m	6.23E+04	6,02

Fuente: Expediente para Inscripción en Registro del Laboratorio de Radioquímica (LIRRO)⁷

E. Emisiones

No se conoce la composición de los efluentes que se emiten al aire. No existe una correcta gestión de estas emisiones ni la documentación escrita sobre los métodos de análisis de las mismas y de los límites máximos permitidos. También es desconocida la cantidad anual de gas, vapores y residuos emitidos por el laboratorio.

F. Efluentes y vertidos

No se conoce la composición de todos los efluentes líquidos que se producen en la instalación, ni existe la documentación necesaria para la correcta gestión de estos efluentes.

Los procesos de depuración son dilución y reacción con otras sustancias para poder eliminar la mayoría de estos efluentes por el fregadero. El radioactivo líquido se elimina por el fregadero hacia dos cisternas de contención o retención que se abren al desagüe común una vez que no estén contaminados y el sólido por la basura común cuando ya no está contaminado.

Se conocen todas las características (físicas, químicas y biológicas) de estos efluentes líquidos. Sin embargo, no existe documentación escrita sobre los métodos de análisis de estos vertidos y de los límites máximos permitidos. Así como tampoco existe documentación escrita sobre los daños y efectos de estos vertidos en los receptores (cursos de agua, zonas costeras, embalses, suelos, acuíferos).

⁷ Expediente para Inscripción en Registro del Laboratorio de Radioquímica (LIRRO). Autorización No.: CH20-IR10 (050)10 (Rev.2). Otorgado por: CNSN. Período de validez: desde el 12 de julio de 2010 hasta el 12 de julio de 2014. FCTN, InSTEC, La Habana, Cuba.

G. Gestión ambiental

No existen registros escritos de todos los parámetros que afectan a la gestión del ambiente (volúmenes de residuos, tipo, características, almacenamiento, tratamientos, sistemas de emergencia, entre otros). Tampoco se cuenta con un plan de auditorías ambientales, ni existe un plan escrito y actualizado de reducción de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos).

Sin embargo, para los residuales radiactivos la situación es distinta. Bimensualmente se presenta la documentación requerida para la renovación a la Inscripción en Registro del Laboratorio de Radioquímica (LIRRQ), cuya inscripción en registro fue otorgada por el CNSN con un período de validez desde el 12 de julio de 2010 hasta el 12 de julio de 2014, en correspondencia con la autorización No.: CH20-IR10 (050)10 (Rev.2).

Procedimientos e instrucciones. Registros de protección radiológica

Existen una serie de instrucciones para la realización de prácticas o actividades radiológicas en el laboratorio de radioquímica. Algunas de estas instrucciones son: instrucciones para la protección radiológica por locales o puestos de trabajo, instrucciones para la vigilancia radiológica, instrucciones para el intercambio de dosímetros de la vigilancia radiológica individual, instrucciones para la recolección, almacenamiento y evacuación de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso, entre otras. También existen registros de protección radiológica.

Identificación de los riesgos ambientales en el laboratorio de radioquímica

Se identificaron y evaluaron los principales riesgos ambientales detectados en el laboratorio de radioquímica de la FCTN. Se determinó también el nivel de prioridad de cada riesgo detectado, las principales acciones recomendadas y sus responsables.

Los principales riesgos detectados con alto nivel de prioridad son:

- Agotamiento de recursos naturales no renovables.
- Agotamiento de recurso reponible, pero que no cuenta con fuente propia.
- Contaminación acústica.
- Afectaciones por microclima inadecuado (calor, escasa ventilación).
- Errores de procedimiento.
- Fallo de los equipos (campanas radioquímicas, etc.).
- Procedimientos que pueden producir contacto accidental con sustancias radiactivas.
- Roturas y derrames de recipientes con sustancias químicas peligrosas sobre superficies, equipos y personal.
- Exposición accidental de personas.
- Afectaciones por deficiente iluminación.
- No informar a los alumnos acerca de los peligros de seguridad y salud del trabajo, la forma de evitarlos y contrarrestarlo.
- Inadecuada seguridad y protección de los locales del laboratorio.
- Inadecuada seguridad y protección de los locales de almacenamiento de reactivos.
- Inadecuado consumo de reactivos y material gastable.

Algunas de las acciones a tomar, a corto plazo o inmediatamente, que reduzcan el riesgo o lo eliminen se relacionan a continuación:

- Velar por el cumplimiento de las medidas de ahorro establecidas en el país.
- Establecer metros contadores para poder medir el consumo.
- Realizar un estudio de ruido y garantizar que se mantengan los niveles necesarios de ruido aceptables.
- Realizar estudios de ventilación -garantizando la ventilación en las unidades docentes- reparación y mantenimiento de los equipos de ventilación.
- Confeccionar medios de información visibles para todo el personal con acceso al laboratorio.
- Realizar un plan de mantenimiento de los equipos y que sean revisados con cierta periodicidad.
- Verificar que se cumplan las medidas de seguridad y realizar planes de información para las personas con acceso al laboratorio.
- Velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y almacenar las sustancias peligrosas en recipientes que están clasificados para este tipo de sustancias.
- Velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y utilizar métodos de información para el conocimiento de éstas.
- Realizar estudios de iluminación, garantizar un adecuado nivel de iluminación en los locales y unidades docentes.
- Realizar un plan de capacitación sobre las funciones del personal en el laboratorio.

IV. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico ambiental de la situación actual del laboratorio de radioquímica de la FCTN.
- Se identificaron los principales riesgos ambientales detectados en el laboratorio de radioquímica.
- Se evaluaron los riesgos detectados.
- Se detectaron 14 riesgos con alta prioridad y fueron propuestas 25 acciones para controlarlos, reducirlos y/o eliminarlos.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES EN EL LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS NUCLEARES

V. RECOMENDACIONES

- Propiciar la continuidad del trabajo investigativo para identificar y evaluar los impactos ambientales significativos en la FCTN.
- Velar por el cumplimiento de las acciones recomendadas. 

VI. REFERENCIAS

1. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ONN), *NC-ISO 14050:2005. Gestión Ambiental. Vocabulario*.
2. ISAAC GODÍNEZ, Cira Lidia, «Modelo de gestión integrada Calidad-Medioambiente (CYMA) aplicado en organizaciones cubanas», [Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas], La Habana, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Cujae, 2004,
3. *Estrategia Ambiental Nacional Cubana 2007/2010*, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, [consulta: 2010-07-15]. Disponible en: <http://www.educambiente.co.cu/images/Documentos/Estrategia%20Ambiental%202007-2010.pdf>.
4. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ONN), *NC-ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*.
5. COLBY, M., «Environmental Management in Development: The Evolution of Paradigms», *World Bank Discussions Papers*, 1990, (No. 80), ISSN 0259-210X.
6. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, *NC-ISO/IEC 90003:06 Ingeniería del software- Directrices para la aplicación de la NC-ISO 9001:01 al software de computación*, La Habana, Cuba, 2006.
7. LAMPRECHT, J.L., *ISO 14000. Directrices para la Implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental*, Madrid, AENOR, 1997.
8. ISO, *ISO 31000: 2009. Riesgos empresariales. Principios y directrices*.
9. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social (MTSS), «Resolución No. 31», 2002, [consulta: 2010-07-15], Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/salocupa/resolucion_31_de_2002_del_mtss.pdf

