ANEXO I
DEFINICIONES DE CULTURA DE LA SEGURIDAD SEGÚN DIFERENTES FUENTES Y SECTORES.

Concepto	**Fuente/Entorno**
Conjunto de características y actitudes, en organizaciones e individuos, que aseguren que, como prioridad esencial, las cuestiones de seguridad de las centrales nucleares reciban la atención que merecen en razón de su significación.	OIEA INSAG 4, Cultura de la Seguridad, [A-1]/*Seguridad nuclear*
Es el producto de valores, actitudes, percepciones, competencias y patrones de comportamiento individuales y de grupo que determinan el compromiso con, y el estilo y la capacidad del, sistema de gestión de la seguridad de la organización.	Advisory Committee on Safety of Nuclear Installations, Human Factors Study Group HSC, 1993 [A-2]/*Seguridad nuclear*
Conjunto de características y actitudes de las organizaciones y personas que establece, como prioridad absoluta, que las cuestiones relativas a la protección y la seguridad reciban la atención que merecen por su importancia.	OIEA Normas básicas internacionales de seguridad, Colección Seguridad 115, 1996 [A-3]/*Protección y seguridad radiológicas*
Se define como los valores, las creencias, las suposiciones y las normas que pueden gobernar la toma de decisiones de la organización, así como las actitudes individuales y de grupo con respecto a la seguridad.	Ciavarelli & Figlock EE.UU, 1996 [A-4]/*Seguridad naval*
Es el producto de valores, actitudes, percepciones, competencias y patrones de comportamiento que determinan el compromiso con, y el estilo y la capacidad de, la gestión de la seguridad y la salud de la organización.	Cox &Flin, 1998/*Teórico* Lee, 1998/*Seguridad nuclear (Reprocesamiento)* Wilpert, 2000 [A-4]/*Seguridad nuclear*
Existe una cultura de la seguridad en una organización cuando cada empleado asume individualmente, sin importar su posición, una función activa en la prevención del error, que cuenta con el apoyo de la organización.	Eiff, 1999 US [A-4]/*Seguridad de la aviación*
Aquellos aspectos de la cultura organizativa que tendrán un impacto en las actitudes y los comportamientos relacionados con el incremento o la disminución del riesgo.	Guldenmund F.W., 2000 [A-5]/*General*
Las actitudes, creencias y percepciones compartidas por grupos naturales según las definen las normas y los valores, que determinan la forma en que ellos actúan y reaccionan en relación con el riesgo y los sistemas de control del riesgo.	Hale, A.R., 2000. [A-5]/*General*

Concepto	Fuente/Entorno
Valores y comportamientos de una organización modelados por sus líderes e internalizados por sus miembros, que sirven para lograr que la seguridad nuclear tenga prioridad absoluta.	Instituto de Operaciones Nucleares, 2004 [A-6]/*Seguridad nuclear*
Conjunto de características y actitudes de las organizaciones y personas que establece, como prioridad absoluta, que las cuestiones relativas a la protección y la seguridad tecnológica reciban la atención que merecen por su importancia.	OIEA Glosario de Seguridad Tecnológica OIEA, 2007 [A-7]/*Seguridad nuclear y radiológica*
Son las características y actitudes de las organizaciones y personas que determinan que las cuestiones de la seguridad física reciban la atención que merecen por su importancia.	OIEA Glosario de Seguridad Tecnológica OIEA, 2007 [A-7]/*Seguridad física de las fuentes*
La cultura de la seguridad es el valor y la prioridad perdurables que se conceden a la seguridad de los trabajadores y el público. Se refiere a la medida en que los individuos y grupos se comprometerán a hacerse responsables personalmente de la seguridad, actuando de modo que puedan preservar y mejorar la seguridad y comunicar sus preocupaciones a este respecto y esforzándose activamente por aprender, adaptarse y modificar el comportamiento (tanto individual como organizativo) sobre la base de las enseñanzas extraídas de los errores cometidos; se refiere asimismo a la medida en que los individuos y grupos serán recompensados de forma coherente con esos valores.	US Institute of Aviation, 2008 [A-8]/*Seguridad de la aviación*
Conjunto de características y actitudes de las organizaciones y personas que establece que, como prioridad absoluta, que las cuestiones relativas a la protección y la seguridad reciban la atención que merecen por su importancia	OIEA Normas básicas internacionales de seguridad, 2016 [A-9]/*Protección y seguridad radiológicas*

ANEXO II
ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD EN LOS SUCESOS RADIOLÓGICOS

En el presente anexo se muestra, por medio de varios ejemplos, el efecto que han tenido los problemas en materia de cultura de la seguridad en algunos sucesos radiológicos. Los estudios de casos seleccionados incluyen sucesos ocurridos en diferentes actividades en que se utilizan fuentes de radiación, que han sido notificados por diferentes fuentes. El objetivo de este anexo no es realizar un análisis exhaustivo ni un nuevo análisis de estos sucesos, sino mostrar, desde la perspectiva de la cultura de la seguridad, cómo las actitudes y los comportamientos de los directivos, los trabajadores y las organizaciones en su conjunto crearon las condiciones para que se produjeran.

De las fuentes consultadas, se tomó solamente la información necesaria a los efectos del presente anexo. En algunos casos, cuando la información era insuficiente o imprecisa, se plantearon suposiciones o se manejaron variantes de posibles causas vinculadas a la cultura de la seguridad que pudieron haber estado presentes, para que sirvieran como posible enseñanza, pero no como una evidencia de certeza absoluta, pues pueden existir contextos, coyunturas u otras particularidades que la información disponible no permite conocer. Aunque algunos casos pueden ser bien conocidos, en la descripción de cada uno no se mencionan países, organizaciones ni personas, ya que el objetivo fundamental es conocer, desde el punto de vista de la cultura de la seguridad, **por qué** sucedieron los hechos, aprender de ellos para transmitir los conocimientos pertinentes.

Los ejemplos de sucesos radiológicos que se presentan confirman que para lograr la seguridad no es suficiente disponer de la tecnología o el equipo más moderno y del personal calificado o certificado, ni llevar a cabo todos los procesos o las tareas estipuladas en los procedimientos. Las actitudes y los comportamientos inadecuados del personal y las organizaciones con respecto a la seguridad pueden producir fallos en las barreras y los controles existentes y provocar situaciones accidentales con consecuencias radiológicas para los propios trabajadores, los miembros del público y el medio ambiente, además de los efectos económicos o sociales conexos.

II-1. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 1: SOBREEXPOSICIÓN DE UN PACIENTE POR IDENTIFICACIÓN INCORRECTA

II-1.1. Resumen del suceso

Un técnico de radioterapia llama a un paciente por el nombre pero no confirma su identidad mediante la fotografía en la Hoja de Tratamiento u otro dato para la identificación inequívoca del paciente. El técnico de radioterapia no ha visto al paciente antes, por lo que no se percata de que ha respondido otro paciente. Cuando el paciente fue posicionado para la terapia, el técnico confunde las pecas en la espalda del paciente con las marcas de tatuaje usadas para el posicionamiento del tratamiento. El paciente advierte que esa no es la posición de tratamiento. El técnico de radioterapia consulta en ese momento al radiooncólogo, quien verifica en la documentación que el tratamiento es correcto, pero no habla con el paciente ni lo examina. Se irradia al paciente en zona lumbar erróneamente.

II-1.2. Consecuencias

Dosis de 2,5 Gy en tejido sano de la zona lumbar del paciente.

II-1.3. Posibles causas

- Incumplimiento del procedimiento de verificación de la identidad del paciente.
- Incumplimiento del procedimiento de identificación de la zona de tratamiento.
- Falta de alerta: se hace caso omiso de las advertencias y preocupaciones del paciente.

II-1.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-1. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #1

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *El técnico de radioterapia no actuó con responsabilidad para velar por la seguridad del paciente al no verificar su identidad ni la zona de tratamiento, a pesar de estar establecido.* • *El médico radiooncólogo no demostró un enfoque riguroso y prudente, ya que no atendió a las inquietudes y preocupaciones expresadas por el paciente acerca de un posible error de tratamiento y se limitó a verificar la hoja de tratamiento, sin examinar al paciente.*

II-2. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 2: SOBREEXPOSICIÓN DE UN PACIENTE POR POSICIONAMIENTO INCORRECTO DEL HAZ DE RADIACIÓN

II-2.1. Resumen del suceso

A un paciente se le prescribió radioterapia con Co-60, tanto en la cadera derecha como en la columna toraxolumbar, que debía administrarse en diferentes fechas. Después que el paciente concluyó el tratamiento en la columna, el técnico de radioterapia prosiguió erróneamente el tratamiento en esa zona. No se percató de la nota en la hoja de tratamiento del paciente acerca de que el tratamiento en esa zona había sido completado. El error tampoco fue detectado durante la revisión de rutina de la hoja de tratamiento que realizó el físico médico.

II-2.2. Consecuencias

Sobreexposición del paciente en seis sesiones no indicadas, con una dosis total de 12 Gy.

II-2.3. Posibles causas

- Falta de atención del técnico de radioterapia y del físico médico a los apuntes en la hoja de tratamiento.
- Administración “mecánica” del tratamiento.
- Falta de controles redundantes de seguridad ya que el técnico de radioterapia estaba trabajando solo.

II-2.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-2. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #2

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *El técnico de radioterapia no actuó con responsabilidad al no verificar cuidadosamente la hoja de tratamiento del paciente.* • *La administración del tratamiento como una rutina demuestra falta de enfoque riguroso y prudente por parte del técnico de radioterapia en una actividad sujeta a elevados requisitos de seguridad.*
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	• *El hecho de que el técnico de radioterapia estuviese trabajando solo, sin una verificación independiente por otro técnico, puede ser reflejo del fallo de la organización en los procedimientos para la identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad, en este caso, la ausencia de otro técnico en la Sala de Tratamiento, que constituye una barrera adicional de defensa en profundidad.*
Enfoque permanente en la seguridad. (EB.4)	• *La ausencia de un segundo técnico de radioterapia puede indicar un fallo del enfoque permanente en la seguridad por parte de la organización, ya que ésta no planificó bien los recursos necesarios para esta actividad o permitió que se trabajara sin ningún control redundante.* • *El hecho de trabajar sin los controles redundantes requeridos puede generar en el personal la percepción de que es posible incumplir los requisitos establecidos, lo que constituye una amenaza para la cultura de la seguridad y se define como normalización de las desviaciones.*

II-3. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 3: SOBREEXPOSICIÓN DE UN TRABAJADOR EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

II-3.1. Resumen del suceso

Un trabajador de radiografía industrial se distrajo al utilizar su teléfono móvil al mismo tiempo que realizaba operaciones de radiografía, por lo que sin darse cuenta su cabeza estuvo unos 30 cm debajo de la fuente de radiación durante casi 3 minutos mientras preparaba el segundo disparo. Después de salir del recinto de irradiación, el trabajadorse dispuso a retirar el seguro de la cámara contenedora para desplazar la fuente y en ese momento se percató de que la cámara no tenía el seguro puesto y de que la fuente se encontraba desplegada, desde el disparo anterior, y posicionada en el colimador. Aunque el trabajador afirmó que había llevado el detector de radiación, no realizó un monitoreo correcto de la cámara y el tubo guía después del primer disparo. Además, otro trabajador había presionado el interruptor que apaga los ventiladores en el edificio, pero no sabía que ese interruptor también suministraba energía

a la alarma sonora y lumínica intermitente roja en el recinto. Por consiguiente, cuando el trabajador entró al local, las alarmas estaban apagadas y no pudieron alertarlo de que la fuente estaba aún en posición de exposición. Tras dos reconstrucciones de los hechos y la revisión de los registros del teléfono móvil y de otros datos, se estimó que el trabajador estuvo 2,5 minutos debajo de la fuente y que el tiempo total de exposición en el recinto fue de aproximadamente 3 minutos. Como medida correctora, el licenciatario implementó una nueva política que prohíbe el uso de teléfonos móviles durante las operaciones de radiografía industrial. También se pintó, etiquetó y cerró con candado la caja donde se encuentran los interruptores que suministran energía a las alarmas del recinto.

II-3.2. Consecuencias

Sobreexposición del trabajador, que recibió una dosis estimada en la cabeza de 81mSv y una dosis en todo el cuerpo de 82 mSv

II-3.3. Posibles causas

- Falta de atención en trabajos sujetos a requisitos de seguridad.
- Incumplimiento del procedimiento de monitorización de la cámara y del tubo guía.
- Condiciones de fallo latentes no identificadas (falta de independencia funcional del sistema de seguridad).

II-3.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-3. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #3

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *El trabajador no actuó de manera responsable con respecto a la seguridad al no monitorizar la cámara y el tubo guía para verificar que la fuente estuviera en posición segura.* • *El trabajador adoptó un enfoque poco riguroso y prudente al utilizar su teléfono móvil al mismo tiempo que realizaba tareas de riesgo.*
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	• *La organización falló en la identificación y solución oportunas de un problema de seguridad derivado de un error en el diseño del suministro independiente de energía de las alarmas del recinto de irradiación.* • *El uso de teléfonos móviles y la no monitorización de la cámara y el tubo guía por parte del trabajador podrían ser un reflejo de las malas prácticas establecidas por falta de una supervisión apropiada de los trabajos dentro de la organización.*

Cuadro II-3. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #3

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Enfoque permanente en la seguridad. (EB.4)	• *Aunque la organización adoptó medidas correctoras tras el suceso, las soluciones aplicadas, si bien constituyen nuevas barreras para reducir la probabilidad de un suceso similar en el futuro (pintura, etiquetado y candado en la puerta del lugar donde están los interruptores), no resuelven el problema básico de seguridad consistente en garantizar una alimentación de energía independiente o diversa para las alarmas del recinto de irradiación.*
Aprendizaje organizativo continuo en materia de seguridad. (EB.9)	• *Las medidas correctoras implementadas por la organización son un signo de su cultura del aprendizaje a partir de sus propios errores, aunque no hay información sobre la adopción de medidas para el examen y la difusión de las enseñanzas extraídas ni para la revisión del diseño que permitan detectar otras situaciones o condiciones potenciales de fallo de los sistemas de seguridad por falta de redundancia o diversidad en su suministro de energía.*

II-4. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 4: SOBREEXPOSICIÓN DE DOS TRABAJADORES EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

II-4.1. Resumen del suceso

Mientras realizaba trabajos de radiografía industrial en un búnker, el trabajador decidió mantener abierta la puerta del recinto para permitir la circulación del aire en el local durante el cambio de las películas y el posicionamiento para la siguiente exposición. Con ese fin, desconectó la alarma “por puerta abierta” que al mismo tiempo inhabilitaba la alarma por radiación dentro del local. Tras la siguiente exposición, olvidó rebobinar la fuente y entró al local sin el monitor de radiación y sin portar el dosímetro de alarma personal. El coordinador de producción también entró al local sin dosímetro personal. El trabajador cambió la película, ajustó el colimador y ambos salieron del recinto. Al intentar colocar la fuente en la posición de irradiación, el trabajador se percató de que no la había rebobinado después del disparo que había realizado con anterioridad.

II-4.2. Consecuencias

Sobreexposición de los trabajadores. El trabajador recibió una dosis estimada de 90 mSv en los ojos y de 42,5 Sv en la mano que utilizó para ajustar el colimador de la fuente. El coordinador de producción recibió una dosis estimada de 40 mSv en los ojos.

II-4.3. Posibles causas

- Desconexión deliberada del enclavamiento.Incumplimiento del procedimiento de

monitoreo de la cámara, el tubo guía y el área.
- No utilización de los dosímetros personales de alarma.
- Condición de fallo latente no identificada (no había independencia funcional del sistema de seguridad).

II-4.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-4. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #4

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *El trabajador no actuó de manera responsable con respecto a la seguridad, al desconectar deliberadamente un enclavamiento de seguridad.* • *El trabajador no actuó de manera responsable con respecto a la seguridad, ni demostró un enfoque riguroso y prudente al entrar al local sin el monitor de radiación y sin el dosímetro personal de alarma.*
Liderazgo y compromiso visibles de la alta dirección respecto de la seguridad. (EB.2)	• *Aunque no se precisa el rango del Coordinador de Producción dentro de la Organización, en caso de ser un directivo, demostró pobre liderazgo en seguridad al entrar al recinto de irradiación sin portar el dosímetro de alarma personal.*
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	• *La organización falló en la identificación oportuna de un problema de seguridad consistente en trabajar con enclavamientos desconectados, lo que podría ser reflejo de una supervisión deficiente de los trabajos dentro de la organización.* • *La organización falló en la identificación y solución oportunas de un problema de seguridad consistente en un error de diseño por un posible fallo de causa común en el funcionamiento de las alarmas por puerta abierta y por radiación en el recinto de irradiación.*

II-5. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 5: ACCIDENTE RADIOLÓGICO EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

II-5.1. Resumen del suceso

En horario nocturno, un especialista en radiografía y sus dos asistentes, trabajadores de una empresa proveedora de ensayos no destructivos, realizaban trabajos de radiografía industrial en una tubería de evaporación a 22 metros de altura. Los trabajos se habían atrasado por labores de montaje en la obra. El lugar de trabajo era bastante difícil dado que no había suficiente luminosidad y espacio para maniobrar con el equipo disponible. El especialista tenía un dosímetro termoluminiscente y un dosímetro de alarma, este último apagado. Tras la

cuarta radiografía, los asistentes comenzaron a desmontar el equipo para trasladarlo a otro lugar, donde continuarían haciendo más radiografías. El especialista tomó las películas y se retiró a procesarlas, dada la premura con que se requerían los resultados, dejando las operaciones a cargo de los dos asistentes. Al desconectar el tubo guía, la fuente de Ir 192 de 33,3 TBq (30 Ci) cayó en un andamio que se encontraba en un nivel inferior, sin que nadie se percatara de ello.

Al día siguiente, un obrero de la obra encontró la fuente, la recogió y revisó para ver de qué se trataba, colocándola en un bolsillo de su vestimenta. Posteriormente, se la mostró a otros dos obreros que tras haberla tocado con las manos, le recomendaron llevársela y mostrársela al director de su empresa. Mientras se encontraba en la oficina del director, entró al local una persona de otra compañía, preocupada porque su dosímetro de alarma electrónico se había ido de escala mientras estaba en la oficina contigua. Al reconocer la fuente, propuso colocarla en algún contenedor provisional por lo que el obrero la introdujo en una tubería tirada en el suelo junto a la oficina.

La fuente fue identificada por un especialista en radiografía que despejó la zona y conjuntamente con el gerente de la compañía de radiografía procedieron a rescatar la fuente y a colocarla en un contenedor provisional. En la operación de recuperación de la fuente se utilizó un procedimiento rudimentario e improvisado, sin las herramientas apropiadas, sin guantes y sin dosímetros.

II-5.2. Consecuencias

Tres trabajadores sobreexpuestos y con lesiones severas en la piel.

II-5.3. Posibles causas

- Los asistentes de radiografía industrial, que no estaban suficientemente cualificados ni contaban con la autorización necesaria para manejar este tipo de equipo, lo manipularon y no se percataron de que no habían conectado correctamente el telecomando con el porta fuente, por lo que estos quedaron colocados solamente en el tope. Por esta razón, el telecomando nunca rebobinó la fuente, que quedó suelta en el interior del tubo guía. Los trabajadores no monitorizaron el equipo tras haber realizado las radiografías y no utilizaron los dosímetros de alarma personales, que hubiesen permitido detectar que la fuente se encontraba fuera del equipo.

- El fallo en la conexión del telecomando con el porta fuente también puso de relieve los problemas y las incompatibilidades técnicas de estos elementos.

II-5.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-5. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #5

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	Análisis

Cuadro II-5. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #5

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Prioridad de la seguridad. (EB.1)	• *Los retrasos en la obra y la premura por contar con los resultados de la radiografía hizo que los trabajadores realizaran su trabajo en condiciones inapropiadas debido a la presión de los plazos.* • *El especialista se retiró a procesar las primeras películas, dejando a cargo del equipo de gammagrafía a trabajadores que no estaban cualificados ni autorizados para este fin.Es evidente que la seguridad no recibió la atención prioritaria que requería y que se subordinó a cuestiones de plazos y tiempo.*
Liderazgo y compromiso visibles de la alta dirección respecto de la seguridad. (EB.2)	• *No es evidente que se haya vigilado y supervisado de manera eficiente la aplicación correcta de los procedimientos de radiografía, dadas las manifestaciones de prácticas incorrectas e incumplimientos de las normas de seguridad observadas en el suceso, que al parecer se consideraron normales.* • *La alta dirección de la empresa de radiografía industrial falló al no asegurar las condiciones de trabajo necesarias para evitar riesgos o problemas durante las operaciones debidos ya sea a la mala visibilidad, el horario de trabajo, las presiones de tiempo o la sobrecarga de trabajo.* • *La alta dirección falló al no dotar a los asistentes de radiografía de los medios de control dosimétrico de alarma y los monitores de área necesarios para garantizar la seguridad durante estas operaciones.* • *Uno de los más altos directivos de la empresa de radiografía participó en la recuperación de la fuente sin utilizar los dispositivos apropiados, sin protegerse las manos y sin portar dosímetros, lo que no constituye un buen ejemplo de la importancia concedida a la seguridad en operaciones con fuentes de radiación.*
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	*La empresa de radiografía falló en la identificación oportuna de problemas que afectaban la seguridad al no haber detectado que:* • *se hacían los trabajos incumpliéndose los procedimientos establecidos;* • *no se disponía de dispositivos de alerta radiológica o estos se utilizaban incorrectamente;* • *existían incompatibilidades o problemas técnicos en las conexiones del equipo.*

Cuadro II-5. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #5

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *El especialista en radiografía a cargo de las operaciones no actuó de manera responsable con respecto a la seguridad al dejar el equipo de gammagrafía en manos de trabajadores que no tenían ni la competencia ni la autorización requeridas* • *El especialista en radiografía trabajó todo el tiempo con el dosímetro de alarma apagado, incumpliendo de esa manera los procedimientos establecidos y adoptando un enfoque poco riguroso y prudente en una actividad en la que se utilizan fuentes de radiación.*

II-6. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 6: SOBREEXPOSICIÓN DE TRABAJADORES EN UNA PLANTA DE IRRADIACIÓN

II-6.1. Resumen del suceso

Una instalación con un irradiador gamma pasó a ser propiedad de otra compañía, tras haber estado ocho años sin funcionar. El nuevo propietario inició los trabajos de reconstrucción de la planta y la puso nuevamente en funcionamiento dos años después[1]. El mantenimiento fue realizado por personal de la propia compañía. La instalación de irradiación se puso en operación al año siguiente, tras obtenerse la licencia, y comenzó a funcionar con 12 fuentes de Co-60 de una actividad total de 421 TBq.

Con el propósito de retirar un imitador y preparar el irradiador para cargarlo con un conjunto de carga adicional, se iniciaron las operaciones planificadas para el cambio de configuración (redistribución) de los conjuntos de carga y los imitadores del irradiador. Las operaciones se realizaron bajo el liderazgo del gerente de la compañía y con la participación de otros cuatro trabajadores de la misma. Todos los trabajadores tenían sus licencias individuales válidas.

Las operaciones planificadas se comenzaron a realizar violando el programa de garantía de calidad, ya que no se elaboró ningún plan de trabajo para las operaciones ni se designaron los ejecutores y oficiales responsables. Las actividades de redistribución de los tubos (conjuntos de carga e imitadores) se iniciaron sin que existiera la preparación necesaria.

Se comenzó a retirar un tubo cilíndrico, que según el diagrama de carga elaborado unos años antes debía ser un imitador. Al extraerse el tubo, el radiómetro utilizado para monitorizar la operación dio una señal de alarma, por lo que el tubo se introdujo de nuevo inmediatamente en el canal. Esa señal de alarma indicaba que el tubo que se encontraba en el canal era un conjunto de carga y no un imitador. En lugar de realizar una inspección visual de la forma del

[1] *La instalación de irradiación consiste en un contenedor blindado (enterrado en el suelo) con seis canales cilíndricos verticales que proporcionan un campo panorámico de irradiación. Tres canales se cargan con tubos cilíndricos que contienen las fuentes (denominados conjuntos de carga) y los otros tres canales se cargan con tubos blancos rellenos con plomo (denominados imitadores).*

cabezal, el personal resolvió el asunto por medio de una discusión. Los conjuntos de carga tienen un cabezal distintivo en forma hexagonal mientras que los imitadores tienen un cabezal con terminaciones redondas. Un factor adicional fue la ausencia de etiquetado ("Co 60" para los conjuntos de carga y "Pb" para los imitadores) en la superficie superior del contenedor blindado. La presencia de este etiquetado es un requisito previsto en los procedimientos aprobados, que si se hubiera cumplido se habría evitado el accidente.

Tras discutirse si se trataba de un imitador (como indicaba el diagrama de carga) o de un conjunto de carga (como sugería la alarma del radiómetro), el trabajo prosiguió sin que se conociera claramente la configuración exacta de los tubos en el contenedor. El trabajador que extrajo el cilindro manualmente tenía problemas visuales y no tenía puestas sus gafas. Quizás debido a ello o a una falta de atención, no se percató de que se trataba de un conjunto de carga. Una hora más tarde, el tubo fue extraído manualmente y colocado de pie contra la pared, cerca de la puerta de entrada del recinto. Durante esta operación no se escuchó ninguna alarma del radiómetro.

Seguidamente, cuando los trabajadores lograron sacar el otro tubo se percataron de que se trataba de un imitador y de que el tubo que se había extraído anteriormente y recostado contra la pared era un conjunto de carga y no un imitador, como habían pensado. El personal comprendió que había cometido un error y que habían estado expuestos a un alto campo de radiación. Se estimó que los trabajadores estuvieron expuestos a radiaciones durante unos 25 a 30 minutos.

Posteriormente se supo que el diagrama de carga con la ubicación de los tubos dentro del contenedor blindado que se había utilizado se había creado durante la carga inicial del irradiador con fuentes de Co 60, unos años antes. Al parecer, el diagrama contenía errores que confundieron al personal, que procedió a realizar las operaciones con los tubos convencido de que conocía la ubicación exacta tanto de los imitadores como de los conjuntos de carga dentro del irradiador.

También se supo que durante las operaciones no se hizo ningún control de dosis en el recinto a pesar de que se disponía del equipo de radiometría y control de dosis requerido para ello. Los trabajadores tenían sus dosímetros fílmicos individuales, pero ninguno portaba el dosímetro de alarma personal disponible en la organización, porque esos dispositivos no tenían baterías. Los reglamentos sobre protección radiológica durante actividades en que se utilizan fuentes de radiación ionizante exigen el uso de dosímetros individuales de reserva con lectura directa y alarma, en actividades de alto riesgo como las realizadas en este caso.

El licenciatario no informó al órgano regulador sobre los trabajos de riesgo previstos y no solicitó el permiso para modificar la configuración de los tubos, como se requería en las condiciones de la licencia.

II-6.2. Consecuencias

Sobreexposición de los trabajadores. Un trabajador recibió una dosis total de 5,63 Gy y los otros cuatro una dosis total en el rango de 1,23 Gy a 3,44 Gy.

II-6.3. Posibles causas

- Incumplimiento de las regulaciones de seguridad internas y externas.
- Problemas de gestión de cambios en la actualización del diagrama de carga
- Falta de atención a las señales e indicaciones de seguridad.

II-6.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-6. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #6

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Prioridad de la seguridad. (EB.1)	• *La falta de prioridad a la seguridad por parte de esta organización se refleja en la poca importancia que se concedió a las cuestiones de seguridad, visto el incumpliendo de los requisitos internos relativos a la seguridad de los trabajos y la obligación de solicitar los permisos correspondientes al órgano regulador, establecida en las condiciones de la licencia. Este comportamiento se debió quizá a que la organización tenía más interés en realizar el trabajo de reconfiguración que en garantizar la seguridad, subordinándola a ese interés.*
Liderazgo y compromiso visibles de la alta dirección respecto de la seguridad. (EB.2)	• *La participación de un directivo de la empresa en los trabajos realizados, sin que existieran las condiciones de seguridad necesarias y se respetaran los requisitos internos y externos establecidos, demuestran el poco liderazgo y compromiso respecto de la seguridad por parte de ese directivo, quien adoptó un enfoque de tolerancia y complicidad hacia el incumplimiento de lo establecido y las condiciones o los comportamientos inseguros.* • *Otra demostración del poco compromiso de la alta dirección de la organización es el hecho de no haberse asegurado los medios de control dosimétrico individual requeridos para el personal y no haberse creado condiciones seguras de trabajo.* • *El hecho de que se realizaran estas operaciones con varias irregularidades desde el punto de vista de la seguridad podría estar relacionado con la ausencia de políticas de la alta dirección que permitan a los trabajadores detener los trabajos cuando consideren que hay un problema de seguridad, o con las políticas de estímulo y reconocimiento que se enfocan más en la realización en tiempo de las tareas que en su realización segura.*

Cuadro II-6. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #6

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	• *La Organización no fue capaz de detectar o solucionar, oportunamente, el problema de seguridad que significaba la ausencia del etiquetado en la superficie superior del contenedor blindado para indicar el tipo de tubo en cada ubicación. Tampoco detectó oportunamente que el diagrama de cargas estaba, aparentemente, desactualizado.* • *No se detectó ni solucionó oportunamente el problema de seguridad planteado por la falta de baterías para los dosímetros de alarma personales que es obligatorio utilizar en la organización para estos trabajos.* • *La no monitorización radiológica del área durante las operaciones impidió la detección oportuna del problema de seguridad.*

Cuadro II-6. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #6

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Enfoque permanente en la seguridad. (EB.4)	*El fallo de este elemento básico de la cultura de la seguridad se refleja en:* • *La falta de planificación de los trabajos, la no designación de responsables y la no disponibilidad de las baterías necesarias para los dosímetros de alarma personales con lectura directa, por lo que estos no pudieron utilizarse;* • *La falta de monitorización radiológica durante las operaciones, a pesar de contarse con los medios requeridos para ello;* • *La utilización de un diagrama de carga posiblemente no actualizado, lo que constituye un indicio de una deficiente gestión de cambios; cuyo desarrollo es importante para evitar el impacto negativo en la seguridad de cualquier tipo de modificación en la organizació;* • *El hecho de que, al parecer, los trabajadores que llevaron a cabo las operaciones no realizaron ninguna labor de preparación previa, como por ejemplo el ensayo en frío de los trabajos o un análisis de tareas previo, lo que les hubiese permitido tener mayor claridad sobre los riesgos de las operaciones y, posiblemente, detectar el error de la configuración de la carga y otros factores que contribuyeron a este suceso;* • *La insuficiencia o posible ausencia de políticas de monitorización de las barreras de seguridad, que impidan la permanencia de una barrera fallada (en este caso, la identificación inequívoca de los tubos mediante el etiquetado) ya que se disponía de otra barrera redundante (en este caso, la configuración de los cabezales de los tubos).*

Cuadro II-6. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #6

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	*La actitud poco responsable y el comportamiento inapropiado del personal con respecto a la seguridad se pusieron de manifiesto al:* • *No cuestionarse o confirmarse mediante otros medios la causa de la alarma del radiómetro del local cuando se extrajo el supuesto imitador;* • *Proseguirse las operaciones sin tener suficiente conocimiento acerca de la configuración del contenedor;* • *No cuestionarse la realización de los trabajos y no detenerlos por no contarse con los dosímetros de alarma personales establecidos en los requisitos;* • *Permitirse que uno de los operarios realizara el trabajo sin contar con la aptitud física necesaria (visión), demostrando el enfoque poco riguroso y prudente del grupo de trabajadores;* • *Los trabajadores no aplicaron, a pesar de contar cada uno de ellos con la certificación requerida, los conocimientos que tenían sobre las formas de los cabezales de los tubos para confirmar el tipo de componente que se manipulaba en cada operación.*

II-7. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 7: ACCIDENTE RADIOLÓGICO DEBIDO AL TRASLADO, EN UN MEDIO DE TRANSPORTE PÚBLICO, DE EQUIPO DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL CUYA FUENTE SE ENCONTABA EXPUESTA

II-7.1. Resumen del suceso

Una empresa proveedora de servicios de ensayos no destructivos fue contratada para realizar inspecciones radiográficas de soldadura en una ciudad a unos 400 kms de su sede central, en la capital del país. La empresa solo contaba con un equipo de gammagrafía de iridio 192 (0,67 TBq, al momento del accidente) para trabajos de campo y para trabajos en una instalación blindada de radiografía en la propia capital. Por ello, uno de sus trabajadores, que contaba con 12 años de experiencia en la práctica, realizó los arreglos para que le enviasen el equipo de gammagrafía que se había utilizado en trabajos contratados a la empresa en otra ciudad del país. El equipo fue enviado como carga por transporte público, que era el medio habitual de transporte que utilizaba esta empresa. El trabajador recogió la carga inmediatamente y comprobó con el monitor de tasa de dosis que los niveles eran normales.

Durante aproximadamente una hora y media el trabajador realizó varias radiografías, trabajando solo. En ningún momento utilizó el monitor de tasa de dosis para verificar que la fuente había retornado a su posición segura, como se establece en las regulaciones de la propia empresa. Al finalizar los trabajos, procedió a empacar el equipo y comenzó a desconectar el cable conductor y el tubo guía. No pudo desconectar el cable conductor al no poder accionar el enclavamiento mecánico que fija la fuente en posición segura y libera dicho

cable. Durante media hora, el trabajador intentó resolver la situación sin éxito, suponiendo que el fallo se debía a la suciedad del ambiente en que había trabajado y que la fuente se encontraba dentro del contenedor, en posición segura. No utilizó el monitor de tasa de dosis para confirmarlo. Se comunicó con la sede central, describiendo la situación desde su punto de vista, y se decidió enviar el equipo a la capital, como carga, en el ómnibus de transporte público de larga distancia. A esos efectos, el trabajador decidió colocar el contenedor en la maleta concebida para el transporte de estos tipos de equipo, que lleva la etiqueta de material radiactivo, así como colocar el cable conductor enrollado y el tubo guía en una caja de cartón, junto a la maleta. El trabajador no imaginaba que la fuente se había desprendido y estaba expuesta en algún sitio del tubo guía colocado en la caja de cartón.

Una hora más tarde el trabajador trasladó las cajas a la estación donde un empleado las recibió y las colocó en el estante de carga, en el que permanecieron dos horas hasta que fueron trasladadas al compartimento de carga del ómnibus. Media hora más tarde el ómnibus partió hacia la capital con 33 pasajeros a los que se sumaron otros 22 en un punto del trayecto, a 30 minutos de la salida, para un total de 55 pasajeros. El viaje hasta la capital demoró aproximadamente ocho horas y finalizó a media noche. El equipo permaneció en el compartimento de carga del ómnibus hasta el día siguiente, cuando un empleado de la estación lo trasladó al almacén de carga. A eso de las 14.00 horas, la carga fue recogida en la estación por el supervisor, máximo directivo de la empresa, y otro trabajador, que la transportaron en el compartimento de carga de un taxi durante unos 10 minutos. Al llegar a la instalación blindada de radiografía de la empresa se les unió otro trabajador que ayudó a colocar el equipo en el local previsto. Ninguno de los tres utilizó un dosímetro personal ni un dosímetro de lectura directa.

Una vez en el búnker, utilizaron el medidor de tasa de dosis y en ese momento comprendieron que la fuente estaba expuesta. Al descubrir que la fuente se encontraba en el tubo guía, lo sacudieron sin usar ningún instrumento hasta que la fuente cayó al piso. Después de varias operaciones lograron volver a colocar la fuente en su posición segura dentro del contenedor y dejar el equipo en las condiciones requeridas. Al día siguiente, el supervisor comunicó el incidente al director de la compañía a la que pertenece la empresa. No se comunicó inmediatamente el suceso al órgano regulador. Una vez contactado éste, se inició un proceso de solicitudes de información y contactos que se dilató, por lo que transcurrió aproximadamente un mes hasta que se tomó conciencia de la posibilidad de que los pasajeros del ómnibus hubiesen estado sometidos a una exposición significativa.

Tras una amplia campaña informativa a través de los medios de comunicación se logró identificar a 30 de los pasajeros y localizar a 15 de ellos. De acuerdo con la fuente consultada, no se localizó a ninguno de los empleados que trasladaron la carga en las estaciones de ómnibus ni al chofer del taxi.

Las investigaciones revelaron que a esta empresa, que llevaba varios años realizando radiografías, se le había denegado la solicitud de licencia presentada el año anterior. Las razones fueron varias: ninguno de sus trabajadores había asistido a un curso de formación en radiografía, conforme lo establecen las regulaciones locales, la información adjunta a la licencia estaba incompleta y desactualizada y se habían detectado problemas en la instalación blindada de radiografía. El órgano regulador le había formulado varias recomendaciones, entre ellas, que se dotara de un vehículo especializado para el transporte de las fuentes radiactivas que cumpliera todas las condiciones y los requisitos para este tipo de actividad.

II-7.2. Consecuencias

- Sobreexposición de 4 trabajadores a una dosis cuyo valor máximo se estimó en el orden de unos 200 mGy.
- Exposición de los pasajeros y empleados de las estaciones de ómnibus que superan los límites de dosis para miembros del público. Se estimó que la mayor dosis recibida por los pasajeros sentados encima del compartimento de carga fue de 190 mGy, disminuyendo a 10 mGy en el caso de los sentados en la parte delantera y trasera del ómnibus.

II-7.3. Posibles causas

- Incumplimiento del procedimiento de monitorización de la tasa de dosis durante los trabajos de radiografía.
- Incumplimiento de las regulaciones relativas a la realización de trabajos de radiografía y el transporte de fuentes.

II-7.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-7. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #7

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Prioridad de la seguridad. (EB.1)	• *La organización demuestra que no concede prioridad a la seguridad al proseguir los trabajos sin la licencia requerida, no existiendo evidencias de solución de los problemas por los cuáles le fue denegada.* • *El uso de transporte público por carretera como medio habitual para el transporte de fuentes, haciendo caso omiso de las recomendaciones del órgano regulador y de las regulaciones y buenas prácticas internacionales al respecto, indica que la empresa subordinó las cuestiones de seguridad a sus intereses contractuales o de servicios.* • *La falta de preocupación por regularizar la situación de la empresa ante el órgano regulador, por capacitar al personal y por disponer de un vehículo especializado para el transporte de cargas radiactivas podría deberse a un problema de costos, lo que sería una prueba más de la subordinación de la seguridad a los intereses económicos de la empresa.*

Cuadro II-7. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #7

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Liderazgo y compromiso visibles de la alta dirección respecto de la seguridad. (EB.2)	• *El supervisor, como máximo directivo de la empresa, demostró poco liderazgo y compromiso respecto de la seguridad al:* — *Autorizar o permitir el traslado del equipo de gammagrafía sin colocarlo debidamente en la maleta diseñada para su transporte, con arreglo a lo establecido en las regulaciones;* — *Participar en el traslado del equipo de gammagrafía en un medio de transporte público (taxi);* — *No portar un dosímetro personal, ni exigir su uso a los trabajadores que lo acompañaron en el traslado y la carga del equipo;* — *Participar en la recuperación de la fuente y aplicar un procedimiento rudimentario para extraer la fuente del tubo guía, sin utilizar los medios de protección necesarios;* — *No informar inmediatamente a sus superiores ni al órgano regulador sobre un posible problema de seguridad.* *Este tipo de actuación o comportamiento trasmite un mensaje erróneo a los trabajadores acerca de la importancia de cumplir las regulaciones de seguridad, de adoptar una actitud responsable y de compromiso respecto de la seguridad y de la preocupación por la protección del personal y de cualquier miembro del público.* *Se demostraron deficiencias en el compromiso de la alta dirección con la seguridad, al no garantizarse los recursos necesarios para la seguridad de los trabajos de gammagrafía, al permitirse que los trabajadores realizaran los trabajos solos, al no proporcionarseles la capacitación necesaria y prevista en las regulaciones locales, y al no asegurarles la disponibilidad ni el uso de dosímetros de alarma y del vehículo apropiado para el transporte del equipo de gammagrafía.*

Cuadro II-7. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #7

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	• *La organización falló en la identificación y solución oportunas del problema de seguridad que se presentó antes del transporte, lo que se hubiese podido evitar si el trabajador hubiese verificado la monitorización de la tasa de dosis.* • *La falta de un mantenimiento preventivo eficaz o sistemático impidió, quizás, la detección de un fallo inminente en el mecanismo de conexión de la fuente debido al deterioro o desgaste de sus partes.* • *La no monitorización de la tasa de dosis durante los trabajos podría ser reflejo de una mala práctica del personal, no detectada como resultado de una posible deficiencia de los mecanismos de supervisión de los trabajos dentro de la organización.*
Enfoque permanente en la seguridad. (EB.4)	• *La organización falló en el enfoque permanente en la seguridad al utilizar el transporte público como medio habitual para el traslado del equipo de gammagrafía, sin tomar en consideración la dificultad para asegurar las medidas y condiciones que se requieren durante el transporte de este tipo de carga, el riesgo que representa para los miembros del público, las consecuencias potenciales en caso de un accidente de tránsito y la posibilidad de extravío o robo de un equipo con fuente de radiación.*

Cuadro II-7. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #7

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *El fallo de este elemento de la cultura de la seguridad se pone de manifiesto en varios de los trabajadores involucrados en este suceso.* • *El trabajador que utilizó el equipo demostró:* — *Falta de un enfoque riguroso y prudente al no ajustarse a los requisitos relativos a la monitorización de las tasas de dosis;* — *Actitud poco cuestionadora al no considerar la posibilidad de que la fuente no se encontrara en condiciones plenamente seguras;* — *Poca responsabilidad respecto de su propia seguridad, al no utilizar el dosímetro personal ni monitorizar la tasa de dosis, así como respecto de la protección del público, al enviar el equipo sin colocarlo bien en la maleta concebida para su transporte.* • *Los trabajadores que acompañaron al supervisor no adoptaron una actitud responsable respecto de la seguridad, al participar en las operaciones que se realizaron de forma insegura, sin adoptar una clara actitud cuestionadora y sin usar los dosímetros personales.* • *Los problemas de seguridad y las prácticas inseguras que se manifestaron en este suceso, sin que se adoptara una clara actitud cuestionadora, podrían deberse a la inexistencia de políticas en la organización en apoyo de la detención de trabajos que se considere que entrañan un riesgo potencial para la seguridad o de políticas que fomenten la libre notificación de las preocupaciones de seguridad.*
Compromiso supremo del órgano regulador con la seguridad. (EBCSOR.1)	• *A pesar de las posibles circunstancias locales con respecto a la implementación de las regulaciones de seguridad, que permitían proseguir las operaciones sin la licencia requerida, el órgano regulador no adoptó medidas más eficaces para proteger a los trabajadores de esta empresa y a los miembros del público de las posibles consecuencias de esta actuación insegura de la empresa.*

Cuadro II-7. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #7

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Detección rápida de los problemas de seguridad y toma de decisiones oportuna por el órgano regulador (EBCSOR.3)	*El órgano regulador falló en este elemento de su cultura de la seguridad al:* • *No detectar en esta organización las malas prácticas respecto de la monitorización de la tasa de dosis durante los trabajos de radiografía y la realización de los mismos sin la utilización de dosímetros personales por parte de los trabajadores.* • *No detectar la posibilidad de una exposición significativa de los miembros del público como resultado del proceso burocrático lento o formal que siguió a la notificación recibida sobre lo ocurrido y que le impidió, además, actuar de forma inmediata.*

II-8. ESTUDIO DE CASO NÚMERO 8: ACCIDENTE RADIOLÓGICO POR ABANDONO DE UN EQUIPO DE RADIOTERAPIA

Aunque este accidente ocurrió hace varios decenios, cuando apenas se conocía el concepto de cultura de la seguridad, resulta interesante como estudio de caso, ya que demuestra el impacto severo que pueden tener las actitudes y los comportamientos propios de una cultura de la seguridad deficiente en el personal de las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación. A pesar del tiempo transcurrido desde este suceso, sus enseñanzas tienen vigencia y pueden constituir una oportunidad de aprendizaje.

II-8.1. Resumen del suceso

Un terreno, propiedad de otra institución, fue cedido mediante contrato por un periodo de diez años a un instituto de radioterapia que construyó en ese sitio un centro médico, bajo la responsabilidad de un oncólogo radioterapeuta. Tras los trámites necesarios, se obtuvo la licencia correspondiente del órgano regulador y se aprobó la importación de la fuente de Cs137 para teleterapia. El equipo de teleterapia fue instalado, inspeccionado y puesto en funcionamiento. Cinco años más tarde, el mismo instituto adquirió una fuente de Co 60 para teleterapia, con la correspondiente licencia del órgano regulador, y designó a un oncólogo radioterapeuta y a un físico médico como responsables técnicos de la práctica de radioterapia en esa institución.

Al expirar el contrato que permitió al instituto de radioterapia hacer uso de dicho terreno, la institución que lo cedió inició un proceso para recuperar el inmueble, que fue vendido posteriormente a otra institución, y se hizo fuerte presión sobre el instituto de radioterapia para que dejara el local.

Tiempo después, hubo cambios en el instituto de radioterapia y el oncólogo radioterapeuta al que se había asignado la responsabilidad del centro médico se separó de esa institución, creándose una nueva sociedad, integrada por tres nuevos oncólogos radioterapeutas. Los médicos organizaron el traslado de la sede del instituto de radioterapia a un nuevo local, llevándose solamente la fuente de Co 60 y dejando abandonada la de Cs 137 en las antiguas

instalaciones, sin que se notificara este hecho al órgano regulador. Sin embargo, el oncólogo radioterapeuta al que se había asignado la responsabilidad del centro médico del instituto de radioterapia, aunque ya no era socio del mismo, siguió manteniendo en funcionamiento durante un tiempo un consultorio médico propio en esa instalación. Antes de que el nuevo propietario ocupara estos locales, el médico ordenó la retirada del tejado, las puertas y las ventanas de la instalación, con el objeto de reutilizarlos en otra construcción. Así fue como la fuente de Cs 137 para teleterapia, permaneció en el lugar, al que podía acceder ya cualquier persona puesto que los locales habían quedado destruidos casi en su totalidad.

Varios meses después, esta situación fue aprovechada por dos recolectores de chatarra, que al escuchar rumores sobre el abandono de un equipo metálico de gran valor, entraron en los locales y con herramientas simples desmantelaron el equipo en dos partes, llevándose solamente el ensamblaje rotatorio que contenía la fuente de Cs 137[2]. En el lugar quedó el cabezal de blindaje. La pieza extraída fue trasladada a la casa de uno de los recolectores en el sector central de la ciudad, con la intención de separar los metales y venderlos a una chatarrería. En esa operación desmantelaron el ensamblaje rotatorio, destruyendo la integridad de la cápsula metálica que contenía el cloruro de Cs 137. Ese mismo día, ambos recolectores presentaron vómito. A los dos días, uno de ellos, con diarrea y edema en las manos, fue a un hospital donde le diagnosticaron una reacción alérgica por algún alimento ingerido y le indicaron permanecer en su casa. El otro recolector siguió trabajando intermitentemente, hasta lograr separar las piezas del ensamblaje rotatorio.

Cinco días después, las piezas fueron vendidas al dueño de un depósito de chatarra, situado en otro sector de la ciudad, que al observar en la oscuridad la luz azul emitida por el polvo de cesio, quedó maravillado y llevó la pieza con la fuente a la sala de su casa para mostrársela a los vecinos, familiares y amigos que llegaron de visita, distribuyéndoles incluso pequeños granos del cloruro de cesio. Algunos de ellos pasaron el cloruro de cesio por sus propios cuerpos, fascinados por su brillo. La alta solubilidad del cloruro de cesio contribuyó a la amplia contaminación de las personas, las viviendas y el medio ambiente.

Un hermano del dueño del depósito de chatarra llevó algunos fragmentos de la fuente radiactiva a su casa, situada en otro barrio de la ciudad. Colocó los fragmentos de la fuente sobre la mesa, donde se encontraba comiendo su hija de seis años, quien al tocar los fragmentos con las manos ingirió polvo de cesio, contaminándose externa e internamente. Como él también era dueño de un depósito de chatarra sustrajo el cabezal del blindaje del equipo de teleterapia que los dos primeros recolectores de chatarra habían dejado en las ruinas de la instalación.

En el transcurso de los días siguientes, los empleados del primer depósito de chatarra manipularon las piezas del ensamblaje rotatorio, con parte de la fuente radiactiva parcialmente deshermetizada, para extraer el plomo. Todo esto fue vendido al dueño de un tercer depósito de chatarra, ubicado en otro sector de la ciudad.

La esposa del dueño del primer depósito de chatarra mencionado, al observar que muchos de los que estuvieron en su casa presentaban los mismos problemas de salud que ella y su familia (vómito, diarrea, nauseas, quemaduras con ampollas en la piel, entre otros) y sospechando que la causa podría ser el polvo brillante, decidió ir hasta el tercer depósito de *chatarra y, con*

---

[2] *La fuente radiactiva era una pastilla de sal de cloruro de cesio (Cs 137), contenida dentro de una cápsula metálica cilíndrica de 3,6 cm de diámetro por 3,0 cm de altura, con una actividad de 50,9 TBq (1375 Ci) en el momento del suceso. El ensamblaje rotatorio que contenía la fuente estaba compuesto por un cilindro metálico, acoplado a piezas complementarias que podían retirarse en bloque del cabezal de blindaje del equipo.*

ayuda de un empleado de su esposo, tomaron la pieza que contenía la fuente radioactiva, la colocaron en una bolsa y la llevaron en ómnibus a la sede de la Institución Estatal de Vigilancia Sanitaria, donde la entregaron, advirtirtiendo que esa pieza ¨los estaba matando¨. La bolsa que contenía la pieza fue colocada sobre una mesa en la división de alimentos de esa institución hasta el día siguiente, cuando se sacó al patio donde se colocó sobre una silla. En ese momento, decenas de personas que trabajaban en la institución se acercaron por curiosidad para ver la pieza y resultaron igualmente irradiadas y/o contaminadas.

De la Institución de Vigilancia Sanitaria, la esposa del dueño del depósito de chatarra y el empleado se dirigieron al Centro de Informaciones Toxicológicas, donde funcionaba el Hospital de Enfermedades Tropicales. Uno de los médicos que los examinó, sospechó que las quemaduras con ampollas en la piel podían haber sido causadas por radiación ionizante. Contactó a otros médicos y a un físico que al día siguiente hicieron mediciones del nivel de radiación ionizante en la Institución Estatal de Vigilancia Sanitaria y en el depósito de chatarra del esposo de la mujer, siendo ambos locales inmediatamente evacuados. En ese momento fue cuando se supo del accidente y se informó a las autoridades competentes, entre ellas, el órgano regulador.

Desde la sustracción de la pieza con la fuente abandonada hasta la detección del accidente transcurrieron 16 días.

II-8.2. Consecuencias

(a) Contaminación radiactiva de personas

Fueron monitorizadas 112 800 personas, cerca de 10% de la población de la ciudad. Un total de 249 personas fueron tratadas por presentar una contaminación significativa, interna y/o externa. De ellas:

(i) 120 personas registraban contaminación en la ropa y el calzado únicamente y, una vez descontaminadas, fueron dadas de alta; y

(ii) 129 personas fueron tratadas y retenidas por contaminación interna y/o externa, recibiendo seguimiento médico periódico, de las cuales:

— 79, que presentaban contaminación externa, recibieron tratamiento ambulatorio;

— 50, que presentaban contaminación interna, fueron mantenidas en situación de semiaislamiento (30) o remitidas a un hospital general (20). De estas últimas, 14 en estado grave fueron transferidas a otro hospital en una de las principales ciudades del país (14 presentaron afecciones de la médula ósea y ocho presentaron Síndrome Agudo de la Radiación).

(b) Fallecimiento, daños físicos a la salud o discapacidad de varias personas

(i) Cuatro personas fallecieron entre la cuarta y quinta semanas siguientes a la exposición al material radioactivo, a causa de complicaciones previstas del Síndrome Agudo de la Radiación (hemorragia interna difusa en varios órganos y/o infección generalizada). Los fallecidos fueron:

— la esposa del dueño del depósito de chatarra (5,7 Gy);
— la hija del hermano del dueño del depósito de chatarra (6,0 Gy);
— un empleado (4,5 Gy);
— un empleado (5,3 Gy).

(ii) Un total de 28 personas desarrollaron, en mayor o menor grado, el síndrome cutáneo de la radiación (radiodermitis).

(iii) A uno de los recolectores de chatarra hubo que amputarle su antebrazo derecho.

(c) Importante despliegue de recursos humanos, técnicos y financieros en la respuesta a la emergencia

- La activación del Plan de Emergencias entrañó la participación de numerosas instituciones y de personal del órgano regulador, de otras instalaciones y empresas del sector nuclear del país, de la Defensa Civil, de instituciones hospitalarias y la Secretaría de Salud, además de otras instituciones locales, nacionales e internacionales que se incorporaron o prestaron asistencia a las actividades de respuesta a la emergencia.
- Además de las acciones dirigidas a identificar, monitorizar, descontaminar y tratar a la población afectada y aislar las áreas consideradas como focos principales de la contaminación, se removieron grandes cantidades de tierra y se demolieron construcciones a los efectos de la descontaminación de los siete focos principales en los que hubo contaminación de personas y del medio ambiente, así como altas tasas de exposición. Fue necesario realizar análisis del suelo, los vegetales, el agua y el aire para cuantificar la dispersión del Cs 137.

(d) Afecciones y trastornos psicosociales.

- Trastornos depresivos agudos en las víctimas que sobrevivieron al accidente.
- Estrés de la población como consecuencia del seguimiento de los noticieros y medios de información durante la fase crítica del accidente.
- Cerca de 200 personas fueron desalojadas como resultado de la necesidad de evacuar 41 casas contaminadas.
- Reacciones de enfrentamiento, fuga y agresividad entre la población.
- Discriminación personal, local y nacional, por medio del boicot a la compra de mercancías provenientes del Estado donde se produjo el accidente y de las dificultades de los habitantes para desplazarse dentro del país y hacia el exterior, por exigírseles un certificado de no contaminación radiactiva.

(e) Impacto económico local y regional.

- El precio de los inmuebles involucrados en el accidente se redujo a niveles insignificantes.
- Muchas tiendas y comercios locales acabaron cerrando o cambiando su ubicación.
- Toda la economía regional se vio afectada durante un largo periodo de tiempo, independientemente del impacto radiológico real.

(f) Generación de grandes cantidades de desechos radiactivos.

- 3500 m^3 de desechos radioactivos resultantes de la demolición de locales y la remoción de suelos altamente contaminados.
- Establecimiento de instalaciones de almacenamiento provisional para los desechos radioactivos a 23 km del centro de la ciudad (seis plataformas, sobre las que se colocaron los desechos almacenados en 4223 tambores de 200 L cada uno, 1347 cajas metálicas de 1,7 m^3, 10 contenedores marítimos de 32 m^3 y seis embalajes especiales de hormigón armado de 20 cm de espesor.
- Dificultades para la ubicación del almacenamiento final de los desechos debido a la oposición y las protestas en las posibles zonas de almacenamiento.
- Diez años después del accidente se concluyó la construcción del depósito permanente

para el almacenamiento de los desechos radioactivos derivados de este accidente, con una duración prevista de 300 años.

II-8.3. Posibles causas

Abandono de un equipo de teleterapia con una fuente de radiación ionizante en una instalación fuera de servicio por parte de una institución médica con licencia otorgada por el órgano regulador, lo que facilitó su sustracción y la amplia dispersión del material radiactivo con graves consecuencias para la salud y el medio ambiente, así como con un importante impacto económico y social.

II-8.4. Aspectos de la cultura de la seguridad puestos de manifiesto en este caso

Cuadro II-8. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #8

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Prioridad de la seguridad. (EB.1)	• *La falta de prioridad de la seguridad en el instituto de radioterapia se puso de manifiesto en la falta de control sobre un equipo que contenía una fuente de radiación ionizante y que fue abandonado sin notificarse al órgano regulador.* • *Tal comportamiento demuestra la pobre cultura de la seguridad de esa organización y de su personal, teniendo en cuenta que conocía los riesgos radiológicos de este tipo de equipo y que tenía una licencia del órgano regulador.*
Liderazgo y compromiso visibles de la alta dirección respecto de la seguridad. (EB.2)	• *Se demuestra que no hubo compromiso con la seguridad por parte de la alta dirección del instituto de radioterapia ni de los directivos/las personas a cargo de la instalación que permitieron el abandono de la fuente sin someterla a ningún control; condición que se mantuvo durante un tiempo prolongado sin que se adoptara medida ni acción algunas a ese respecto.* • *El hecho de no haberse notificado lo sucedido al órgano regulador demuestra el poco compromiso con la seguridad.*
Identificación y solución oportunas de los problemas de seguridad. (EB.3)	• *La institución falló en la identificación y solución oportunas de los problemas y las condiciones que se estaban creando con respecto a la seguridad del equipo y que constituían un peligro radiológico potencial.*

Cuadro II-8. ASPECTOS DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD PUESTOS DE MANIFIESTO PARA EL CASO #8

Elemento básico (EB) de la cultura de la seguridad	**Análisis**
Enfoque permanente en la seguridad. (EB.4)	• *La falta de un enfoque permanente en la seguridad se refleja en la inadecuada gestión de los cambios tanto de personal como de responsabilidades, así como del propio traslado de la institución a otra ubicación. Por ese motivo no se pudo evaluar, de manera eficaz, el impacto de esos cambios en la seguridad del equipo en cuestión, ni adoptar las medidas preventivas necesarias. La seguridad no parece haber sido el centro de atención durante todo ese proceso de cambios.*
Responsabilidad, involucramiento y comportamiento individuales con respecto a la seguridad. (EB.5)	• *Las condiciones que condujeron al accidente reflejan responsabilidad y comportamientos individuales inadecuados con respecto a la seguridad por parte de varias de las personas que estuvieron involucradas en el suceso. No hay nada que demuestre la preocupación por la seguridad de los tres nuevos socios de la institución, quienes organizaron el traslado del instituto y dejaron abandonado el equipo de Cs 137 en la antigua instalación sin las medidas de protección y control requeridas.*
Detección rápida de los problemas de seguridad y toma de decisiones oportuna por el órgano regulador. (EB CS OR.3)	• *La secuencia de los sucesos que antecedieron al accidente refleja los problemas de la cultura de la seguridad del órgano regulador en cuanto a su capacidad para detectar oportunamente los problemas y las condiciones que se plantearon en esa instalación durante un período prolongado de tiempo y que representaban una amenaza potencial para la protección radiológica del público y del medio ambiente.*

FUENTE:[A-10 to A-19]

ANEXO III
EJEMPLO DE TRATAMIENTO DE LOS COMPORTAMIENTOS INDIVIDUALES POR PARTE DE LOS DIRECTIVOS

El presente anexo contiene algunas recomendaciones para los directivos sobre los pasos a seguir en el tratamiento de los comportamientos de los trabajadores, basadas en la experiencia del Programa "Five STARS" [A-20] de la industria del petróleo. Se apoyan en el ejemplo hipotético de un directivo que realiza su recorrido habitual por las áreas de trabajo de una organización de radiografía industrial, en las que es necesario delimitar y señalizar el área de irradiación.

Cuadro III-2. TRATAMIENTO DE COMPORTAMIENTOS INDIVIDUALES POR PARTE DE LOS DIRECTIVOS

Tratamiento de comportamientos NO SEGUROS		**Tratamiento (fortalecimiento) de comportamientos SEGUROS**	
PASOS	**INTERVENCIÓN**	**PASOS**	**INTERVENCIÓN**
INICIE la intervención: • Intervenga tranquila y firmemente; • Inicie la conversación.	*Buenas tardes, pasaba por aquí y…*	**INICIE** la intervención: • Intervenga tranquila y firmemente; • Inicie la conversación.	*Buenas tardes, pasaba por aquí y…*
FOCALICE el acto (no la persona): • Describa lo que ve, evitando enjuiciar a la persona.	• *Observo que no se ha protegido el área de irradiación…* • *Veo que no se ha señalizado el área de irradiación…*	**FOCALICE** el acto (no la persona): • Describa lo que ve de positivo.	• *Observo que se ha delimitado el área de irradiación correctamente…* • *Veo que se ha señalizado muy bien el área de irradiación…*
RECUÉRDELE los métodos aprobados en la organización: • Pídale a la persona que le describa cómo se debe realizar la tarea de forma segura; • Póngale al corriente de los métodos o procedimientos aprobados.	• *¿Conoce usted cuál es el procedimiento para…?* • *Como usted sabe, lo que está establecido en nuestros procedimientos es…*	**RECUÉRDELE** los métodos aprobados en la organización: • Confirme los métodos y procedimientos aprobados.	*La necesidad de delimitar y señalizar correctamente el área antes de iniciar los trabajos de irradiación está establecida en nuestros reglamentos y procedimientos…*
IDENTIFIQUE las razones que explican el comportamiento inseguro: • Pídale que explique por qué actúa de esa forma; • Escuche y demuestreque ha comprendido; • Pídale alguna solución.	• *¿Por qué no se delimitó el área donde se trabaja con radiaciones?* • *O sea, entiendo que …* • *¿Qué se pudiera hacer para resolver esta falta de señalización/protección del área de irradiación...?*	**REFUERCE** el comportamiento seguro: • Muestre por qué ese comportamiento es positivo.	*Con esa forma correcta de trabajar, usted está dando un buen ejemplo a los nuevos trabajadores ya que…*

Cuadro III-2. TRATAMIENTO DE COMPORTAMIENTOS INDIVIDUALES POR PARTE DE LOS DIRECTIVOS

Tratamiento de comportamientos NO SEGUROS		**Tratamiento (fortalecimiento) de comportamientos SEGUROS**	
PASOS	**INTERVENCIÓN**	**PASOS**	**INTERVENCIÓN**
DESTAQUE el efecto del comportamiento inseguro: • Pregúntele a la persona cómo puede ese comportamiento afectarla a ella o a otras; • Póngale ejemplos.	• *¿Qué considera usted que puede pasar si no se delimita o señaliza el área de irradiación?* • *¿Qué consecuencias puede tener para usted u otra persona, sus familias…? Por ejemplo, hubo un incidente en el que…*	**DESTAQUE** el efecto del comportamiento seguro: • Pregúntele a la persona cómo puede ese comportamiento beneficiarla a ella o a otras; • Póngale ejemplos.	*¿Cuáles son, a su parecer, los beneficios de delimitar y señalizar el área de irradiación?*

ANEXO IV

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN ALTAMENTE FIABLE

Cuadro IV-3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN ALTAMENTE FIABLE

Características de la OAF	Descripción	Razonamientos dominantes	Ejemplos
Preocupación por los fallos menores	La OAF mantiene una vigilancia permanente a los efectos de la detección temprana de pequeños fallos o errores, con el objeto de comprenderlos y corregirlos antes de que puedan evolucionar hasta convertirse en fallos o errores mayores, o en un accidente.	• Es mejor detectar síntomas y tratarlos que reaccionar a las consecuencias. • Aunque aparentemente todo marche bien, siempre algo puede estar funcionando mal. • Los cuasi accidentes no constituyen una prueba de la fortaleza de un sistema/organización para impedir la evolución hacia un incidente/accidente, sino una oportunidad para analizar por qué ocurrió, qué hubiese provocado y qué mejoras hay que introducir en el sistema/la organización para que no se	*La detección de un error en la planificación del tratamiento de un paciente por parte de un miembro del grupo de radioterapia debe ser considerada, no solo como una fortaleza del servicio, sino como una oportunidad para entender por qué se produjo el error, a qué hubiese conducido y qué se puede mejorar en la organización o sus procedimientos para evitar que ese error se cometa nuevamente.*

Cuadro IV-3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN ALTAMENTE FIABLE

Características de la OAF	Descripción	Razonamientos dominantes	Ejemplos
Rechazo de análisis simplistas.	La OAF se resiste a aceptar respuestas preconcebidas a los problemas que detecta o enfrenta.	• Hay que estar siempre preparado para lo inesperado. • Se comprende que no se pueden conocer con certeza todas las formas posibles de fallo de un sistema o equipo. Puede suceder lo inesperado. • Un sistema o equipo puede fallar de otra manera o por razones diferentes que en ocasiones anteriores. • El trabajo en equipo favorece las mejores soluciones. Nota: esta característica no excluye la posibilidad de hacer las cosas simples, sino que cuestiona y no da por sentado o seguro un enfoque o una solución tomada en un caso aparentemente similar, ocurrido anteriormente. Eso sería un análisis simplista.	*Durante el proceso de cambio de la configuración de un irradiador industrial se extrajo erróneamente un conjunto de carga, en lugar de un conjunto imitador. A pesar de la señal de alarma de los radiómetros del local, los operadores continuaron extrayendo el elemento, suponiendo que se trataba de un fallo de equipo y dando por sentado que se trataba de un imitador como se indicaba en los planos de configuración del irradiador.* *Lamentablemente, la configuración del irradiador había sido modificada sin que se hubiera incorporado el cambio correspondiente en el plano. El personal de esa entidad no estaba preparado para lo inesperado.*
Sensibilidad a las variaciones	La OAF reconoce que las condiciones de una actividad o proceso pueden cambiar inesperadamente y que es preciso vigilar y detectar cualquier variación o anomalía para adecuar las acciones en consecuencia. Esta característica está muy ligada al concepto de "conciencia de situación".	• Es importante mantener la "conciencia de situación" para poder identificar y solucionar de manera temprana los fallos y prestarles atención. • Hasta pequeñas variaciones de lo cotidiano requieren atención para identificar necesidades de ajuste. • Es preciso estar atentos a cualquier anomalía o cambio cuando aún hay tiempo de tratarlos y controlarlos. • Los accidentes son, por lo general, resultado de la acumulación de varias condiciones anómalas,	*Un técnico de radioterapia puede tener una sobrecarga inusual de pacientes que puede derivar en fatiga y errores en los tratamientos. La variación inusual en el número de pacientes debe ser detectada y se deben adoptar las medidas necesarias para evitar la sobrecarga y el efecto adverso en el desempeño del técnico de radioterapia.*

Cuadro IV-3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN ALTAMENTE FIABLE

Características de la OAF	Descripción	Razonamientos dominantes	Ejemplos
Reconocimiento al experto	La OAF traspasa la toma de decisiones a la persona más experta en el asunto que enfrenta.	• La persona de más jerarquía no es necesariamente el experto que tiene la información más crítica para responder a una situación determinada. • Es esencial no enfatizar en los rangos y jerarquías para que la organización pueda responder a los problemas más eficazmente. • El hecho de compartir la información y las preocupaciones con otros miembros de la organización es considerado muy útil.	*Durante el posicionamiento de un paciente sometido a un tratamiento complejo de radioterapia, un técnico de radioterapia detecta una condición que afectará el tratamiento, según su experiencia personal en un caso anterior. El técnico sugiere un cambio al oncólogo radioterapeuta y al físico médico, que se tiene en cuenta.*
Resiliencia	La OAF tiene la capacidad para para enfrentar situaciones límite y sobreponerse a ellas.	• Anticiparse a los eventos resulta esencial para la organización. • En todo momento se evalúa qué puede pasar y se determina el peor caso. • Se comprende que no se conocen todas las formas en que el sistema puede fallar. • Es importante enfrentar los obstáculos y hallar soluciones.	*Una empresa de radiografía industrial, que presta servicios en una obra en construcción, se percata de que tendrá que realizar trabajos nocturnos debido a retrasos en la instalación del equipo y la imposibilidad de posponer las radiografías para el día siguiente. Los directivos y el personal de la empresa de radiografía comprenden el riesgo que ello significa y rediseñan las condiciones de trabajo para asegurar una buena iluminación y el personal necesario para garantizar un trabajo seguro, adoptándose medidas adicionales para el caso de un incidente.*

ANEXO V
BUENAS PRÁCTICAS DE FOMENTO Y DESARROLLO, POR PARTE DE LOS ÓRGANOS REGULADORES, DE LA CULTURA DE LA SEGURIDAD EN LAS ORGANIZACIONES QUE REALIZAN ACTIVIDADES CON FUENTES DE RADIACIÓN

Los órganos reguladores de los países miembros del FORO llevan a cabo diversas actividades y acciones que contribuyen al fomento y desarrollo de la cultura de la seguridad en las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación. Aunque dichas actividades no son llevadas a cabo de forma sistemática, ni por todos los órganos reguladores, constituyen buenas prácticas que se pueden adoptar, de manera generalizada, en todos los países miembros. Entre ellas, las más comunes son la inclusión o referencia a la cultura de la seguridad, con un alcance diferente, en las regulaciones y acciones de difusión nacionales sobre este tema. A continuación, se describen algunas de estas buenas prácticas:

(a) Acciones de reglamentación:
   - (i) Inclusión del concepto de cultura de la seguridad en los documentos reguladores, para promover y fomentar el desarrollo del tema en las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación;
   - (ii) Desarrollo de programas nacionales sobre cultura de la seguridad, propiciados y promovidos por el órgano regulador con el fin de que las organizaciones elaboren sus propios planes de acción en este campo;
   - (iii) Establecimiento de declaraciones de política de seguridad por parte del órgano regulador, en las que se define el compromiso con la seguridad en todas las actividades de reglamentación;
   - (iv) Establecimiento de las expectativas reguladoras con respecto a la cultura de la seguridad en las organizaciones, fijando una referencia que oriente el camino hacia el estado deseado en esta materia;
   - (v) Inclusión de los aspectos de la cultura de la seguridad en las inspecciones reguladoras.

(b) Actividades de difusión y transferencia de información de importancia para la cultura de la seguridad:
   - (i) Encuentros nacionales de información en materia de reglamentación para promover la comunicación con representantes de las organizaciones, con miras a la realización de actividades reguladoras más transparentes y dinámicas y la mejora de los procesos de concesión de licencias, fiscalización, control de fuentes y certificación de la cualificación de profesionales en seguridad;
   - (ii) Reuniones entre los directivos del órgano regulador y de las organizaciones reguladas para debatir problemas relacionados con la seguridad en el país y lograr una mayor conciencia y un compromiso e involucramiento más firmes por parte de los directivos de las organizaciones en relación con estos temas;
   - (iii) Talleres anuales sobre el uso de herramientas para la evaluación de riesgos en aras de una mayor seguridad;
   - (iv) Cursos y talleres nacionales sobre cultura de la seguridad;
   - (v) Establecimiento de convenios para la inclusión del tema de la cultura de la seguridad en la formación de estudiantes de medicina, médicos residentes y otros profesionales de los sectores que utilizan fuentes de radiación;
   - (vi) Reuniones anuales sobre el mejoramiento de las actividades de radiografía industrial para examinar el estado de esta actividad y proponer medidas e

iniciativas de mejora, involucrando a los directivos y el personal de las organizaciones. Se recomienda organizar eventos similares en relación con la práctica médica;

(vii) Talleres nacionales sobre prevención de accidentes en radiografía industrial para intensificar la comunicación con los titulares y los oficiales de protección radiológica de las organizaciones y con representantes de las empresas contratistas, en aras de la prevención de accidentes y el aprendizaje de las enseñanzas extraídas;

(viii) Desarrollo de un sistema nacional para el análisis, la difusión de las enseñanzas y el aprendizaje sobre incidentes y sucesos radiológicos notificados dentro o fuera del país;

(ix) Uso de las tecnologías informáticas y páginas web de los órganos reguladores para proporcionar información en materia de seguridad y difundir el tema de la cultura de la seguridad;

(x) Apoyo y participación de los órganos reguladores en foros y eventos nacionales de interés común sobre seguridad, como los que organizan las sociedades profesionales vinculadas a la protección radiológica, entre otros.

REFERENCIAS DE LOS ANEXOS

[A-1] GRUPO INTERNACIONAL ASESOR EN SEGURIDAD NUCLEAR, *Cultura de la Seguridad, Colección Seguridad*, INSAG-4, OIEA, Viena (1991).

[A-2] ADVISORY COMMITTEE ON THE SAFETY OF NUCLEAR INSTALLATIONS, ACSNI Study Group on Human Factors: Third Report — Organising for Safety, HSE Books, London (1993).

[A-3] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA DE LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Normas Internacionales Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de Fuentes de Radiación*, Colección de Seguridad Nº 115, OIEA, Viena (1996).

[A-4] WIEGMANN, D.A., ZHANG, H., VON THADEN, T.L., SHARMA, G., MITCHELL, A., Safety Culture: A Review, Technical Report ARL-02-3/FAA-02-2, Institute of Aviation, Illinois (2002).

[A-5] HEALTH AND SAFETY LABORATORY, Safety Culture: A Review of the Literature, HSL, Sheffield (2002).

[A-6] INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATIONS, Principles for a Strong Nuclear Safety Culture, INPO, Atlanta (2004).

[A-7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA: Terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica, Edición de 2007, OIEA, Viena (2008).

[A-8] VON THADEN, T.L., GIBBONS, A.M., The Safety Culture Indicator Scale Measurement System (SCISMS), Technical Report HFD-08-03/FAA-08-2, Institute of Aviation, Illinois (2008).

[A-9] COMISIÓN EUROPEA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* Nº GSR Part 3, OIEA, Viena (2016).

[A-10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).

[A-11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Events Web-based System, *https://www-news.iaea.org/*

[A-12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Nueva Aldea, IAEA, Vienna (2009)

[A-13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Cochabamba, IAEA, Vienna (2004).

[A-14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Goiânia, IAEA, Vienna (1988).

[A-15] MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS, Responsabilidade pelo Acidente Radiológico com o Césio-137 Ocorrido em Goiânia em 1987, Relatório Final, Centro de Informações do CRCN-CO, Goiânia (1994).

[A-16] JUSTIÇA FEDERAL/SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DE GOIÁS/8ª VARA, Sentença do Poder Judiciário referente à Ação Civil Pública proposta pelo Ministério Público Federal, PROCESSO N 95.8505-4, Goiânia (2000).

[A-17] SUPERINTENDÊNCIA LEIDE DAS NEVES FERREIRA, História do Acidente Radioativo de Goiânia, *http://www.sgc.goias.gov.br/upload/links/arq_254_historiadoacident.pdf.*

[A-18] FUNDAÇÃO LEIDE DAS NEVES FERREIRA, Histórico da Atuação dos Psicólogos no Acidente Radioativo de Goiânia, Fundação Leide das Neves Ferreira, Goiânia (1989)

[A-19] OKUNO, E., Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. Estudos Avançados, **27** 77 (2013)185-200.

[A-20] SAIPEM SpA. Leadership in Health and Safety Workbook ,Workbook ENG, Rev 8, Workshop, La Habana, (2011).