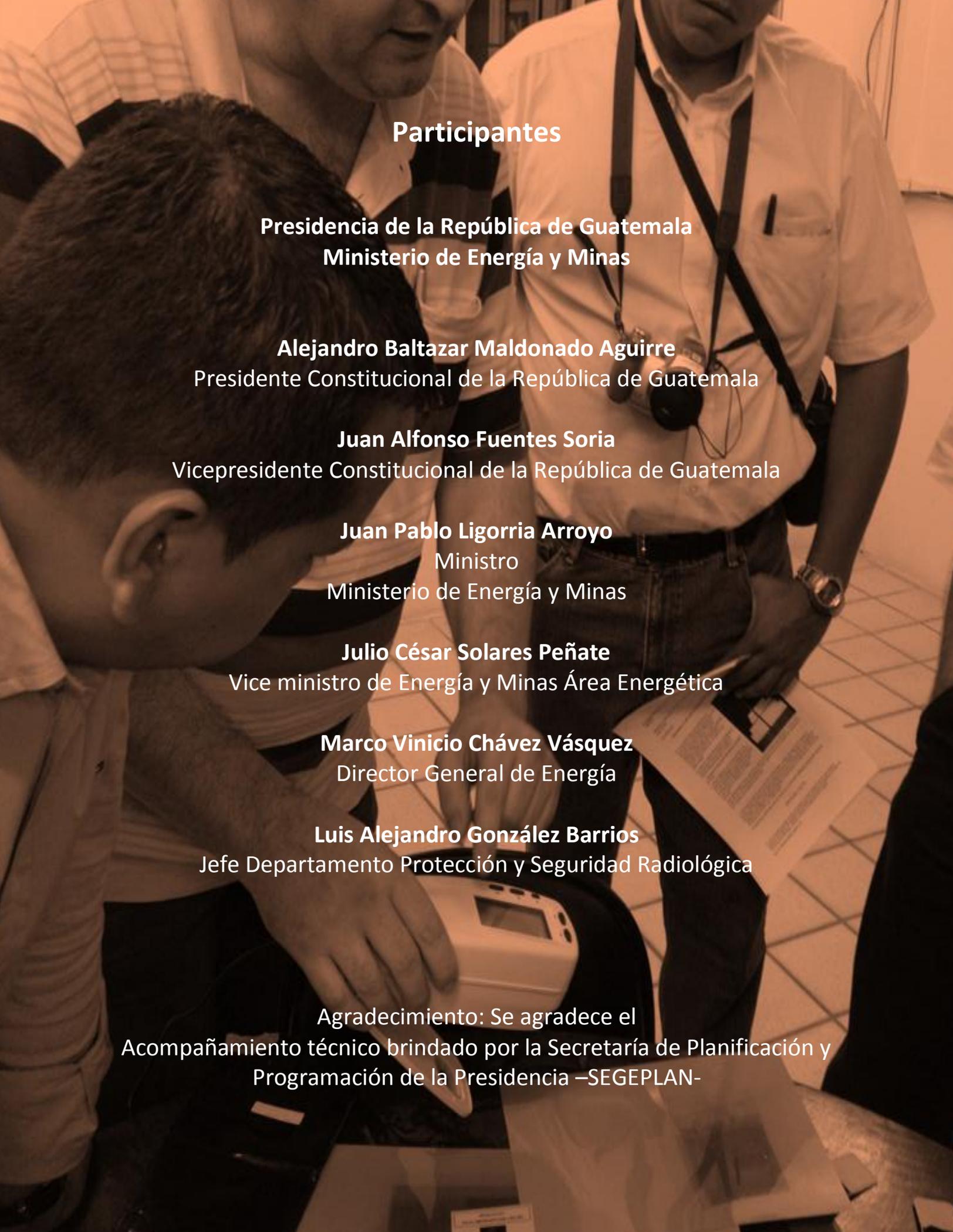


# Estrategia Guatemalteca de Capacitación y Entrenamiento en Materia de Seguridad y Protección Radiológica



## Participantes

**Presidencia de la República de Guatemala**  
**Ministerio de Energía y Minas**

**Alejandro Baltazar Maldonado Aguirre**  
Presidente Constitucional de la República de Guatemala

**Juan Alfonso Fuentes Soria**  
Vicepresidente Constitucional de la República de Guatemala

**Juan Pablo Ligorria Arroyo**  
Ministro  
Ministerio de Energía y Minas

**Julio César Solares Peñate**  
Vice ministro de Energía y Minas Área Energética

**Marco Vinicio Chávez Vásquez**  
Director General de Energía

**Luis Alejandro González Barrios**  
Jefe Departamento Protección y Seguridad Radiológica

Agradecimiento: Se agradece el  
Acompañamiento técnico brindado por la Secretaría de Planificación y  
Programación de la Presidencia –SEGEPLAN-

## CONTENIDO

	Página
I. PRESENTACIÓN.....	4
II. INTRODUCCIÓN .....	6
III. DIAGNÓSTICO .....	8
IV. ANÁLISIS DE NECESIDADES.....	11
V. POSICIONAMIENTO INSTITUCIONAL.....	17
VI. PRINCIPIOS .....	18
A. Concordancia.....	18
B. Control regulatorio .....	19
C. Protección de la salud humana .....	19
D. Reconocimiento interdisciplinario.....	19
E. Responsabilidad institucional en capacitación .....	19
F. Responsabilidad social en capacitación .....	19
VII. MISIÓN .....	19
VIII. VISIÓN .....	19
IX. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS .....	20
A. Objetivo general .....	20
B. Objetivos específicos .....	20
X. MARCO ESTRATÉGICO .....	22
A. Análisis de actores .....	22
B. Responsabilidades .....	22
C. Acciones estratégicas.....	23
XI. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN .....	24
XII. ACRÓNIMOS .....	26
XIII. GLOSARIO .....	26
XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## I. PRESENTACIÓN

La presente “Estrategia Guatemalteca de Capacitación y Entrenamiento en Materia de Seguridad y Protección Radiológica”, coadyuva en la creación de competencias y capacidades para la gestión de los desechos radiactivos. Al respecto, se formula con fundamento en el lineamiento estratégico de fortalecimiento institucional de la “Política Nacional para la Gestión de Desechos Radiactivos en Guatemala”.

Es un instrumento de orientación y un medio de planificación para crear competencias y capacidades en las personas que utilizan radiaciones ionizantes, las cuales se pueden generar de dos maneras: mediante el uso de fuentes radiactivas o por la utilización de equipos generadores de radiación. Las primeras, emiten radiación ionizante de forma autónoma, mientras que los generadores de radiación requieren voltaje para su funcionamiento.

Para las personas que utilizan la tecnología nuclear en los campos de medicina, Industria, investigación, control aduanero, agricultura, ambiente, manejo de recursos acuíferos, metrología de las radiaciones, así como para el control regulatorio, es indispensable crear capacidades específicas que les faculten para cumplir con sus funciones como expertos cualificados, encargados de protección radiológica y personal ocupacionalmente expuesto en condición de operadores, técnicos, profesionales de la salud, de la industria y de otras especialidades profesionales involucradas, profesionales en regulación y personal de respuesta a emergencias.

Es importante hacer notar la trascendencia de este tema, ya que la presente estrategia aborda la capacitación en seguridad y protección radiológica, para todas las prácticas y situaciones de intervención relacionadas con las tecnologías nucleares; sin embargo, no abarca la capacitación y entrenamiento en el uso de dichas tecnologías, como lo realizaría el fabricante o proveedor de los equipos relacionados. Es decir que no se ocupa de la enseñanza al operador de los equipos en lo que respecta a su funcionamiento, así como tampoco abarca la educación y reconocimiento en la práctica médica de un profesional en radiología o en metalurgia (recibida en una Universidad, por citar un ejemplo). La seguridad y protección se consideran como una medida de protección de las personas, contra la exposición a las radiaciones ionizantes, durante la utilización de las tecnologías nucleares, incluidos los medios para prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de estos, si ocurrieran.

En ocasiones los profesionales involucrados, participan de la interpretación de los resultados obtenidos de la utilización de estos equipos, sin embargo, no los operan y por tal razón no se consideran trabajadores ocupacionalmente expuestos. El tema se aborda cuando cualquier persona, tanto a nivel operativo, como en los niveles técnicos y profesionales, se involucra con la tecnología nuclear, pero desde el punto de las medidas de seguridad y protección radiológica que deben observar. Es un tema relevante, porque si las medidas no se llevan a cabo pueden causar daños potenciales irreversibles a los pacientes, a los mismos trabajadores y al público en general.

Guatemala, como miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), mediante Convenciones Internacionales ha adquirido compromisos de Estado, derivados de los principios generalmente aceptados del derecho internacional y de reglas como las relativas a la protección del medio ambiente, al uso responsable de la energía nuclear con fines pacíficos, a la seguridad física de los materiales nucleares y radiactivos; así como, los relacionados para evitar emergencias radiológicas.

Las normas de seguridad en materia de protección radiológica y uso seguro de las fuentes de radiación son de obligado cumplimiento para los Estados miembros a los cuales el OIEA presta asistencia. En este sentido, Guatemala recibe asistencia en diferentes campos, principalmente en el área médica, investigación, gestión de desechos radiactivos y metrología de las radiaciones. Esto hace necesario crear la presente estrategia para orientar las acciones hacia el logro del manejo seguro de la energía nuclear con la finalidad de proteger la salud de los guatemaltecos, sus bienes y el medio ambiente.

Debido a la contribución de la tecnología nuclear en nuestro país, el Ministerio de Energía y Minas (en adelante: MEM) a través de la Dirección General de Energía (en adelante: DGE), en el ejercicio de su autoridad, otorgada por el Decreto Ley 11-86; Ley para el Control, Uso y Aplicación de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes; como autoridad competente, se ha visto en la necesidad de establecer los requisitos de capacitación y entrenamiento en seguridad y protección radiológica para las siguientes actividades: Uso de fuentes de radiación, incluyendo mantenimiento y calibración, para fines médicos, industriales, veterinarios o agrícolas, las relativas a las actividades de educación, capacitación o investigación, actividades reglamentarias, como de inspección y evaluación de seguridad, clausura y gestión de desechos radiactivos, transporte de materiales radiactivos, planificación y preparación para casos de emergencia, exposición a niveles de radiación natural más altos en determinados lugares de trabajo, así como en la extracción y elaboración de materias primas y en las industrias de petróleo y gas.

En Guatemala, la mayor utilización de la tecnología con radiaciones ionizantes se da en el campo de la medicina, lo cual está ligado directamente a la prestación de los servicios de salud, que son fundamentales para la población guatemalteca.

La relevancia del tema de generación de competencias y capacidades dentro del MEM, a través de la DGE, como órgano regulador nacional, se debe a que son numerosas las aplicaciones que utilizan la tecnología nuclear en el país. En este sentido, se hace necesario crear competencias específicas en materia de seguridad y protección radiológica. Otras necesidades identificadas son las siguientes: la necesidad de centros de capacitación y la necesidad de carreras técnicas y universitarias, directamente relacionadas con el uso de la tecnología nuclear. Con relación a estas últimas, la presente estrategia, sirve de base para el planteamiento formal de requerimientos nacionales hacia los centros de capacitación a nivel técnico y superior, planteando la creación de carreras específicas como una situación de necesidad nacional, que deberá ser atendida por los entes educativos del país.

Las necesidades de capacitación y entrenamiento se han identificado actualmente mediante el registro de las actividades que se realizan en el país; sin embargo, deberán ser revisadas y actualizadas mediante el consenso de todas las personas y entidades que están involucradas con el uso de las radiaciones ionizantes tomando en cuenta aquellas aplicaciones que se puedan implementar en un futuro como resultado de los avances tecnológicos.

Después de considerar las diferentes capacidades que deben existir en el país, relacionadas con el manejo de las radiaciones ionizantes, originadas por los materiales radiactivos y/o generadores de radiación, así como de la gestión de los desechos radiactivos, se concluye que es necesario el diseño y la implementación de una estrategia nacional congruente, que haga efectivo el diseño y desarrollo de un programa de capacitación y entrenamiento, dentro de un enfoque sistémico. La construcción de esta propuesta se ha sustentado en principios y valores sobre los que descansan las acciones de intervención que permitirán ejecutar la presente estrategia guatemalteca, para lograr satisfacer las necesidades de

capacitación y entrenamiento, utilizando recursos nacionales y cuando proceda considerando el apoyo internacional.

## II. INTRODUCCIÓN

La razón de ser de la presente estrategia, es la creación de competencias en materia de seguridad y protección radiológica, mediante la capacitación y el entrenamiento de las personas que utilizan la energía nuclear con fines pacíficos, para satisfacer las necesidades de capacitación y entrenamiento existentes en el país. Estas necesidades se generan de las aplicaciones derivadas de la utilización de este tipo de energía en distintos campos como los siguientes: medicina, industria, gestión de desechos radiactivos, agricultura, investigación y calibración de equipos radiológicos, entre los principales.

Dichas aplicaciones se clasifican de acuerdo a las distintas prácticas asociadas, entre las cuales se pueden mencionar: radiología de diagnóstico dental, radiología de diagnóstico médico, tomografía, intervencionismo, radioterapia, radiología veterinaria, control de chatarra, medidores nucleares, perfilaje de pozos, irradiadores, radiografía industrial, braquiterapia, medicina nuclear, gammagrafía, control aduanero, análisis de los niveles de radiación en alimentos y productos agrícolas, entre otros.

Algunas prácticas en el campo de la medicina, como en el caso de la radiología diagnóstica, son conocidas con nombres aún más específicos, según el órgano en donde se utilizan como es el caso del radiodiagnóstico neurálgico, de cabeza y cuello, odontológico, cardíaco, abdominal, gastrointestinal, genitourinario, de mama, ginecológico, vascular, músculo esquelético y pediátrico, por citar algunos ejemplos. Existen casos en los cuales la energía no se utiliza únicamente para el diagnóstico, sino también para aplicarla directamente sobre pacientes, como es el caso del tratamiento del cáncer. Esta energía, conocida como radiación ionizante, se puede generar mediante materiales radiactivos y por medio de equipos generadores de radiación que utilizan voltaje para su funcionamiento.

Debido a la introducción de las diferentes tecnologías al país, como consecuencia de los avances a nivel mundial en el uso de la energía nuclear, se hace necesaria la transferencia de conocimiento para la construcción de capital humano competente. Los beneficiarios a los que va destinada esta estrategia son todas aquellas personas que utilizan o están expuestos a las radiaciones ionizantes, como trabajadores ocupacionalmente expuestos, operadores, técnicos o profesionales, así como también los pacientes y público en general.

Con la finalidad de establecer esta estrategia, se utiliza el enfoque sistémico, que parte de la identificación de las necesidades de capacitación y entrenamiento en el país, el diseño de un programa de capacitación y entrenamiento, el desarrollo e implementación del mismo, así como el adecuado monitoreo y sistema de evaluación correspondiente.

El posicionamiento institucional del MEM, a través de la DGE, releva su compromiso como entidad competente en la materia, en lo relativo al establecimiento de los requerimientos regulatorios que las personas individuales y jurídicas deben observar; al papel fiscalizador para asegurar el uso adecuado de las tecnologías nucleares y al ejercicio de su rectoría para establecer coordinación con los actores involucrados mediante el establecimiento de una estrategia nacional de creación de competencias.

Este instrumento de planificación presenta una visión en la que se alcanza la cobertura total de las necesidades de capacitación y entrenamiento para el año 2020, con una temporalidad de evaluación de

cada cuatro años y fundamento en la misión institucional de crear las competencias necesarias mediante un Comité Técnico Multidisciplinario de dirección, a cargo de desarrollar e implementar la metodología del programa nacional de capacitación y entrenamiento.

Además, se proponen orientaciones estratégicas que puedan coadyuvar a la prestación de mejores servicios de capacitación y entrenamiento, desde los centros de capacitación, universidades, hospitales, industrias, laboratorios técnicos y todas aquellas personas y entidades nacionales e internacionales, facultados para la transmisión de conocimientos y experiencias relacionados con las diferentes prácticas que se desarrollan en el país.

Finalmente, se presentan objetivos estratégicos para la formación de un Comité Técnico Multidisciplinario, que realice en conjunto con todas las partes involucradas e interesadas en el uso de las tecnologías nucleares, las acciones necesarias para la consecución de las metas planteadas en la matriz de resultados y del sistema de seguimiento y evaluación.



### III. DIAGNÓSTICO

La estrategia guatemalteca de capacitación y entrenamiento, es un instrumento de planificación que tiene como objeto crear las competencias necesarias que toda persona que utilice radiaciones ionizantes y/o realice gestión de desechos radiactivos, debe poseer. El viabilizar la creación de estas competencias es un tema de vital importancia para el país.

El uso de la tecnología nuclear con fines pacíficos es un tema que involucra un alto grado de responsabilidad, pues las radiaciones ionizantes que genera tienen grandes bondades, pero en contraposición, el no manejarlas de manera segura puede traer consecuencias perjudiciales y en algunos casos catastróficas para las personas, los bienes y el medio ambiente.

El desafío es establecer una infraestructura de capacitación y entrenamiento a corto, mediano y largo plazo que incluya los aspectos esenciales para la creación de un sistema sostenible, tales como la definición clara de los requisitos regulatorios, la identificación permanente de las necesidades de capacitación y entrenamiento, la designación de responsabilidades y la definición del papel de las diferentes formas de capacitación aplicables de acuerdo con los avances tecnológicos y las normativas internacionales al respecto.

El tema de la capacitación está contemplado en las regulaciones vigentes del país, pero se aborda desde el punto de vista regulatorio y carece de mecanismos que promuevan la creación de capacidades que satisfagan las necesidades del país. Esta es una situación muy particular que se presenta en el caso de nuevas tecnologías o actualización de las mismas, por lo regular las necesidades de personal calificado en países como Guatemala, desborda las capacidades nacionales. Es decir que las necesidades y las capacidades que puedan satisfacerlas son generadas a razones diferentes.

La Legislación guatemalteca contempla la capacitación y entrenamiento con fines de licenciamiento tanto para la primera autorización como para las renovaciones, en el caso del personal ocupacionalmente expuesto por motivo de su actividad laboral. Este es un factor importante a considerar porque obliga a que exista una infraestructura de capacitación que no existe en el país de manera adecuada.

Actualmente en Guatemala, se desarrollan algunas actividades de capacitación relativas a las radiaciones ionizantes, pero no forman parte de una estrategia nacional que integre a todas las formas de aplicación de este tipo de energía. La capacitación de las personas funciona de una manera irregular, es decir que en algunas áreas como la industria y en algunas prácticas médicas de alto riesgo; las personas se capacitan por sus propios medios en el extranjero y en otros casos se busca la ayuda internacional. La mayor parte de las personas no cuentan con entidades que puedan brindarles la capacitación necesaria y el órgano regulador en el país se encuentra con la dificultad de la aplicación de los requerimientos regulatorios, cuando se realizan inspecciones a los usuarios.

Aunque la regulación nacional faculta al Encargado de Protección Radiológica (EPR) de las instalaciones a capacitar a su personal, debido a la falta de estas personas, pocas instalaciones cuentan con un EPR en la instalación y cumplen la reglamentación para la autorización de operación de la entidad básicamente a nivel documental.

En algunos casos, la obtención de la capacitación se vuelve aún más difícil porque dentro de la regulación, existen prácticas que no requieren la existencia de un EPR. Es entonces cuando las asociaciones profesionales, como los Colegios Profesionales, pueden jugar un papel preponderante en este tema atendiendo las necesidades de formación en este ámbito.

La mayor parte de usuarios, buscan por referencia a personas que tengan algún tipo de experiencia para la impartición de cursos, a través de entidades que puedan prestar sus instalaciones y su personería para la autorización legal de impartir los mismos.

Las necesidades de capacitación y entrenamiento a nivel nacional superan la capacidad de gestión que el MEM, a través de la DGE, tiene para atender esta situación. Por ello, para cumplir con esta función, se debe involucrar también a universidades, asociaciones profesionales, profesionales independientes expertos, organizaciones educativas, usuarios, centros hospitalarios y en el caso de nuevas tecnologías a entidades internacionales, mediante la cooperación técnica y convenios bilaterales.

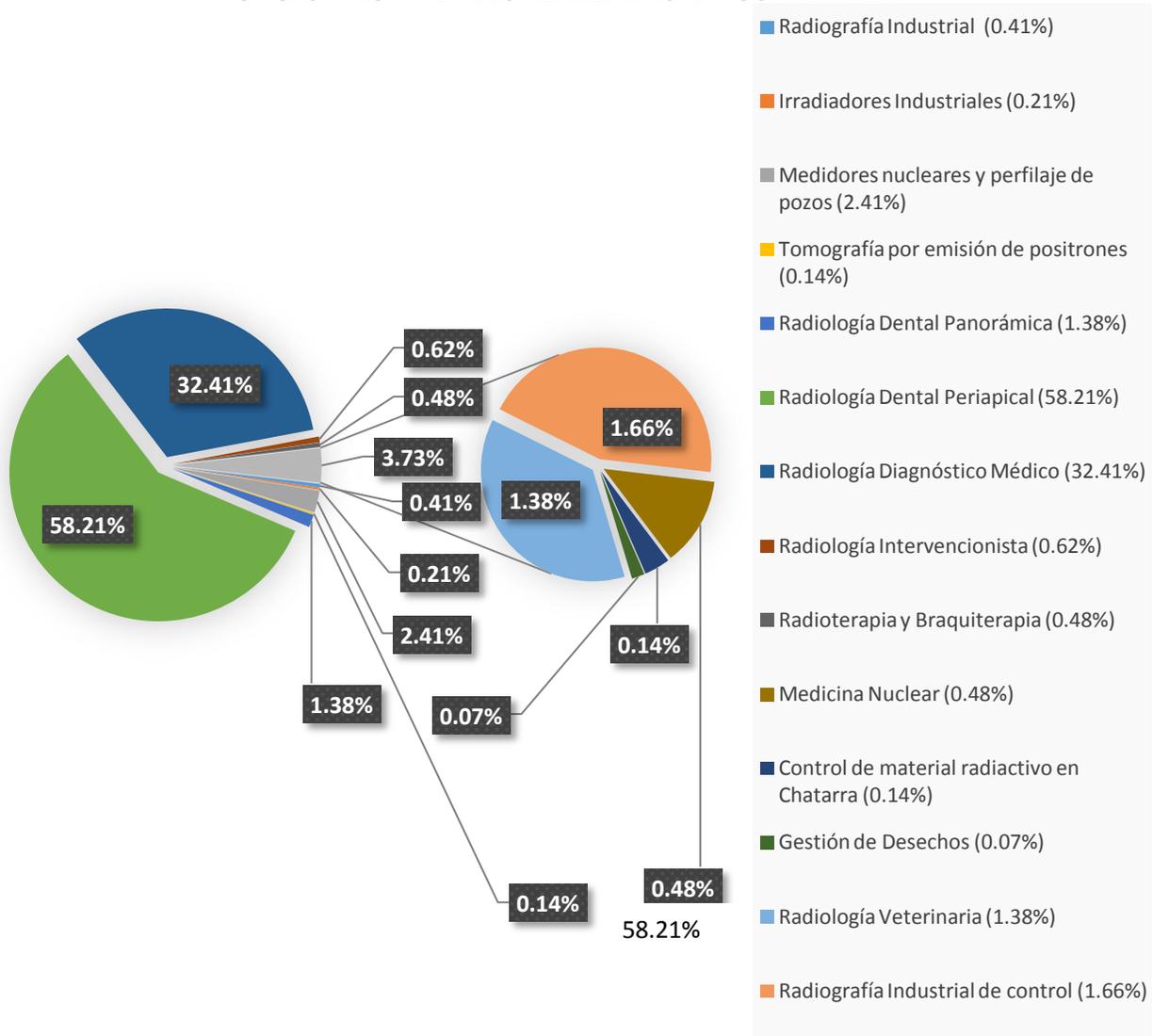
Al respecto, capacitar y entrenar a las personas es de fundamental importancia debido a que es la única manera en que las tecnologías se pueden utilizar de forma adecuada, optimizando sus bondades y minimizando los riesgos asociados, máxime si se considera que muchas de las prácticas involucran directamente a trabajadores ocupacionalmente expuestos, pacientes en el caso del área médica y público en general.

La creación de competencias se debe realizar sobre las distintas aplicaciones que se derivan del uso de la energía nuclear con fines pacíficos, las cuales se dan en diferentes campos como: medicina, industria, agricultura, ambiente, investigación, calibración de equipos radiológicos, gestión de los desechos radiactivos, control de radiación en alimentos y control aduanero, entre otros. De estos campos, se derivan lo que se denominan las prácticas, que son las aplicaciones específicas, las cuales dependiendo los equipos, la energía y la metodología a utilizar van tomando diferentes nombres como radiodiagnóstico dental, radiodiagnóstico médico, tomografía, cobaltoterapia, radioterapia y braquiterapia por citar algunos ejemplos del área médica. También en el área de la veterinaria, es común el uso de la radiología diagnóstica.

En el área industrial, se pueden citar la radiografía industrial, medidores nucleares, perfilaje de pozos y gammagrafía entre otros; en la agricultura, se pueden citar las aplicaciones para el control de plagas, obtención de variedades de semillas que tengan mejor calidad y resistencia a enfermedades; en la hidrología, por ejemplo, los usos para el estudio de los recursos hídricos y en las aguas superficiales, para medir y caracterizar las corrientes de agua de lluvia, caudales de ríos, fugas de embalses, lagos y canales.

Las diferentes prácticas y actividades relacionadas actualmente en el país se pueden apreciar en el siguiente gráfico.

**Gráfica No.1**  
**PRÁCTICAS Y ACTIVIDADES REALIZADAS EN GUATEMALA**



*Fuente: Departamento de Protección y Seguridad Radiológica, DGE*

La regulación en Guatemala, relacionada con el tema de la capacitación de las personas, tiene carácter mandatorio por la seguridad física y salud ocupacional de todas las personas que utilizan las radiaciones ionizantes, y dentro de esta gama de personas se encuentran operadores, técnicos, y profesionales. En consecuencia, la falta de capacitación incide directamente sobre los pacientes en el caso del área médica y al público en general en todos los ámbitos.

## IV. ANÁLISIS DE NECESIDADES

El análisis de necesidades que se presenta a continuación permite identificar hacia quienes se debe enfocar la capacitación y la magnitud del alcance de la misma. Dentro de las prácticas y actividades realizadas en el país, se puede determinar la prioridad del grupo objetivo a ser capacitado. No todas las prácticas tienen el mismo riesgo asociado, es por esto que se debe aplicar un enfoque gradual que discrimine la cantidad de capacitación y entrenamiento que las personas necesitan tener.

En la realización del presente análisis de necesidades se consideró la siguiente información:

- a. Personal que necesita capacitación, mediante la comparación de los niveles de competencia existentes con los que se necesitan.
- b. Información procedente de informes de inspección.
- c. Tendencias en el uso de fuentes de radiación en el país.
- d. Cambios en los objetivos de capacitación basados en las enseñanzas extraídas de análisis de accidentes y en información derivada de ejercicios de respuesta en casos de emergencia.
- e. Cambios en el equipo, los procedimientos, las especificaciones técnicas y los requisitos reglamentarios.
- f. Mejora de las técnicas de capacitación.
- g. Capacitación de personal nuevo en los siguientes cuatro años.
- h. Información pertinente de otros países o de organizaciones internacionales.
- i. Información derivada de procesos de capacitación anteriores.

La necesidad de expertos cualificados, encargados de protección radiológica y operadores, se basó tomando como base al marco regulador actual, que indica que las personas que operan fuentes radiactivas y/o equipos generadores de radiación deben contar con licencia y/o autorización. Se determinó mediante la comparación con la realidad nacional a través de las fiscalizaciones que se han realizado en el país para verificar el cumplimiento, que evidenciaron la falta de Encargados de Protección Radiológica en las instalaciones, la falta de responsabilidad tanto de instalaciones como de operadores, al ejercer las prácticas sin autorización y la falta de una adecuada distribución de la carga de trabajo en el uso de los equipos en las instalaciones en todas las aplicaciones, que principalmente en el



área médica demandan la existencia de varios turnos de trabajo, generados por la demanda de pacientes.

*Tabla No. 1 - Expertos Cualificados*

PRACTICAS RELACIONADAS A LAS RADIACIONES IONIZANTES	EXPERTOS CUALIFICADOS (ACTUAL)	EXPERTOS CUALIFICADOS (NECESIDAD)
<b>Radiografía Industrial</b>	1	10
<b>Irradiadores industriales</b>	4	12
<b>Medidores Industriales y Perfilaje de Pozos</b>	2	14
<b>Actividades de minería ( Materiales radiactivos naturales)</b>	0	4
<b>Tomografía por emisión de positrones ( PET)</b>	2	5
<b>Radiología Diagnóstico Médico</b>	25	100
<b>Radiología Intervencionista</b>	5	12
<b>Radioterapia y Braquiterapia</b>	5	20
<b>Medicina Nuclear</b>	5	15
<b>Instalaciones de desechos radiactivos</b>	2	4
<b>Radiografía de control aduanero</b>	1	5

*Fuente: Departamento de Protección y Seguridad Radiológica, DGE*

*Tabla No.2 - Encargados de Protección Radiológica*

PRACTICAS RELACIONADAS A LAS RADIACIONES IONIZANTES	ENCARGADOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (ACTUAL)	ENCARGADOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (NECESIDAD)
<b>Radiografía Industrial</b>	2	20
<b>Irradiadores industriales</b>	2	8
<b>Medidores Industriales y Perfilaje de Pozos</b>	4	20
<b>Actividades de minería ( Materiales radiactivos naturales)</b>	0	10
<b>Tomografía por emisión de positrones ( PET)</b>	1	4
<b>Radiología Dental Panorámica</b>	6	30
<b>Radiología Diagnóstico Médico</b>	55	240
<b>Radiología Intervencionista</b>	1	12
<b>Radioterapia y Braquiterapia</b>	6	20
<b>Medicina Nuclear</b>	5	15
<b>Instalaciones de desechos radiactivos</b>	2	4
<b>Radiografía de equipajes y contenedores.</b>	2	50

Fuente: Departamento de Protección y Seguridad Radiológica, DGE

**Tabla No.3 - Operadores**

PRACTICAS RELACIONADAS A LAS RADIACIONES IONIZANTES	OPERADORES (ACTUAL)	OPERADORES (NECESIDAD)
<b>Radiografía Industrial</b>	20	55
<b>Irradiadores industriales</b>	60	135
<b>Medidores Industriales y Perfilaje de Pozos</b>	109	164
<b>Actividades de minería ( Materiales radiactivos naturales)</b>	25	80
<b>Tomografía por emisión de positrones ( PET)</b>	3	9
<b>Radiología Dental Periapical</b>	285	885
<b>Radiología Dental Panorámica</b>	36	180
<b>Radiología Diagnóstico Médico</b>	530	1600
<b>Radiología Veterinaria</b>	24	50
<b>Radiología Intervencionista</b>	15	30
<b>Radioterapia y Braquiterapia</b>	68	140
<b>Medicina Nuclear</b>	20	40
<b>Instalaciones de desechos radiactivos</b>	2	4
<b>Radiografía de equipajes y contenedores.</b>	60	156

Fuente: Departamento de Protección y Seguridad Radiológica, DGE

También se debe difundir el conocimiento a otro tipo de personas como personal administrativo, bomberos, personal de respuesta y de defensa, que no necesariamente utilizan ocupacionalmente este tipo de tecnología, pero que pueden estar frente a una amenaza eventual como consecuencia del desempeño de sus funciones.

Se debe capacitar y entrenar a las personas en el uso de estas tecnologías para que satisfagan la necesidad existente en el país, ya que actualmente la demanda está insatisfecha, la cual se incrementa con el tiempo debido al avance tecnológico mundial.

La problemática se incrementa con la falta de profesionales, técnicos y operadores capacitados no solo en lo relativo a las aplicaciones como tal, sino también al personal encargado del mantenimiento de los equipos utilizados en estas tecnologías y al personal que realiza el control de calidad de los mismos. Sólo en la práctica médica, relativa al radiodiagnóstico, la problemática se agudiza al considerar los limitantes de recursos financieros y técnicos que existen en el sistema de salud del país, principalmente en los hospitales nacionales, centros de salud y clínicas que se encuentran fuera del control regulador, que se estima en una cantidad equivalente a más del doble de las instalaciones registradas y autorizadas.

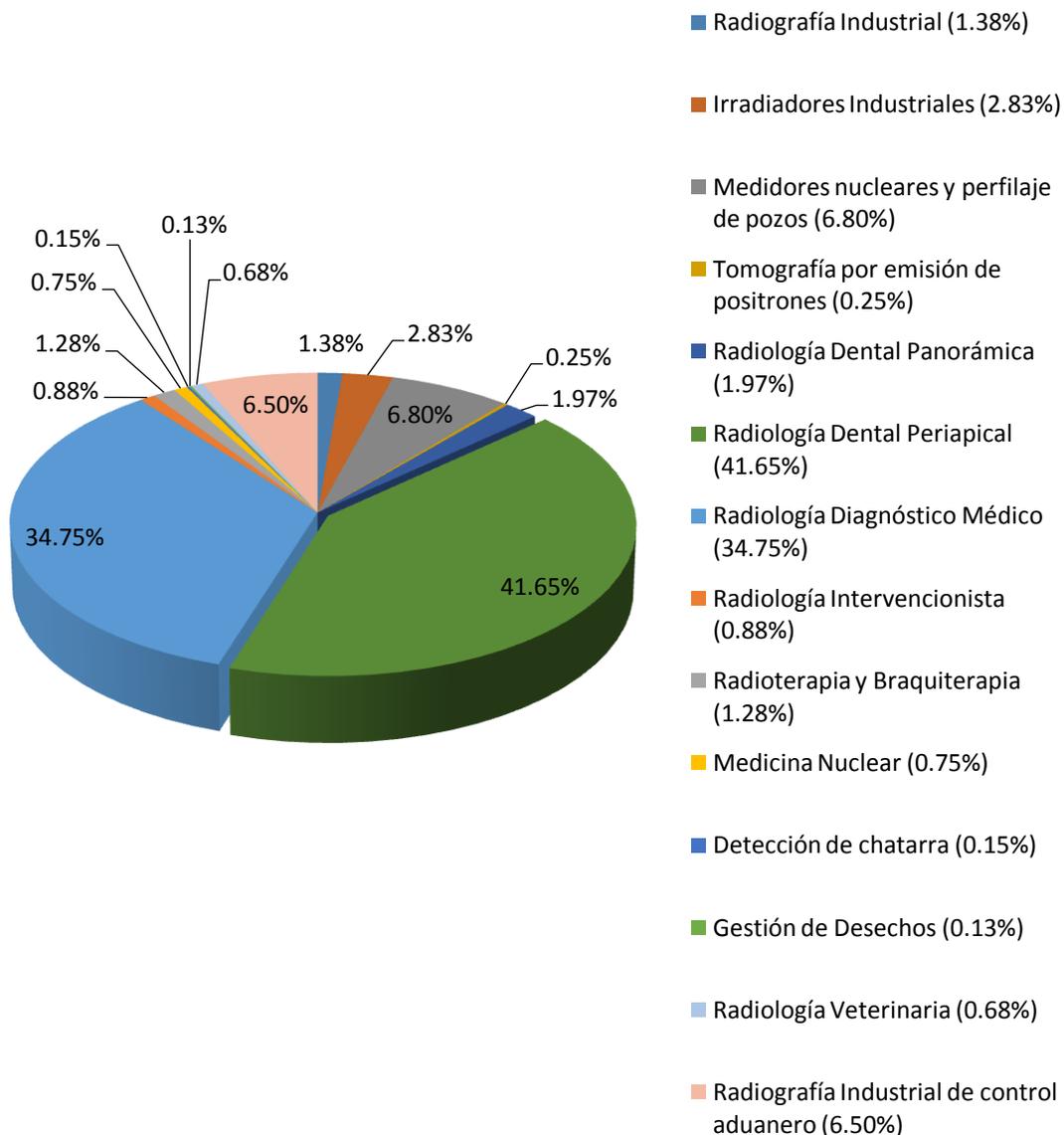
De tal manera, que el enfoque de las necesidades se realiza hacia las personas que operan radiaciones ionizantes. La magnitud porcentual de las necesidades de capacitación en todas las prácticas derivadas

de los usos pacíficos de la energía nuclear, como medicina, industria, agricultura, aduanas, investigación, gestión de desechos radiactivos, transporte de materiales radiactivos, respuesta a emergencias y todas las relacionadas. Estas se pueden observar en el siguiente gráfico.

*Gráfica No.2*

**% PERSONAS A CAPACITAR**

**PRÁCTICAS Y ACTIVIDADES EN GUATEMALA**



*Fuente: Departamento de Protección y Seguridad Radiológica, DGE*

En términos generales, en la gráfica anterior se puede observar que el "Pareto" de las prácticas y actividades que se realizan en Guatemala corresponde a la Radiología Dental y de Diagnóstico Médico. Sin embargo estas prácticas no utilizan en su mayoría, fuentes radiactivas, sino equipos generadores de radiación por medio del uso de voltaje. La presente estrategia se enfoca en la seguridad y protección

radiológica de las radiaciones ionizantes, generadas tanto por fuentes radiactivas como por equipos generadores de radiación ionizante.

Aunque las instalaciones radiactivas son minoría, no significa que no sean relevantes, pues cumplen un papel en las aplicaciones médicas y de industria que no pueden ser sustituidas por las otras. Adicionalmente que por el uso de materiales radiactivos que utilizan representan un riesgo potencial a las personas, los bienes y el medio ambiente, si no se contemplan las medidas adecuadas de seguridad y protección radiológica.

Tomando como base al análisis anterior y profundizando sobre las implicaciones de las mismas se pueden deducir los siguientes hallazgos, que deben de tomarse en cuenta para la presente estrategia:

- Necesidad de participación de las asociaciones profesionales, tanto médicas como de industria, colegios profesionales, universidades, hospitales públicos y privados en el proceso de capacitación y entrenamiento.
- Necesidad de mayor disponibilidad de carreras universitarias y técnicas, tanto para el nivel técnico y profesional en diagnóstico y tratamiento terapéutico.
- Necesidad de centros de capacitación en protección radiológica a nivel operativo, técnico y profesional.
- Necesidad de disponibilidad de equipo especializado para poder realizar prácticas de capacitación técnica en el país.
- Necesidad de la especialidad de física médica a nivel de posgrado en Guatemala, así como, la especialidad de dosimetrista, para la práctica de radioterapia.
- Necesidad de la especialidad de técnicos y posgrado en medicina nuclear en Guatemala.
- Necesidad de creación de convenios interinstitucionales con centros hospitalarios, de industria e investigación o calibración.
- Necesidad de programas de capacitación para el mantenimiento de equipos de radiodiagnóstico médico.
- Necesidad de programas de capacitación y entrenamiento para entrenadores que deseen participar en el proceso de multiplicación de conocimientos en la materia, incluyendo a docentes universitarios y de escuelas de técnicos.
- Necesidad de convenios con centros regionales para lograr la creación de capacidades a nivel de posgrados.
- Necesidad de coordinación interinstitucional en el tema radiológico.
- Necesidad de transferencias de tecnologías en los sectores médico, industrial, agrícola, agropecuario, ambiental y otros relacionados a los usos pacíficos de la energía nuclear.

Sobre la base de las necesidades descritas anteriormente, se deberá conformar un Comité Técnico Multidisciplinario de dirección (en adelante: CTM), cuyas responsabilidades serán las siguientes: análisis de necesidades, desarrollo e implementación de la estrategia, así como del sistema de monitoreo y evaluación. Debe estar conformado por representantes de todas las partes interesadas, mencionadas en los tres puntos anteriores.

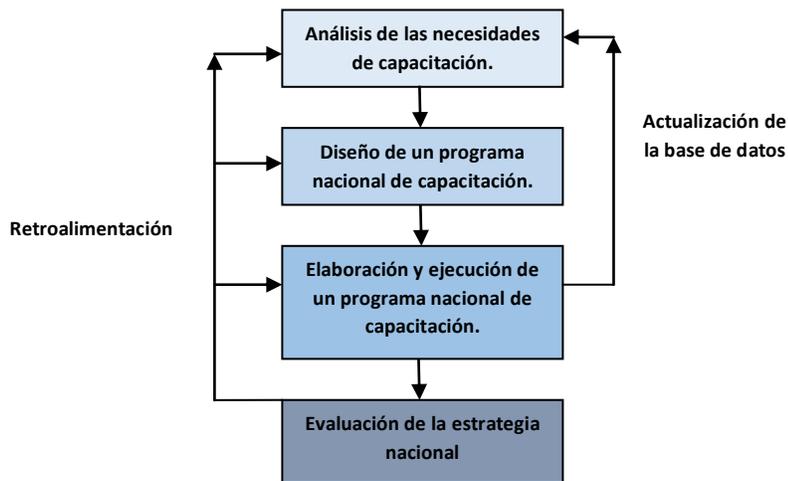
Las acciones deberán sustentarse en las necesidades de formación y optimización de los recursos disponibles a nivel nacional, mediante la aplicación de un enfoque sistémico de capacitación en protección radiológica. Esto incluye el contenido y el alcance de una estrategia nacional.

La finalidad de la estrategia también debe ser armonizar los programas nacionales con la normativa internacional para las categorías y prácticas ocupacionales.

La estrategia nacional así concebida, es una necesidad para el país, resultado de una planificación consciente que puede llevar a la institucionalización de sus acciones. La definición de los programas dependerá sensiblemente del espectro de prácticas existentes o previstas y del marco legal, en particular en lo relacionado a los requisitos de educación y capacitación. También dependerá de los recursos humanos y materiales disponibles, con el apoyo del ente regulador como parte activa.

El proceso permanente y continuo que debe llevar a cabo esta estrategia de capacitación y entrenamiento en materia de seguridad y protección radiológica debe ser, según se observa en la siguiente figura:

*Proceso de la Estrategia de Capacitación y Entrenamiento.*



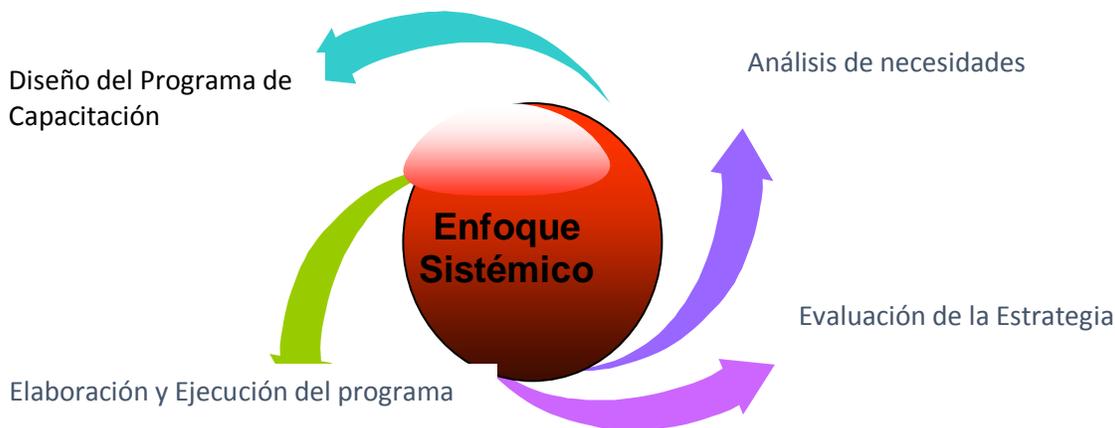
*Fuente: Guía de seguridad RS-G-1.4 OIEA. p.27*

Abordar como pudiera concebirse un plan de acción para llevar a cabo el adecuado desarrollo e implementación de una estrategia nacional de capacitación y entrenamiento en protección y seguridad radiológica, comprende la definición de los actores, sus funciones, sus interacciones, y la cronología de sus acciones que conducirían a alcanzar la meta propuesta.

La propia concepción e implementación de esta estrategia nacional, incluyendo el diseño y desarrollo del programa de capacitación, exigen un enfoque sistémico, que ordena el proceso. Este enfoque sistémico se materializará en el plan de acción.

Figura No.2

### Enfoque Sistémico del Proceso de la Estrategia



## V. POSICIONAMIENTO INSTITUCIONAL

A través del Decreto Ley 11-86, Ley para el Control, Uso y Aplicación de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes, se establece que corresponde a la DGE del MEM, controlar, supervisar, fiscalizar y establecer las condiciones mínimas de seguridad, que deben observarse en todo el territorio nacional de la República de Guatemala.

Esto implica mejorar las capacidades, vinculadas a la gestión del uso adecuado de la energía nuclear por parte de las personas individuales o jurídicas, nacionales o extranjeras, así como, las instituciones estatales y entidades descentralizadas, autónomas o semiautónomas, para realizar cualesquiera de las actividades siguientes: instalar y/u operar equipos generadores de radiaciones ionizantes, irradiar alimentos u otros productos, producir, usar, manipular, aplicar, transportar, comercializar, importar, exportar, o tratar sustancias radiactivas, u otras actividades relacionadas con las mismas.

En lo referente al Plan Nacional de Desarrollo, K'atun Nuestra Guatemala 2032, la Estrategia Guatemalteca de Capacitación y Entrenamiento en Materia de Seguridad y Protección Radiológica, es congruente con la prioridad *Manejo integral y participativo de los desechos sólidos* de dicho Plan, que tiene como meta 1: "El 100% de los municipios implementa acciones participativas de manejo integrado de los desechos sólidos..." cuyo resultado 1.1 es: "Se ha mejorado la gestión integral de los desechos sólidos...", a través de la ejecución del lineamiento h: "Diseñar e implementar programas de manejo de desechos y residuos sólidos de alta peligrosidad (industriales, hospitalarios y mineros, entre otros) contenido dentro del eje de Recursos Naturales Hoy y para el Futuro. Asimismo la necesidad de ejecución del lineamiento "h" antes mencionado, da paso a la Política Nacional para la Gestión de Desechos Radiactivos en Guatemala, bajo este contexto se desarrolla la presente Estrategia, que va más allá con una cobertura en el desarrollo de capacidades en materia de protección y seguridad radiológica

de forma integral derivado de los usos pacíficos de la energía nuclear. Dejando como resultado un impacto positivo sobre la salud y por ende en la calidad de vida de las personas expuestas a la radiación ionizante, el nivel de conocimientos de acceso a recursos, que convierte a las personas en seres más competitivos, esta competitividad individual obtenida a partir de la formación de capacidades para la vida y la oportunidad, tiene un carácter social que beneficia proactivamente a toda la población.

Para el cumplimiento de estos fines, la DGE, realiza actividades de análisis técnico, análisis legal, inspección y supervisión para autorizar, controlar y fiscalizar la realización de las actividades mencionadas anteriormente. La población que es beneficiada a través del programa de inspecciones y supervisiones que realiza la DGE, incluye a la población ocupacionalmente expuesta, es decir a las personas que trabajan con radiaciones, así como a las entidades en donde trabajan.

Sin embargo, la población beneficiada a nivel de pacientes y público potencialmente expuesto, es una variable que no se puede cuantificar debido a que es impredecible saber en qué momento una persona común pasa a tener ese estatus, derivado de que puede generarse por muchas razones, desde enfermedades congénitas, accidentes o desconocimiento del tema.

Así también, el Decreto Ley 11-86 establece que toda persona que desempeñe actividades con generadores de radiación y materiales radiactivos, debe recibir una adecuada capacitación sobre las medidas de seguridad a observar en el desarrollo de dichas actividades.

Aunque el compromiso de la institución está bien definido respecto al tema del manejo de las radiaciones ionizantes, así como, su rol en la supervisión del uso correcto de las tecnologías nucleares, no establece las intervenciones necesarias para lograr las competencias deseadas en protección radiológica.

En consecuencia, es de vital importancia la implementación de una estrategia nacional en esta materia que fortalezca la institucionalidad del MEM, a través de la DGE, con el objetivo de orientar las acciones a seguir, para la creación de competencias de forma sostenible y a largo plazo, a propósito de contar con capital humano capacitado y entrenado en el tema de radiaciones ionizantes. De tal forma que se cumpla la Ley, la normativa internacional y se logre la adecuada realización de las actividades que involucren los usos de la energía nuclear con fines pacíficos y la gestión de desechos radiactivos, garantizando la salud de las personas, la protección de sus bienes y el medio ambiente.

## VI. PRINCIPIOS

El uso de la energía nuclear con fines pacíficos y las radiaciones ionizantes en la República de Guatemala considera principios establecidos al más alto nivel, con relación a esta estrategia, según se enumeran a continuación:

### A. Concordancia

Las acciones de capacitación y entrenamiento dirigidas a alcanzar las competencias en seguridad y protección radiológica deberán estar en concordancia con las exigencias reguladoras que estén establecidas para este fin. Esto se refiere tanto al contenido y alcance de las acciones como a las particularidades de los proveedores de formación y capacitación.

## B. Control regulatorio

La ejecución de actividades relacionadas con el uso de la energía nuclear con fines pacíficos y radiaciones ionizantes, deberá realizarse dentro del establecimiento de un proceso de autorizaciones por el ente regulador del país;

## C. Protección de la salud humana

La realización de las actividades en las cuales se prevea una exposición a las radiaciones ionizantes deberá efectuarse de tal forma que se garantice la protección a la salud humana;

## D. Reconocimiento multidisciplinario

Las actividades del Comité Técnico Multidisciplinario que se creará para coordinar las acciones dirigidas a cumplir con los objetivos de creación de capacidades en protección y seguridad radiológica deberán reconocerse por el Gobierno a través de la DGE del MEM, para su debida aplicación;

## E. Responsabilidad institucional en capacitación

El manejo eficiente de los recursos en la realización de las actividades de la creación de la estrategia en capacitación y entrenamiento relacionada al uso de la energía nuclear con fines pacíficos y radiaciones ionizantes, deberán realizarse de tal manera que se cumplan con excelencia y calidad, los objetivos y metas institucionales;

## F. Responsabilidad social en capacitación

El MEM a través de la DGE apoya todas las acciones realizadas para el ejercicio de las actividades relacionadas con el uso de las radiaciones ionizantes, que impliquen un desarrollo local, regional, y nacional, en especial aquellas dirigidas al mejoramiento de las condiciones de vida de los sectores más vulnerables de la sociedad;

# VII. MISIÓN

Alcanzar para el año 2020, una cobertura integral de las necesidades de capacitación y entrenamiento mínimas que Guatemala necesita, en la aplicabilidad de las medidas de protección y seguridad radiológica, derivadas de los usos de la energía nuclear, con fines pacíficos existentes en el país; en conjunto con la participación de todos los actores involucrados en el tema a nivel nacional.

# VIII. VISIÓN

Capacidades creadas e instaladas, en la aplicabilidad de medidas de protección y seguridad radiológica, en congruencia con el Plan de Desarrollo K'atun, Nuestra Guatemala 2032, que pretende al año 2032 que los jóvenes estén gozando, entre otros, de una educación de calidad y especializada, asimismo de una atención eficaz en salud.

## IX. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

### A. Objetivo general

Lograr que las personas utilicen de manera correcta y segura las tecnologías nucleares con fines pacíficos, a través de la capacitación y entrenamiento en protección y seguridad radiológica.

### B. Objetivos específicos

- Lograr la participación de las partes interesadas en el proceso de creación de capacidades.
- Evaluar la oferta de capacitación tanto técnica como universitaria en el país.
- Promover la creación de nuevas carreras a nivel nacional que en el ámbito internacional ya existen y son necesarias para la aplicación de algunas prácticas específicas que utilizan tecnologías avanzadas.
- Establecer regulaciones y normativas que releven la responsabilidad, y que viabilicen la capacitación de los trabajadores de parte de los usuarios licenciados por Ley para el ejercicio de sus prácticas.





CAUTION  
RADIATION  
AREA

7

## X. MARCO ESTRATÉGICO

### A. Análisis de actores

El enfoque sistémico deberá estar sustentado en la activa participación de las organizaciones e instituciones relacionadas, las cuales según el caso, por Ley tienen definidas sus competencias y mecanismos para el ejercicio de sus funciones. La Seguridad y Protección Radiológica en sí misma no regula la actividad médica como lo hace el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en Guatemala, por citar el ejemplo de esta área, pero la analogía se aplica de igual forma a las demás áreas como industria, agricultura, entre otras; así como, tampoco regula a los fabricantes de las tecnologías a nivel nacional e internacional.

La Seguridad y Protección Radiológica se centra básicamente en medidas preventivas y buenas prácticas, enfocado a proteger a las personas en general; profesionales, técnicos, operadores, pacientes, público; bienes; y ambiente, que puedan estar expuestos, como consecuencia del uso de la tecnología nuclear. Estas entidades, por su interrelación, se considerarán como partes interesadas o actores:

- a. DGE, como dependencia competente del MEM y como ente rector en el tema de las radiaciones ionizantes, para regular, fiscalizar y convocar.
- b. Las instituciones de capacitación técnica y universitaria, para que contribuyan en la creación de competencias en seguridad y protección radiológica.
- c. Las instituciones del Gobierno que prestan servicios relacionados a las aplicaciones nucleares, como facilitadores en el cumplimiento de los requisitos regulatorios.
- d. Usuarios o titulares de licencias de fuentes radiactivas, de gestión de desechos y/o generadores de radiación como los responsables directos de la capacitación de sus trabajadores, a través de sus encargados de protección radiológica, cuando aplique.
- e. Colegios profesionales, Asociaciones profesionales, Sociedades científicas, y entes acreditadores, como fuentes de capacitación y entrenamiento en donde los trabajadores no posean encargados de protección radiológica, debido a la naturaleza de su práctica.

### B. Responsabilidades

- a. El Gobierno a través de la DGE del MEM garantizará el establecimiento de un sistema que provea la capacitación y entrenamiento de las personas, para alcanzar las competencias necesarias que satisfagan las necesidades del país, tanto a usuarios como al personal que regula y controla el uso de la energía nuclear con fines pacíficos.
- b. La DGE, como dependencia competente del MEM, será la encargada de dirigir el Comité Técnico Multidisciplinario de dirección establecido en la presente estrategia.

- c. La DGE establecerá el personal específico que debe estar sujeto a Licencia Individual, así como los requisitos de formación académica, capacitación y entrenamiento para cada puesto de trabajo, con la finalidad de tener una mejor definición de las necesidades del país en la materia.
- d. Los titulares de las licencias o autorizaciones garantizarán que el personal vinculado a la ejecución de actividades relacionadas con el uso pacífico de la energía nuclear, cumplan con los requisitos de calificación establecidos para cada puesto de trabajo, de acuerdo a la clasificación de las prácticas contempladas en la presente estrategia.
- e. El personal que realice funciones relacionadas con la seguridad y protección radiológica tendrá la responsabilidad de cumplir con la capacitación y entrenamiento indicados en el programa nacional, que se obtendrá de la presente estrategia.
- f. Los proveedores de servicios y titulares de licencia, serán responsables por asegurar que las actividades de capacitación y entrenamiento se desarrollen de acuerdo con el programa nacional, que se obtendrá de la presente estrategia.

### C. Acciones estratégicas

Para poder cumplir con los objetivos de la presente estrategia, se han analizado e identificado las principales líneas de intervención o acciones estratégicas, siendo estas:

1. DISEÑO DEL PROGRAMA NACIONAL DE EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO
2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO.

*Tabla No. 4 – Matriz de resultados*

Fase de la estratégica	Acciones	Resultado	Responsabilidades en coordinación
<b>Diseño del Programa Nacional de educación y entrenamiento</b>	<p>Priorización de las necesidades de capacitación</p> <p>Integración de base de datos sobre centros de capacitación y cursos pertinentes.</p> <p>Determinación del déficit en materia de capacitación.</p>	<p>Plan de actividades de capacitación, que incluye los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cronograma de actividades de capacitación.</li> <li>2. Definición de las actividades y los contenidos de capacitación.</li> <li>3. Disposición de los recursos</li> </ol>	COMITÉ TÉCNICO MULTIDISCIPLINARIO

		<p>necesarios.</p> <p>4. Acreditación de los centros y cursos de capacitación.</p> <p>5. Definición de los criterios de selección de los alumnos y los instructores.</p> <p>6. Determinación de los procedimientos de evaluación del desempeño de los alumnos.</p>	
<b>Elaboración y ejecución del programa nacional de capacitación y entrenamiento</b>	Ejecución del Plan de Capacitación	<p>Elaboración de los materiales de capacitación.</p> <p>Admisión de los alumnos y nombramiento de los instructores.</p> <p>Actividades de formación.</p> <p>Actividades de evaluación.</p>	<b>COMITÉ TÉCNICO MULTIDISCIPLINARIO</b>

## XI. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Deberá definirse una herramienta de seguimiento y evaluación, bajo la responsabilidad del Comité Técnico Multidisciplinario. Esta herramienta deberá contribuir al proceso de revisión interna continua, con la finalidad de realizar ajustes en la estrategia y adoptar las medidas correctivas necesarias. El seguimiento deberá realizarse de manera conjunta entre todas las instituciones responsables.

El Comité Técnico Multidisciplinario deberá coordinar los siguientes aspectos:

*Tabla No. 5 – Matriz de evaluación*

Fase de la estratégica	Acciones	Resultado	Responsabilidades en coordinación
<p><b>Evaluación de la estrategia para la capacitación y entrenamiento</b></p>	<p>Comprobación del grado de avance de las actividades de capacitación según resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Porcentaje de alumnos aprobados de la capacitación.</li> <li>-Ponderaciones sobre evaluaciones de desempeño de los empleadores.</li> <li>-Información de los alumnos.</li> <li>-Notificaciones de accidentes (si procede).</li> <li>-Datos sobre dosis individuales y colectivas (si procede).</li> <li>-Informes de inspecciones.</li> </ul>	<p>Informe de Evaluación de las capacitaciones concluidas</p>	<p>COMITÉ TÉCNICO MULTIDISCIPLINARIO</p>
	<p>Comprobar si la estrategia nacional de capacitación y entrenamiento ha dado resultados satisfactorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de personas que reciben capacitación.</li> <li>-Número de cursos de capacitación con resultados satisfactorios.</li> <li>-Nuevos niveles de competencia.</li> </ul>	<p>Establecimiento de los niveles de competencia de la fuerza de trabajo.</p> <p>Determinación de las mejoras necesarias y aplicación a la fase correspondiente.</p>	<p>COMITÉ TÉCNICO MULTIDISCIPLINARIO</p>

## XII. ACRÓNIMOS

**DGE:** Dirección General de Energía

**MEM:** Ministerio de Energía y Minas

**OIEA:** Organismo Internacional de Energía Atómica

## XIII. GLOSARIO

**ENERGÍA ATÓMICA O ENERGÍA NUCLEAR:** Energía liberada en las reacciones o transiciones nucleares, sean naturales o inducidas.

**EXPERTO CALIFICADO:** Individuo que, en virtud de certificados extendidos por órganos o sociedades competentes, licencias de tipo profesional, o títulos académicos y experiencia, está debidamente reconocido como persona con competencia en una especialidad de interés, por ejemplo: en física médica, protección radiológica, o cualquier especialidad técnica o de seguridad relevante.

**EXPOSICIÓN:** Es la suma de las cargas eléctricas de todos los iones de un signo producido en el aire, dividida por la masa de un volumen de aire considerado, cuando todos los electrones liberados por radiación electromagnética en dicho volumen son completamente detenidos en el aire.

**RADIACIÓN IONIZANTE:** Propagación de energía de naturaleza corpuscular o electromagnética, que en la interacción con la materia produce ionización, directa o indirectamente.

**PRÁCTICA:** Toda actividad humana que introduce fuentes de exposición, vías de exposición adicionales, extiende la exposición a más personas o modifica la red de vías de exposición debidas a las fuentes existentes, de forma que aumente la exposición, la probabilidad de exposición o el número de personas expuestas.

**PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA:** Protección de las personas contra la exposición a las radiaciones ionizantes o material radiactivo y seguridad de las fuentes de radiación, incluyendo los medios para alcanzar dicha protección y seguridad.

## XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Atomic Energy Agency. Training in radiation protection and the safe use of radiation sources. Safety Reports Series No. 20. IAEA. Vienna. 2001.
2. Organismo Internacional de Energía Atómica. Creación de competencia en materia de protección radiológica y uso seguro de las fuentes de radiación. Guía de Seguridad No. RS-G-1.4. OIEA. Vienna 2010.
3. Organismo Internacional de Energía Atómica. Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad. Requisitos de Seguridad Generales Parte 1. OIEA. Vienna 2010.
4. International Atomic Energy Agency. Training courses in radiation protection. Technical Report Series No.280. IAEA Vienna 1988.
5. International Atomic Energy Agency. Requirements for the training of radiation protection officers.
6. International Atomic Energy Agency. Curso de enseñanza de posgrado sobre protección radiológica y seguridad de la fuentes de radiación. Programa Tipo IAEA-TCS-18. Revisión 2010.
7. Pacheco, R., et al. 2011. Recomendaciones sobre requisitos y criterios para el reconocimiento de los proveedores de capacitación en materia de seguridad y protección radiológica. Versión 02. Proyecto RLA9065. Organismo Internacional de Energía Atómica.
8. Pacheco, R., et al. 2011. Recomendaciones sobre la elaboración de un programa de capacitación y la cualificación del personal del órgano regulador. Versión 04. Proyecto RLA9095. Organismo Internacional de Energía Atómica. 20 Págs.
9. Pacheco, R., et al. 2012. Recomendaciones sobre la cualificación en protección radiológica para los trabajadores. Versión 01. Proyecto RLA9065. Organismo Internacional de Energía Atómica. 24 Págs.