

LA COOPERACIÓN
TÉCNICA ESPAÑOLA
CON EL ORGANISMO
INTERNACIONAL DE LA
ENERGÍA ATÓMICA: LAS
CAPACIDADES
CIENTÍFICAS Y
TECNOLÓGICAS DE
ESPAÑA EN EL ÁMBITO
NUCLEAR

Díez Orrite, S.
Lacalle Simarro, R.
García Ibáñez, P.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

Ciemat

Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

Publicación disponible en el [Cátalogo general de publicaciones oficiales](#).

© CIEMAT, 2021

ISSN: 2695-8864

NIPO: 832-21-008-6

Maquetación y Publicación:

Editorial CIEMAT

Avda. Complutense, 40 28040-MADRID

Correo: editorial@ciemat.es

[Novedades editoriales CIEMAT](#)

El CIEMAT no comparte necesariamente las opiniones y los juicios expuestos en este documento, cuya responsabilidad corresponde únicamente a los autores.

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier parte de este libro por cualquier medio electrónico o mecánico, actual o futuro, sin autorización por escrito de la editorial.

LA COOPERACIÓN
TÉCNICA ESPAÑOLA
CON EL ORGANISMO
INTERNACIONAL DE LA
ENERGÍA ATÓMICA: LAS
CAPACIDADES
CIENTÍFICAS Y
TECNOLÓGICAS DE
ESPAÑA EN EL ÁMBITO
NUCLEAR

Díez Orrite, S.

Lacalle Simarro, R.

García Ibáñez, P.

LA COOPERACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA CON EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA ATÓMICA: LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE ESPAÑA EN EL ÁMBITO NUCLEAR

DÍEZ ORRITE, S.; LACALLE SIMARRO, R.; GARCÍA IBÁÑEZ, P.

36 pp., 6 refs., 29 figs., 5 tbls.

Resumen:

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), organización autónoma de las naciones Unidas, es el principal foro mundial intergubernamental de cooperación científica y técnica en el ámbito nuclear. Su programa de cooperación técnica es la principal vía del Organismo para la transferencia de tecnología nuclear a los Estados Miembros, ayudándoles a atender prioridades clave en diferentes materias de desarrollo. El CIEMAT, a través de la División de Relaciones Internacionales y Cooperación Técnica, participa en este Programa de Cooperación Técnica tramitando y coordinando las estancias de profesionales procedentes de estos países, en instituciones españolas.

Este documento analiza el Programa de Cooperación Técnica desarrollado entre España y el OIEA durante el periodo de 2014-2019, considerando enfoques como las necesidades técnicas de los países participantes a la oferta tecnológica nuclear que España ofrece en el marco de éste.

SPANISH TECHNICAL COOPERATION WITH THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY: THE SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL CAPACITIES OF SPAIN IN THE NUCLEAR FIELD

DÍEZ ORRITE, S.; LACALLE SIMARRO, R.; GARCÍA IBÁÑEZ, P.

36 pp., 6 refs., 29 figs., 5 tbls.

Abstract:

The International Atomic Energy Agency (IAEA), an autonomous organization of the United Nations, is the main global intergovernmental forum for scientific and technical cooperation in the nuclear field. The IAEA's technical cooperation program is the Agency's main avenue for the transfer of nuclear technology to Member States, helping them address key development priorities in different areas. CIEMAT, through the Division of International Relations and Technical Cooperation participates in this Technical Cooperation Program, processing and coordinating the stays of professionals from developing countries in Spanish institutions.

This document analysis of the Technical Cooperation Program developed between Spain and the IAEA during the 2014-2019 period, considering different approaches as the technical needs of the countries to the nuclear technology offer that Spain offers within the framework of this.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	6
	<i>1.1 EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA ATÓMICA (OIEA)</i>	<i>6</i>
	<i>1.2 EL PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA</i>	<i>7</i>
2	LA ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA	9
	<i>2.1 LA PARTICIPACIÓN DE ESPAÑA EN EL OIEA</i>	<i>9</i>
3	ÁREAS DE ACTIVIDAD DEL PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA	11
4	ANÁLISIS DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA EN ESPAÑA. PERIODO 2014-2019.....	17
	<i>4.1 ÁREAS Y LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS SEGÚN LA PROCEDENCIA DEL BECARIO</i>	<i>20</i>
	<i>4.2 ÁREAS Y LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS SEGÚN LA PERSPECTIVA DE GÉNERO.....</i>	<i>26</i>
5	ANÁLISIS TEMÁTICO DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA EN ESPAÑA. PERIODO 2014-2019	27
6	CATÁLOGO DE CAPACIDADES CIENTÍFICO-TÉCNICAS DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS	31
	<i>6.1 ANDALUCÍA</i>	<i>32</i>
	<i>6.2 ARAGÓN.....</i>	<i>33</i>
	<i>6.3 CATALUÑA.....</i>	<i>34</i>
	<i>6.4 COMUNIDAD DE MADRID</i>	<i>35</i>
	<i>6.5 COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA</i>	<i>36</i>
	<i>6.6 COMUNIDAD VALENCIANA</i>	<i>37</i>
	<i>6.7 GALICIA</i>	<i>38</i>
	<i>6.8 PRINCIPADO DE ASTURIAS</i>	<i>39</i>
7	CONCLUSIONES	40
8	BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Distribución de becarios según área geográfica de origen. Periodo 2014-2019.....	17
Figura 2	Mapa de distribución de becarios según los países de origen. Periodo 2014-2019.....	18
Figura 3	Distribución de los becarios según país de origen. Periodo 2014-2019.....	18
Figura 4	Distribución de los becarios según centro de capacitación. Periodo 2014-2019.....	19
Figura 5	Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: África.....	21
Figura 6	Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: América Latina.....	21
Figura 7	Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: Asia y Oceanía.....	22
Figura 8	Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: Europa.....	22
Figura 9	Distribución becarios según perspectiva de género y área temática. Periodo 2014-2019.....	26
Figura 10	Distribución de becarios por Comunidad Autónoma. Periodo 2014-2019.....	27
Figura 11	Distribución de solicitudes recibidos por España según áreas. Periodo 2014-2019.....	28
Figura 12	Representación de las áreas temáticas con más preferencia según CCAA.....	28
Figura 13	Representación de las diez primeras líneas más solicitadas según área asociada.....	29
Figura 14	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Andalucía.....	32
Figura 15	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Andalucía.....	32
Figura 16	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Aragón.....	33
Figura 17	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Aragón.....	33
Figura 18	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Cataluña.....	34
Figura 19	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Cataluña.....	34
Figura 20	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Comunidad de Madrid.....	35
Figura 21	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Comunidad de Madrid.....	35
Figura 22	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Comunidad Foral de Navarra.....	36
Figura 23	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Comunidad Foral de Navarra.....	36
Figura 24	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Comunidad Valenciana.....	37
Figura 25	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Comunidad Valenciana.....	37
Figura 26	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Galicia.....	38
Figura 27	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Galicia.....	38
Figura 28	Distribución de centros de capacitación. CCAA: Principado de Asturias.....	39
Figura 29	Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Principado de Asturias.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: África	23
Tabla 2	Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: América Latina.....	24
Tabla 3	Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: Asia y Oceanía	25
Tabla 4	Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: Europa	25
Tabla 5	Distribución de becarios según línea y área científico-técnica. Periodo 2014-2019	30

1 INTRODUCCIÓN

El término de energía nuclear abarca el conocimiento y las técnicas que permiten aprovechar la energía contenida en el propio núcleo de los átomos, responsable de mantener unidas las partículas constituyentes del mismo. Dentro de las actividades nucleares, pueden distinguirse aquellas aplicaciones derivadas del uso-transformación de la energía nuclear y aquellas otras relacionadas con la utilización de las radiaciones ionizantes derivadas [1].

Desde su descubrimiento, el hombre ha definido y utilizado la energía nuclear en un gran número de aplicaciones técnicas y científicas de gran relevancia para el desarrollo humano. En las últimas cinco décadas, su papel se ha ido configurando por muchos factores tales como las crecientes necesidades energéticas, la disponibilidad de otras fuentes de energía, factores ambientales, la situación económica o las preocupaciones por la seguridad nuclear y la proliferación [2].

En la actualidad, el uso más conocido de la energía nuclear es la producción de energía eléctrica a través de reactores nucleares de fisión nuclear, en sus distintas modalidades. En este ámbito, la energía nuclear se ha convertido en una fuente de energía que garantiza el abastecimiento eléctrico, al producir electricidad de forma constante con precios estables y predecibles. A nivel mundial, hay 444 reactores en operación en 32 países, suministrando alrededor del 11% de la electricidad del mundo [3],[4].

Sin embargo, la utilización de la tecnología nuclear puede abarcar otros campos que van desde la medicina hasta la industria, pasando por la agricultura, investigación o el medioambiente, todos ellos de gran importancia en nuestro día a día.

Se puede afirmar que la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos ha puesto en manos de la humanidad una poderosa herramienta de progreso y desarrollo en diversas actividades científicas y tecnológicas y en campos que, en ocasiones, son desconocidos a gran parte de la sociedad.

1.1 EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA ATÓMICA (OIEA)

Los orígenes de las actividades nucleares se remontan a finales del siglo XIX cuando comienzan las investigaciones sobre la radioactividad, aplicándose al ámbito de la medicina y fines de radiodiagnóstico. El aprovechamiento de su potencial energético junto a su utilización en actividades militares, dentro del desarrollo armamentístico, se produjo ya entrado el siglo XX.

El Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA, IAEA por sus siglas en inglés), se creó en 1957 como respuesta a los profundos temores y las expectativas que infundían los descubrimientos y variados usos de la tecnología nuclear tras la Segunda Guerra Mundial. La idea de crear un organismo internacional sobre la energía nuclear surgió del discurso “Átomos para la paz” pronunciado por Eisenhower, presidente de los Estados Unidos, ante la Asamblea General de las Naciones Unidas el 8 de diciembre de 1953. En dicha declaración se propone la creación de una

agencia para solventar el miedo atómico y dedicar la energía atómica a fines pacíficos tales como la agricultura o la medicina.

En la actualidad, el Organismo, creado como la organización mundial de los “Átomos para la paz”, pertenece a las organizaciones internacionales conexas al sistema de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

El objetivo principal de este Organismo es contribuir al desarrollo sostenible de los Estados Miembros por medio del uso pacífico de la tecnología nuclear. Para ello, el OIEA establece normas de seguridad nuclear y protección ambiental, ayuda a los países miembros mediante actividades de cooperación técnica y alienta el intercambio de información científica y técnica sobre la energía nuclear.

El OIEA se estructura en seis departamentos, cinco técnicos y uno de gestión general, entre los que se encuentra el Departamento de Cooperación Técnica, principal responsable de llevar a cabo el programa de cooperación técnica del Organismo.

1.2 EL PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA

El programa de cooperación técnica del OIEA es el principal mecanismo del Organismo para la transferencia de tecnología nuclear a los Estados Miembros localizados en las cuatro regiones geográficas consideradas: África, Asia y el Pacífico, Europa y América Latina y el Caribe.

Inicialmente, el programa de cooperación técnica del OIEA era considerado como un programa de “asistencia técnica” orientado a fomentar la ciencia y la tecnología nucleares en los Estados Miembros del OIEA. En la actualidad, el objetivo del programa es aprovechar las capacidades que presenta cada región favoreciendo la cooperación entre los Estados Miembros.

Los proyectos de cooperación técnica desarrollados en el programa del OIEA contribuyen a la consecución de los objetivos nacionales de desarrollo, proporcionando conocimientos especializados en esferas en las que las técnicas nucleares ofrecen ventajas sobre otros enfoques, o en las que las técnicas nucleares pueden complementar de manera útil los medios convencionales. El programa gira en torno a la salud y la nutrición, la alimentación y la agricultura, el agua y el medio ambiente, la tecnología de irradiación y las aplicaciones industriales, la planificación energética y la energía nucleoeléctrica, la protección radiológica y la seguridad nuclear y el desarrollo y la gestión de los conocimientos nucleares. Para ello, presta asistencia a través de la creación de capacidades, el intercambio de conocimientos, el establecimiento de alianzas, el apoyo para la creación de redes y las adquisiciones de equipos.

Existen diversas formas de participación en el programa de cooperación técnica del OIEA. Una de estas formas es la participación en cursos de capacitación interregionales y regionales, organizados por el OIEA, y el apoyo a cursos nacionales de capacitación sobre la utilización de la ciencia y la tecnología nucleares con fines pacíficos.

Otro tipo de participación es el suministro de bienes o servicios, los cuales son contratados por su necesidad en los proyectos de cooperación técnica. También existe la participación como institución de recursos capaz de suministrar servicios de calidad y conocimientos especializados; la prestación de servicios de expertos en ciencia e ingeniería nuclear con el objetivo de ayudar a los Estados Miembros en desarrollo a lograr la autosuficiencia en diversas áreas temáticas, o la participación en talleres o reuniones de celebración periódica. Resaltar que el OIEA celebra periódicamente reuniones y talleres relacionados con su programa de cooperación técnica con el propósito de analizar aspectos particulares de proyectos individuales o áreas de programas específicos, o elaborar un conjunto de recomendaciones y consejos sobre los mismos

El programa de cooperación técnica del OIEA respalda las becas y las visitas científicas fomentando su participación dentro de las regiones de trabajo. Las becas científicas tienen el objetivo de preparar al personal local para aplicar las técnicas nucleares en el sector nacional. Los becarios son enviados al extranjero para recibir capacitación correspondiente en una institución adecuada. Las becas generalmente forman parte de un proyecto de cooperación técnica y tienen una duración de hasta un año. Las becas están disponibles para graduados universitarios o su equivalente y para personas con nivel técnico en el campo solicitado.

Por otro lado, se otorgan visitas científicas al personal senior para que puedan estudiar el desarrollo de la ciencia y la tecnología nucleares, los aspectos organizativos y el funcionamiento de los servicios especiales, los programas de capacitación y las escuelas en ciencias nucleares, u observar las actividades de investigación. A través de estas actividades, se amplían las calificaciones científicas o gerenciales de especialistas en países en desarrollo y no superan las dos semanas de duración.

Por último, pero no por eso menos importante, existe otra forma de participación que son, lo que en el OIEA se denomina, las Actividades coordinadas de investigación. En esta acción el OIEA reúne a las instituciones de investigación de los Estados Miembros en vías de desarrollo y desarrollados para colaborar en proyectos de investigación de interés común, los denominados proyectos coordinados de investigación (*CRPs, Coordinated Research Projects* de sus siglas en inglés). Cada CRP establecido consiste en una red de 10 a 15 instituciones de investigación que trabajan en coordinación de tres a cinco años para adquirir y diseminar nuevos conocimientos.

La investigación se lleva a cabo en las instituciones participantes que se han identificado en los contratos de investigación, técnicos y doctorales del CRP y en acuerdos de investigación sin costo. Para cada contrato o acuerdo, un miembro del personal del instituto es designado como el investigador científico principal responsable del progreso del trabajo de investigación. El OIEA actúa como órgano de patrocinio y coordinación, con un miembro del personal del OIEA, el oficial del proyecto, asignado para dirigir cada CRP.

2 LA ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA

Como ya señaló la presidenta de la sociedad *Women in Nuclear (WIN)* en España durante el acto de presentación de la 43ª Reunión Anual organizada por la Sociedad de Energía Nuclear en 2017, la realidad de las aplicaciones de la tecnología nuclear abarca un amplio abanico de posibilidades, muchas de ellas presentes en la mayoría de los campos de nuestra vida cotidiana. Así puede mencionarse su utilización en el ámbito industrial para el desarrollo y mejora de procesos industriales, su uso como técnica de apoyo y diagnóstico en la restauración de pinturas y conservación del patrimonio histórico, en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer o incluso para la conservación de alimentos frescos durante largos periodos de tiempo.

En España, la energía nuclear cuenta ya con cinco décadas de historia y en este tiempo se ha convertido en la base de la producción eléctrica del país. Los siete reactores actualmente operativos, junto con los tres ya no en funcionamiento¹, han producido entre todos más de 1.600 TWh de electricidad durante los últimos treinta años. Esto representa más de un 26% del total de la demanda de electricidad en la España peninsular.

Además de estos siete reactores nucleares, España cuenta con una fábrica de combustible nuclear ubicada en Juzbado (Salamanca) y un centro de almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad en El Cabril (Córdoba), de esta manera cubriendo el ciclo de combustible completo.

Por otro lado, España presenta una industria capacitada, experta y tecnológica. Junto con las instalaciones nucleares, España cuenta con empresas de bienes de equipo, de combustible nuclear, ingeniería y empresas de servicios, todas ellas capacitadas en conocimientos y tecnologías que no sólo apoyan la operación de las centrales nucleares españolas, sino que exportan productos y servicios. Por ello, las empresas del sector nuclear español se encuentran presentes en toda la cadena de valor y ofrecen una alta capacitación y desarrollo tecnológico que hace al sector nuclear español ser reconocido internacionalmente, al estar presente en más de 40 países [1], [3].

2.1 LA PARTICIPACIÓN DE ESPAÑA EN EL OIEA

El CIEMAT, desde el año 1959 como Junta de Energía Nuclear (JEN), es una de las instituciones españolas que más activamente ha gestionado y coordinado la colaboración con el OIEA desde la adhesión de España a este Organismo en 1957. Hasta finales de los años 80, las instalaciones del CIEMAT acogieron todas las becas otorgadas por el OIEA, pero, debido a la profunda transformación estructural de la JEN en 1986, el nuevo CIEMAT pasó a ofrecer un campo de especialización más reducido en el área nuclear. Esta nueva situación provocó que las becas otorgadas a España no sólo se circunscribiesen a las áreas de actividad del CIEMAT, sino que la

¹ CCNN Sta Mª Garoña (en cese definitivo), CCNN Vandellós I (en periodo de latencia) y CCNN José Cabera (en desmantelamiento).

aportación de España al OIEA fuera más amplia, ofreciendo la posibilidad de desarrollar diversas actividades relacionadas con la tecnología nuclear en sus distintos campos: seguridad nuclear y protección radiológica, medicina nuclear y salud humana, aplicaciones de isótopos a la agricultura y alimentación, hidrología isotópica, formación, etc.

Desde el año 2004, la División de Relaciones Internacionales y Cooperación Técnica (DRICT) gestiona y tramita, en colaboración con el Departamento Cooperación Técnica del OIEA, las becas y visitas científicas del OIEA en España. De esta manera, desde DRICT se tramitan las estancias de profesionales de países en vías de desarrollo en diversas instituciones españolas, como hospitales, universidades, empresas públicas y privadas, y centros tecnológicos, incluyendo el propio CIEMAT. Este trámite conlleva la administración, coordinación y gestión de las becas y visitas científicas desde el OIEA hasta las instituciones españolas.

El trabajo desarrollado es fundamental para los países receptores de las becas al ofrecer oportunidades de entrenamiento a los candidatos seleccionados para elevar su competencia profesional y, de esa manera, contribuir al desarrollo del programa de energía nuclear de su país, objetivo del programa de cooperación científica del OIEA.

Por otro lado, la participación de las instituciones españolas en el programa de cooperación técnica del OIEA, además de fomentar la transferencia de tecnología y la creación de capacidades científicas y técnicas en los Estados Miembros menos desarrollados ha puesto en evidencia los conocimientos y habilidades que ha desarrollado España en el ámbito nuclear a lo largo de estos cincuenta años.

Teniendo en cuenta la participación de las instituciones españolas en el programa de cooperación técnica del OIEA, el objetivo del presente documento es examinar las necesidades que presentan los países participantes en programa de cooperación técnica del OIEA además de identificar las capacidades científicas y tecnológicas que España presenta en el ámbito nuclear, todo ello a través del análisis de las visitas científica y becas del OIEA que se han realizado en nuestro país en el periodo 2014-2019.

Sin embargo, es necesario señalar que, debido a la situación de emergencia sanitaria global existente, las solicitudes de entrenamiento de becas y visitas científicas programadas por el OIEA para ser desarrolladas durante los años 2020 y 2021 han tenido que ser pospuestas, por lo que estos años no han sido considerados en el presente análisis.

Por último, para tener una visión más estructurada de las áreas de actividad que se desarrollan en las distintas regiones españolas, en este trabajo se han considerado las áreas y líneas de actividad incluidas en el programa de cooperación técnica del OIEA, cuya breve descripción se encuentra incluida en el siguiente apartado.

3 ÁREAS DE ACTIVIDAD DEL PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA

El programa de cooperación técnica del OIEA se centra en ayudar a usar la tecnología nuclear para promover los efectos socioeconómicos tangibles en los Estados Miembros, contribuyendo, de forma eficaz, a la consecución de las prioridades de desarrollo sostenible más importantes de cada país.

El programa gira en torno a las siguientes esferas temáticas [5]:

A. Agua y medioambiente, en un mundo que afronta grandes retos como el medioambiente y la disponibilidad de los recursos hídricos, la ciencia y las tecnologías nucleares pueden ayudar en la gestión y aprovechamiento de los recursos naturales. Dentro de esta área, la energía nuclear puede ser utilizada en las siguientes líneas:

- Cambio climático, considerado uno de los mayores problemas que afectan al planeta y a la humanidad. En este ámbito, la utilización de la ciencia y tecnologías nucleares sirve para vigilar las emisiones y los cambios ambientales que tienen lugar en los océanos y ecosistemas, mitigar las fuentes de gases de efecto invernadero procedentes de la producción de energía y el uso de las tierras y para adaptarse a las actuales situaciones climáticas, incluyendo la escasez de alimentos y de agua y las pérdidas de ecosistemas.
- Cambio climático y el ciclo del agua, la dinámica del clima afecta las fuentes de lluvia y nieve como su distribución, por lo que puede originar cambios en el caudal fluvial y en la recarga de los acuíferos. En este ámbito, la hidrología isotópica, a través de la observación de isótopos, permite monitorizar y mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a ellos.
- Contaminación, producida por la actividad humana donde la emisión de contaminantes al medioambiente llega a afectar a los ciclos biológicos, geológicos y químicos. En esta línea, las tecnologías nucleares se utilizan para el estudio de estos procesos además del tratamiento de los contaminantes, los desechos radiactivos y emplazamientos contaminados. Esta línea incluye aspectos como la Contaminación atmosférica, Contaminación terrestre, Contaminación del mar y las costas.
- Evaluación de los efectos en la salud, la econutrición es un enfoque integrado utilizado para comprender las interacciones entre la nutrición y el medio ambiente. La aplicación de isótopos estables puede servir para mejorar los enfoques basados en los alimentos y evaluar el efecto del medio ambiente sucio, los elementos tóxicos y el cambio de estilo de vida en el estado nutricional y la salud.
- Gestión de los recursos hídricos, utilizando las “huellas” isotópicas que presenta el agua y que permiten determinar la fuente, edad, movimiento e interacciones del agua en la

superficie y bajo ella. En este contexto, el OIEA considera diversos ámbitos como las aguas subterráneas, los ríos o la disponibilidad y calidad del agua.

- Pérdida de diversidad biológica debido a la contaminación o el cambio climático, donde las técnicas nucleares facilitan el estudio y análisis de los procesos y factores de perturbación producidos por la contaminación o el cambio climático y que afectan a los ecosistemas y su diversidad biológica.
- Uso del agua, con el objetivo de proteger los recursos hídricos y el medioambiente, es importante contar con información científica fiable sobre los efectos de los contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas. Los trazadores isotópicos proporcionan datos fundamentales sobre los orígenes y el comportamiento de los contaminantes en el ciclo hidrológico.

B. Alimentación y agricultura: Las tecnologías nucleares ofrecen soluciones competitivas para combatir el hambre y la malnutrición, mejorar la sostenibilidad medioambiental y garantizar la inocuidad de los alimentos. En este contexto, se consideran las siguientes líneas de trabajo:

- Agricultura climáticamente inteligente aplicando técnicas nucleares y otras técnicas asociadas para aumentar de forma sostenible la productividad agrícola, su adaptación al cambio climático o la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otras.
- Control de plagas de insectos, debido a una mayor concienciación acerca de los efectos negativos de los insecticidas para la salud y el medio ambiente, la energía nuclear es utilizada como técnica de esterilización de insectos para luchar contra las principales plagas de insectos de interés para la agricultura, ganadería y el ser humano.
- Emergencias nucleares y radiológicas aplicándose técnicas, disposiciones y procedimientos en materia de preparación y respuesta para casos de emergencia que puedan afectar a los alimentos y a la agricultura.
- Fitomejoramiento donde la irradiación se emplea para inducir mutaciones en plantas con el objetivo de producir variedades de mayor calidad, una mayor resiliencia frente al cambio climático y más tolerancia al estrés ambiental.
- Ganadería donde se desarrollan actividades de producción pecuaria y sanidad utilizando técnicas nucleares con el objetivo de dar respuesta a la demanda de alimentos de origen animal, siempre conservando los recursos naturales. Esta línea incluye Sanidad animal, Reproducción y crianza, Nutrición animal y Producción pecuaria sostenible.
- Gestión de la tierra y el agua a través del uso de tecnologías nucleares, contribuyendo a aumentar la producción agrícola y la seguridad alimentaria a nivel mundial a la vez de

facilitar la conservación de los recursos naturales. Esta línea incluye ámbitos como la Gestión del agua con fines agrícolas, Mejora de la fertilidad del suelo, Control de la erosión del suelo y la Nutrición de los cultivos.

- Inocuidad y calidad de los alimentos, la irradiación se ha establecido como una tecnología segura y confiable cuyo objetivo es el destruir bacterias, parásitos, insectos y otros patógenos y así conseguir aumentar la vida de los alimentos. En esa línea se consideran ámbitos como la Inocuidad e irradiación de alimentos, Contaminantes de los alimentos, Aplicación de mecanismos de muestreo y métodos analíticos y Rastreabilidad y autenticidad de los alimentos.

C. Industria, donde la utilización de isótopos radiactivos es de vital importancia para que los procesos industriales sean innovadores, seguros y eficaces. En este contexto, pueden ser consideradas las siguientes líneas:

- Aplicaciones industriales, donde las técnicas nucleares pueden ser utilizadas para determinar y evaluar las propiedades de materiales (como la radiografía industrial), para el análisis y tratamiento de ciertas sustancias, la calibración nucleónica, la medición de los niveles de contaminación, la esterilización médica, o para la optimización de procesos industriales.
- Materiales, donde la radiación es utilizada para modificar y analizar materiales en una amplia variedad de ámbitos como los estudios sobre la contaminación ambiental, la investigación biomédica, la geología o la arqueología, reportando, de esta manera, beneficios tanto a nivel comercial como en investigación científica.
- Patrimonio cultural, donde la tecnología y las ciencias nucleares son utilizadas para determinar la edad y la procedencia de objetos arqueológicos o para caracterizar y conservar las obras de los museos, archivos y bibliotecas, es decir, los bienes que forman parte del patrimonio cultural de un país.

D. Ciencia nuclear, que contribuye al desarrollo y gestión de los conocimientos nucleares. En esta área, el OIEA presta asistencia a los Estados Miembros en materia de asesoramiento científico, enseñanza, capacitación y documentación técnica en muchos de los ámbitos relacionados con la ciencia nuclear. En este contexto, se consideran las siguientes líneas:

- Intercambio de datos nucleares, de importancia fundamental para aplicaciones energéticas y no energéticas, así como datos atómicos para la investigación sobre la energía de fusión nuclear.
- Investigación nuclear, que constituye la base sobre la que se sustentan todas las aplicaciones nucleares. Su contribución abarca aspectos como la salud, el desarrollo y la seguridad en todo el mundo y es utilizada en diversos ámbitos como la producción de

electricidad, la medicina, la agricultura, industria, la inocuidad de los alimentos, la criminalística, entre otros.

- Isótopos utilizados en aplicaciones médicas e industriales, el seguimiento ambiental y estudios biológicos.

E. Energía, cuyo objetivo es dar acceso a una energía limpia, fiable y asequible, capaz de mitigar las consecuencias negativas provenientes del cambio climático. Dentro de esta área, se consideran las siguientes líneas de trabajo:

- Aplicaciones no eléctricas, línea centrada en el uso de la energía nuclear para aumentar la seguridad energética e hídrica a escala mundial en aplicaciones como la desalación de agua de mar, la producción de hidrógeno, calefacción urbana y diversas aplicaciones industriales.
- Ciclo de vida del combustible nuclear cuyo objetivo es conseguir su sostenibilidad. Para ello, esta línea abarca aspectos como la extracción de uranio, el desarrollo y utilización del combustible nuclear, la gestión del combustible gastado además de la garantía de su suministro.
- Fusión nuclear, técnica actualmente en desarrollo. La fusión nuclear consiste en la unión de dos núcleos ligeros para formar uno más pesado, desprendiendo además energía. Actualmente, es considerada como un recurso energético a gran escala que promete cubrir el esperado aumento a nivel mundial de la demanda de energía en el próximo siglo.
- Reactores de investigación, utilizados con fines de investigación, desarrollo, enseñanza y capacitación. Estos reactores nucleares producen neutrones para su uso en la industria, medicina, agricultura y la ciencia forense, entre otros. Esta línea abarca ámbitos como infraestructura, explotación, mantenimiento, y ciclo de combustible de los reactores de investigación.
- Reactores nucleares de potencia, actualmente más de 400 reactores nucleares en 30 países suministran alrededor del 11% de la electricidad mundial. En este ámbito, el OIEA promueve el intercambio de información y la colaboración a nivel internacional para la investigación e innovación tecnológica de las distintas tecnologías de reactores.

Aquellos aspectos relacionados con la gestión de residuos radiactivos o la seguridad de las centrales nucleares productoras de energía eléctrica son considerados en el área de Seguridad, cuya descripción se encuentra más adelante.

F. Salud y nutrición, la utilización de técnicas nucleares desempeña un papel fundamental en el ámbito de la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer y enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, estas técnicas también pueden ayudar a

vigilar y abordar problemas relacionados con la malnutrición en todas sus formas. En este contexto, se consideran las siguientes esferas de aplicación de las tecnologías nucleares:

- Cáncer, donde las técnicas nucleares son utilizadas para luchar contra esta enfermedad a través de su control, diagnóstico, tratamiento (radioterapia y braquiterapia) y terapia con radionucleidos.
- Diagnóstico donde se plantean los siguientes ámbitos de actuación:
 - *Diagnóstico por imagen* para abordar enfermedades no transmisibles o crónicas como las enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas, enfermedades infecciosas, enfermedades infantiles o la diabetes
 - *Optimización de la calidad de la imagen* centrándose en el equilibrio entre la calidad de la imagen y la dosis de radiación;
 - *Radiología intervencionista* que permite realizar un diagnóstico y tratamiento mínimamente invasivo guiado por imagen de las enfermedades en cada órgano o sistema;
 - *Radiofármacos de diagnóstico* para su utilización en distintas enfermedades como el cáncer.
- Enfermedades infecciosas para la detección, control y prevención de la propagación de enfermedades como la malaria, el ébola y el zika.
- Nutrición, donde se incluyen problemas relacionados con la desnutrición y la obesidad que contribuyen a la aparición de enfermedades no transmisibles. Mediante el empleo de isótopos estables, profesionales sanitarios y especialistas en nutrición se pueden elaborar y evaluar medidas nutricionales para luchar contra todas las formas de malnutrición.
- Radiación y garantía de calidad, la aplicación clínica de la radiación debe de ser de alta calidad, segura y eficaz. Para ello es necesario el desarrollo de procedimientos y medidas estructuradas que mantengan un alto nivel de calidad en el diagnóstico o tratamiento de pacientes, la realización de actividades de calibración y servicios de verificación de dosis además de la elaboración de códigos de práctica y directrices de dosimetría armonizados, todo ello para ser utilizado en hospitales y laboratorios de calibración de todo el mundo.

G. Seguridad nuclear tecnológica y física, cuyo objetivo es proteger a las personas, la sociedad y el medioambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes. Dentro de esta área, se trabaja en las siguientes líneas:

- Marco gubernamental, jurídico y regulador con el objetivo de lograr y mantener un grado de seguridad elevado durante la vida útil de las instalaciones nucleares

- Factores humanos y organizativos, la operación segura y efectiva de las instalaciones nucleares está intrínsecamente relacionada con la integración de los factores humanos y organizativos en el diseño de éstas. Las personas desarrollan las funciones con el apoyo de la tecnología. La organización o componentes organizativos pueden impedir o facilitar la utilización eficaz de los equipos e instrumentos.
- Seguridad de los materiales e instalaciones nucleares, a través del establecimiento de normas de seguridad internacionales y la adopción de disposiciones para su aplicación en todo tipo de instalaciones nucleares durante su ciclo de vida útil, desde su diseño hasta su clausura. Esta línea también incluye la formulación de políticas y expertos para la mejora de la seguridad física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos.
- Protección radiológica, ámbito en el que se estudian los efectos de las dosis producidas por las radiaciones ionizantes y se elaboran las normas de seguridad y procedimientos para reducir al mínimo sus efectos nocivos, con el fin de proteger el medioambiente y la salud de trabajadores, pacientes y público en general.
- Gestión de los desechos radiactivos y el combustible gastado, procedentes de la explotación y clausura de instalaciones y actividades nucleares. Estos desechos deben gestionarse para proteger a las personas y el medioambiente durante lapsos de tiempo prolongados.
- Gestión de accidentes severos, donde es necesario definir un conjunto de directrices a ejecutar por los operadores de las centrales nucleares, dependiendo de su diseño, los reglamentos locales y las características del emplazamiento.
- Preparación y respuesta para casos de emergencia, a través de la elaboración de normas de seguridad, directrices e instrumentos técnicos
- Transporte tecnológico y físicamente seguro de material radiactivo requiere una serie de directrices que incluyen requisitos reglamentarios, la certificación de bultos las inspecciones y un sistema de vigilancia. Por ello, es necesario el establecimiento y aplicación de un reglamento de transporte que certifique que se realiza en condiciones de seguridad tecnológica y física.

4 ANÁLISIS DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA EN ESPAÑA. PERIODO 2014-2019

Como ya se ha indicado anteriormente, el CIEMAT es el organismo español responsable de la gestión y tramitación de las becas y visitas científicas del OIEA en España. Desde el año 2004, la División de Relaciones Internacionales y Cooperación Técnica (DRICT) del CIEMAT tramita las estancias, en instituciones españolas públicas y privadas, de científicos y profesionales procedentes de países en vías de desarrollo.

Este apartado recoge el análisis de la cooperación técnica del OIEA desarrollada en España desde el año 2014 hasta el año 2019. Esta cooperación ha consistido en la coordinación, tramitación y gestión de visitas científicas y becas, todas ellas tramitadas por DRICT. En la Figura 1, se representa la distribución numérica de candidatos seleccionados por el OIEA (en adelante becarios) para realizar estas estancias científicas, según su zona geográfica de procedencia.

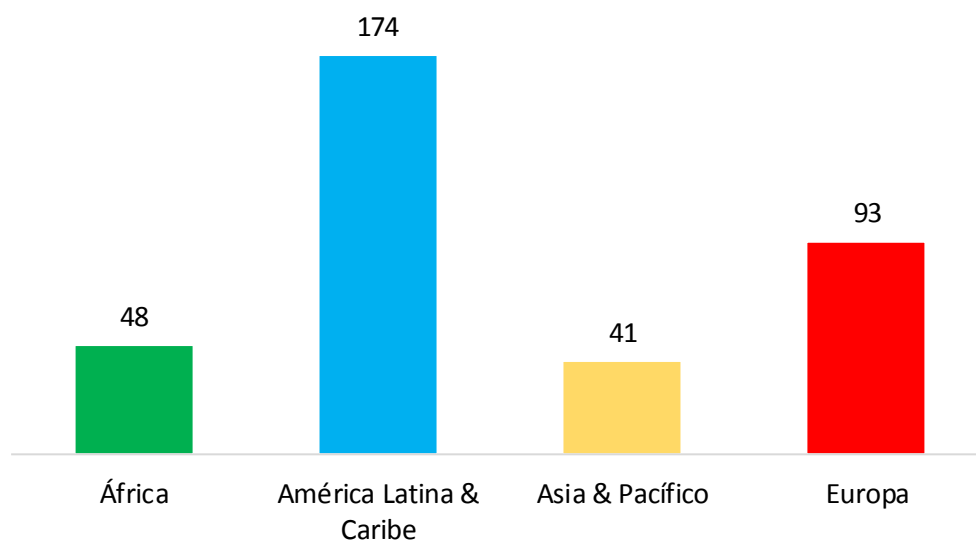


Figura 1 Distribución de becarios según área geográfica de origen. Periodo 2014-2019

Como se puede observar en la Figura 1 los datos indican que cerca de la mitad de los becarios del OIEA procede de algún país del área de América Latina y el Caribe, lo que indica la buena relación existente entre España y los países de esta área geográfica, a lo cual ayuda sobre todo el idioma. En un segundo lugar, con un 26%, están los becarios procedentes del área de Europa mientras, que la proporción de becarios procedentes de África y Asia y el Pacífico es similar (13% y 12%, respectivamente). A nivel país, DRICT ha gestionado las solicitudes procedentes de 64 países de todo el mundo. Su representación global considerando el número de becarios por país, se encuentra recogida en la Figura 2.



Figura 2 Mapa de distribución de becarios según los países de origen. Periodo 2014-2019

Un análisis más detallado es recogido en la Figura 3, donde se representa la distribución de becarios de los 10 primeros países con mayor número de solicitudes entre los años 2014 y 2019.

Comparando estos datos con el análisis realizado por R. Lacalle et al. [6] para el periodo 2006-2017, las solicitudes recibidas entre los años 2018 y 2019 reafirman el creciente interés por parte de los países de Europa del Este en capacitar a sus científicos en instituciones españolas, tendencia que comenzaba ya a observarse en la citada publicación.

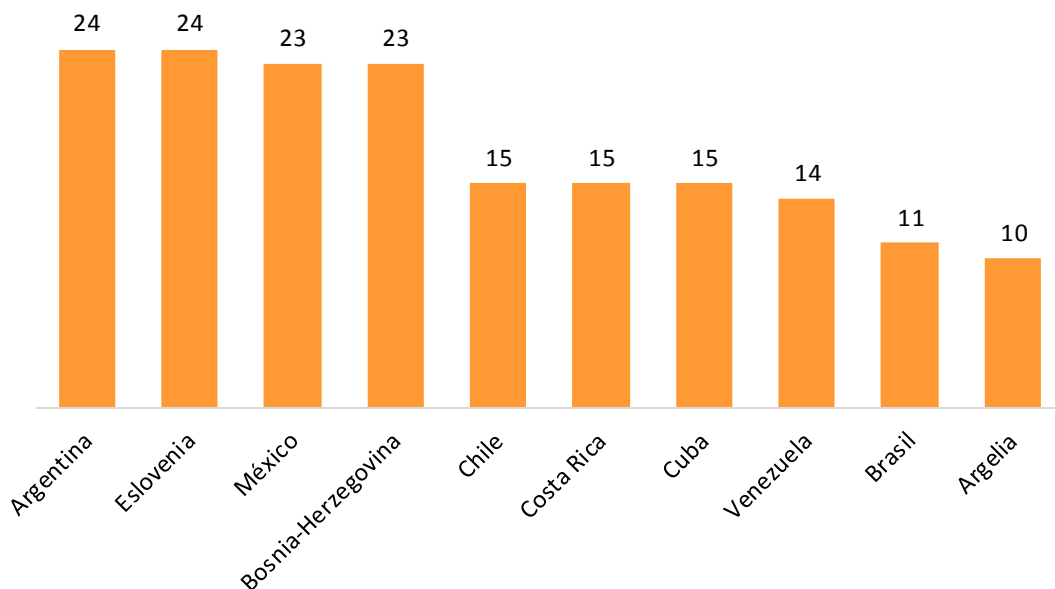


Figura 3 Distribución de los becarios según país de origen. Periodo 2014-2019

Respecto a los centros de capacitación, alrededor de 100 instituciones españolas fueron asignadas para realizar el entrenamiento de los 356 becarios financiados por el OIEA en el periodo 2014-

2019. El análisis según el centro de capacitación indica que el CIEMAT ha sido la institución más solicitada, con un 14% del total. El 60% de los becarios que han solicitado entrenamiento en el CIEMAT procedían de América Latina, principalmente de México, Chile y Argentina.

Si se analizan las solicitudes tramitadas por DRICT considerando la tipología del centro de capacitación, los resultados indican que el 29% de los becarios se interesaron en realizar su entrenamiento en un centro tecnológico, donde el CIEMAT representa el 49% de dichas solicitudes. A los centros tecnológicos les siguen las universidades y hospitales con 26% y 24%, respectivamente (ver Figura 4).

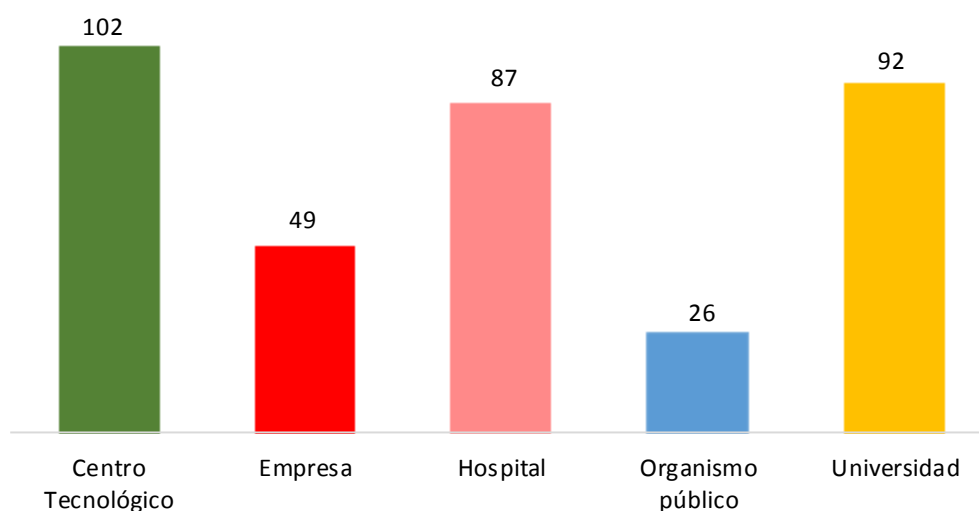


Figura 4 Distribución de los becarios según centro de capacitación. Periodo 2014-2019

Respecto a los hospitales, el centro sanitario más solicitado entre los años 2014 y 2019 fue el Hospital del Campus de la Salud de Granada, donde realizaron su capacitación 19 becarios, la mayoría procedente de Europa del Este (Bosnia, Herzegovina y Eslovenia). En el caso de las universidades, la Universidad de Sevilla es la que mayor número de solicitudes presenta donde la mayoría procedían de África (78%). Por último, respecto a las empresas, ENRESA (empresa pública de residuos radiactivos) presenta mayor actividad, recibiendo a becarios procedentes de Europa.

El análisis de los centros de capacitación según las áreas científico-técnicas en las que se enmarcan las capacitaciones indica que, en el caso de las empresas, el 78% de las mismas han sido más solicitadas para el desarrollo de actividades enmarcadas en el área de la Seguridad nuclear tecnológica y física, principalmente dentro de la línea de la gestión de desechos radiactivos.

En el caso de los hospitales una parte importante (79%) desarrollaron actividades relacionadas con el área de la Salud. La capacitación se enmarcó, sobre todo, en la línea del cáncer (Braquiterapia, Radioterapia, Radiofármacos de diagnóstico o Terapia con radionucleidos). En menor medida, se realizaron otras capacitaciones en las líneas de Diagnóstico o Radiación y garantía de calidad. El resto de los hospitales considerados (21%) realizaron actividades en el área de la Seguridad

nuclear, concretamente en temas relacionados con la Protección radiológica de trabajadores y pacientes.

En relación con las universidades, el 39% de los becarios solicitaron su capacitación en el área de Agua y medioambiente, concretamente en la gestión de recursos hídricos de aguas subterráneas y ríos y en la contaminación del mar y las costas. El resto de las universidades desarrollaron entrenamientos en temas relacionados con Alimentación y agricultura (20%), en Ciencia nuclear (16%) o Energía (11%). Gran parte de los organismos públicos (69%) fueron considerados para el desarrollo de entrenamientos en el ámbito de la Seguridad nuclear tecnológica y física.

Por último, los centros tecnológicos atendieron mayor número de peticiones en el área de Alimentación y agricultura (27%), principalmente en la línea de gestión de tierra y el agua (control erosión suelo y nutrición de cultivos). El resto de las capacitaciones fueron en áreas como Agua y medioambiente (22%) para trabajar sobre todo en la contaminación del mar y costas y en área de Salud (19%) donde el tema con mayor peso fue la Radiación y garantía de calidad (verificación de dosis correcta).

Si analizamos el CIEMAT, del total de entrenamientos solicitados en este Centro entre los años 2014 y 2019, Seguridad nuclear tecnológica y física fue el área más requerida (44%) sobre todo en ámbitos como Protección radiológica del medioambiente o en la Gestión de desechos radiactivos y combustible gastado. Las áreas de Salud (26%) para tratar temas de Radiación y garantía de calidad (verificación de dosis correcta) y el área de la Ciencia nuclear (22%) donde se trabajó en la investigación, análisis y modificación de materiales fueron otras de las áreas solicitadas de capacitación de los becarios.

4.1 ÁREAS Y LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS SEGÚN LA PROCEDENCIA DEL BECARIO

A través del estudio de las áreas científico-técnicas en las que se enmarcan las solicitudes recibidas por España, es posible obtener el mapa temático que identifica las prioridades/necesidades científico-técnicas que presentan aquellos países en vías de desarrollo que se encuentren incluidos en el programa de cooperación técnica del OIEA.

Con este objetivo, el número de solicitudes recibidas por España entre los años 2014 y 2019 está representado desde la Figura 5 a la Figura 8 teniendo en cuenta la zona geográfica de origen del becario y el área temática en la que se desarrolla su capacitación. Las líneas de actividad desarrolladas según dichas áreas científicas y zona geográfica de origen se encuentran desglosadas desde la Tabla 1 a la Tabla 4.

Es importante resaltar que los datos correspondientes a América del Norte no han sido representados debido a que España solamente recibió entre 2014 y 2019, un grupo de 4 personas procedentes de Jamaica. Este grupo estuvo interesado en trabajar en temas relacionados con Agua y medioambiente.

Como pueden observarse desde la Figura 5 a la Figura 8, las zonas geográficas presentan entre ellas una distribución de becarios muy diferente. Mientras que en las zonas de África y América Latina tienen actividad en 5 de las 7 áreas científico-técnicas del programa de cooperación técnica del OIEA, la actividad demandada en las zonas de Asia/Oceanía y Europa abarca las siete áreas científicas del OIEA.

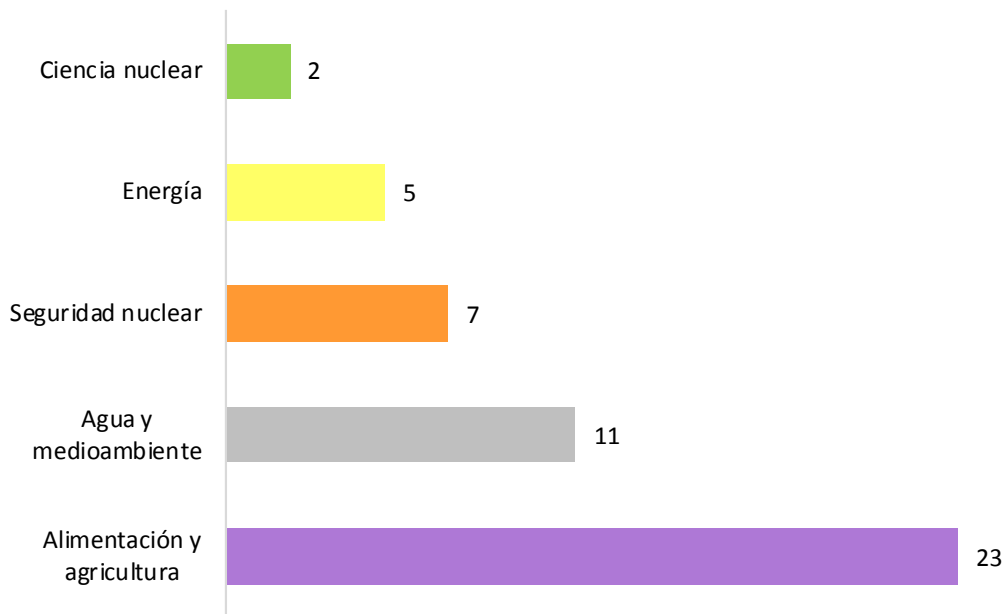


Figura 5 Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: África

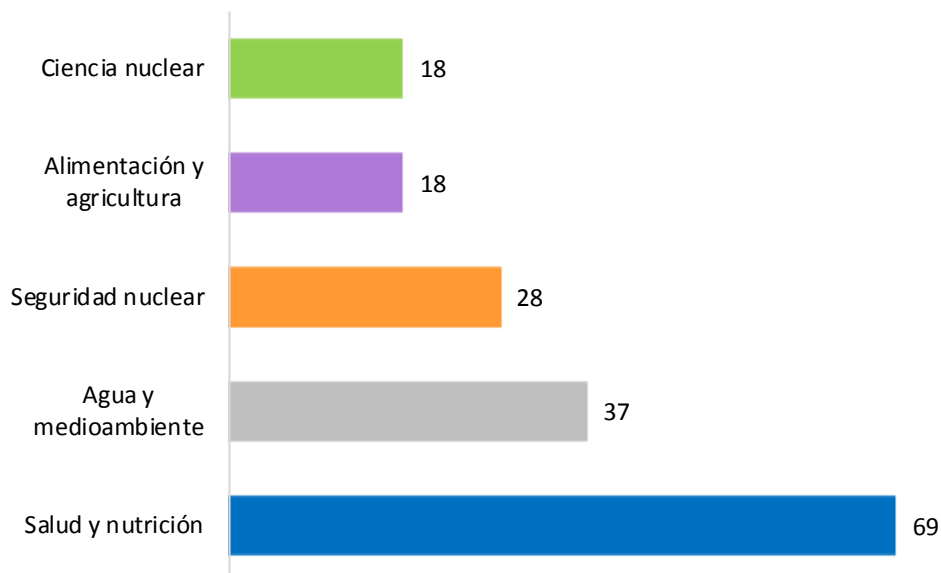


Figura 6 Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: América Latina

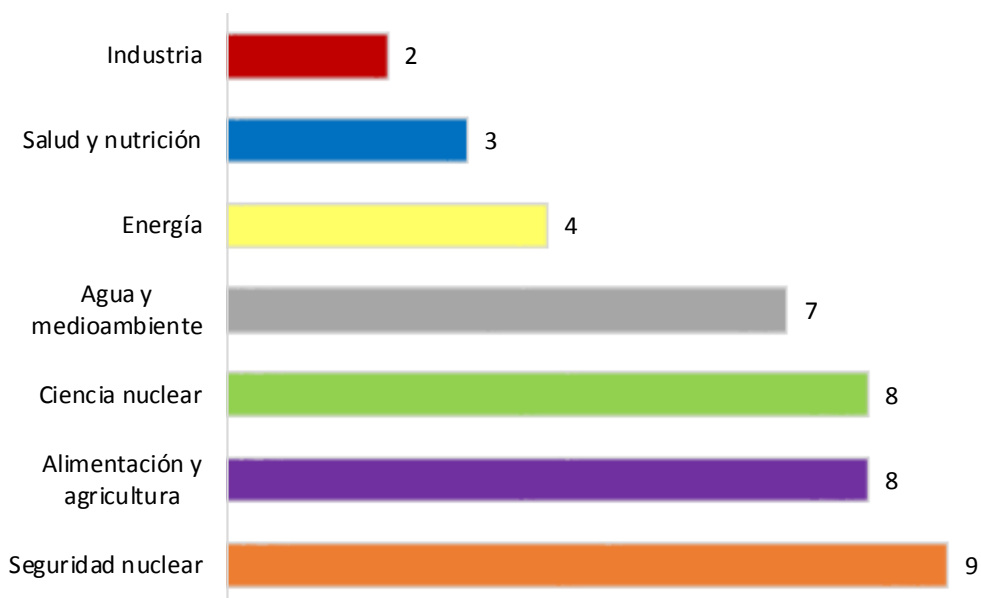


Figura 7 Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: Asia y Oceanía

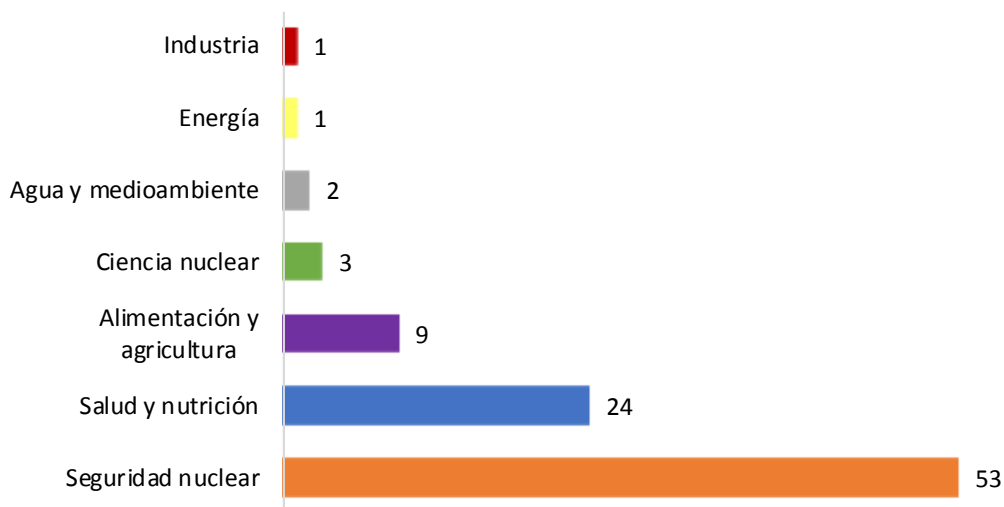


Figura 8 Distribución de becarios según área temática. Zona de origen: Europa

Analizando cada zona geográfica, se puede ver que África (Figura 5) muestra mayor interés en temas relacionados con la Alimentación y agricultura (48%), seguido de Agua y medioambiente (23%) y Seguridad nuclear (15%).

En el caso de las líneas de actividad, son la Gestión de tierra y agua o el Control de plagas de insectos las que presentan más interés dentro del área de Alimentación y agricultura. En el caso del área de Agua y medioambiente son las líneas de Contaminación y de Gestión de los recursos hídricos de aguas subterráneas y ríos. Para más detalle, ver la Tabla 1.

ÁREAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	Nº BECARIOS
Agua y medioambiente	Gestión de recursos hídricos	6
Agua y medioambiente	Contaminación	5
Alimentación y agricultura	Gestión de tierra y el agua	13
Alimentación y agricultura	Control plagas insectos	4
Alimentación y agricultura	Inocuidad y calidad de alimentos	3
Alimentación y agricultura	Ganadería	3
Ciencia nuclear	Isótopos	1
Ciencia nuclear	Investigación nuclear	1
Energía	Ciclo de combustible nuclear	4
Energía	Fusión nuclear	1
Seguridad nuclear	Protección radiológica	7

Tabla 1 Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: África

En América Latina (Figura 6), los becarios procedentes de esa zona geográfica tienen mayor interés en temas de Salud y nutrición (40%), Agua y medioambiente (22%) y Seguridad nuclear tecnológica y física (16%).

Las líneas de trabajo dentro del área de Salud son, principalmente, el Cáncer (como Braquiterapia y Radioterapia) y la Radiación y garantía de calidad, concretamente en el desarrollo de actividades de verificación de dosis. Dentro del área de Agua y medioambiente, los temas demandados son la Gestión de recursos hídricos de aguas subterráneas y ríos, la Contaminación, la Pérdida de diversidad biológica y el Cambio climático. Para más detalle, ver la Tabla 1.

Como se ha señalado anteriormente, los becarios de Asia y Oceanía (Figura 7) presentaron interés en todas las áreas científicas del programa de cooperación técnica del OIEA. En esta zona, la actividad es mayor en las áreas de Seguridad nuclear tecnológica y física (22%), Alimentación y agricultura y Ciencia nuclear (ambas con 20%) y en Agua y medioambiente (17%). En el área de la Seguridad nuclear tecnológica y física la preferencia se centra en la Seguridad de las Instalaciones Nucleares y en la Protección radiológica, mientras que en Alimentación y agricultura se interesaron más en el Control de plagas de insectos y Gestión de la tierra y agua. Para más detalle ver la Tabla 2

Por último, los becarios procedentes de Europa (Figura 8) presentaron mayor actividad en las áreas de Seguridad nuclear (57%), Salud y nutrición (26%) y Alimentación y agricultura (10%).

El desglose de las solicitudes según las líneas de investigación se recoge en la Tabla 4. Como se puede observar, en el área de Seguridad nuclear existe mayor actividad en la línea de Gestión de desechos radiactivos y combustible gastado. En el caso de Salud, las solicitudes fueron mayores en la línea de Diagnóstico (concretamente diagnóstico de enfermedades y optimización de calidad de la imagen) o en Cáncer (Braquiterapia y Radioterapia).

ÁREAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	Nº BECARIOS
Alimentación y agricultura	Inocuidad y calidad de alimentos	13
Alimentación y agricultura	Fitomejoramiento	2
Alimentación y agricultura	Ganadería	2
Alimentación y agricultura	Gestión de tierra y el agua	1
Ciencia nuclear	Investigación nuclear	18
Agua y medioambiente	Gestión de recursos hídricos	23
Agua y medioambiente	Contaminación	8
Agua y medioambiente	Pérdida de diversidad biológica	4
Agua y medioambiente	Cambio climático	2
Salud y nutrición	Cáncer	38
Salud y nutrición	Radiación y garantía de calidad	21
Salud y nutrición	Diagnóstico	7
Salud y nutrición	Otros	3
Seguridad nuclear	Protección radiológica	9
Seguridad nuclear	Gestión desechos radiactivos y combustible gastado	8
Seguridad nuclear	Marco gubernamental, jurídico y regulador	4
Seguridad nuclear	Seguridad en IINN	2
Seguridad nuclear	Diagnóstico	1
Seguridad nuclear	Gestión de accidentes severos	1
Seguridad nuclear	Preparación/respuesta emergencias	1
Seguridad nuclear	Radiación y garantía de calidad	1
Seguridad nuclear	Seguridad física materiales (nucleares y radiactivos)	1

Tabla 2 Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: América Latina

ÁREAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	Nº BECARIOS
Alimentación y agricultura	Control plagas insectos	4
Alimentación y agricultura	Gestión de tierra y el agua	2
Alimentación y agricultura	Ganadería	1
Alimentación y agricultura	Inocuidad y calidad de alimentos	1
Ciencia nuclear	Investigación nuclear	8
Energía	Ciclo de combustible nuclear	4
Agua y medioambiente	Contaminación	4
Agua y medioambiente	Gestión de recursos hídricos	2
Agua y medioambiente	Cambio climático	1
Salud y nutrición	Radiación y garantía de calidad	3
Industria	Aplicaciones nucleares	2
Seguridad nuclear	Seguridad en IINN	6
Seguridad nuclear	Protección radiológica	2
Seguridad nuclear	Gestión desechos radiactivos y combustible gastado	1

Tabla 3 Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: Asia y Oceanía

ÁREAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	Nº BECARIOS
Alimentación y agricultura	Control plagas insectos	3
Alimentación y agricultura	Ganadería	3
Alimentación y agricultura	Gestión de tierra y el agua	3
Ciencia nuclear	Investigación nuclear	3
Energía	Fusión nuclear	1
Agua y medioambiente	Gestión de recursos hídricos	1
Agua y medioambiente	Cambio climático	1
Salud y nutrición	Diagnóstico	9
Salud y nutrición	Cáncer	8
Salud y nutrición	Radiación y garantía de calidad	7
Industria	Materiales	1
Seguridad nuclear	Gestión desechos radiactivos y combustible gastado	29
Seguridad nuclear	Protección radiológica	14
Seguridad nuclear	Marco gubernamental, jurídico y regulador	6
Seguridad nuclear	Factores humanos y organizativos	1
Seguridad nuclear	Gestión de accidentes severos	1
Seguridad nuclear	Preparación/respuesta emergencias	1
Seguridad nuclear	Seguridad en IINN	1

Tabla 4 Distribución de becarios según líneas y área asociada. Zona de origen: Europa

4.2 ÁREAS Y LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS SEGÚN LA PERSPECTIVA DE GÉNERO

Tal como mostró el estudio realizado por R. Lacalle et al. [6], el OIEA aplica una política de igualdad desde el año 2007 con el objetivo de alcanzar el equilibrio de género y así potenciar las medidas de conciliación de la vida laboral y personal en todos los programas de cooperación técnica que desarrolla y financia el Organismo. Los resultados presentados en el trabajo de R. Lacalle et al. evidenciaban una tendencia hacia una mayor participación de las mujeres en el programa de cooperación técnica del OIEA.

Considerando las áreas de actividad en las que se enmarca la cooperación técnica desarrollada por el OIEA con España entre los años 2014 y 2019, los resultados obtenidos se encuentran representados en la Figura 9.

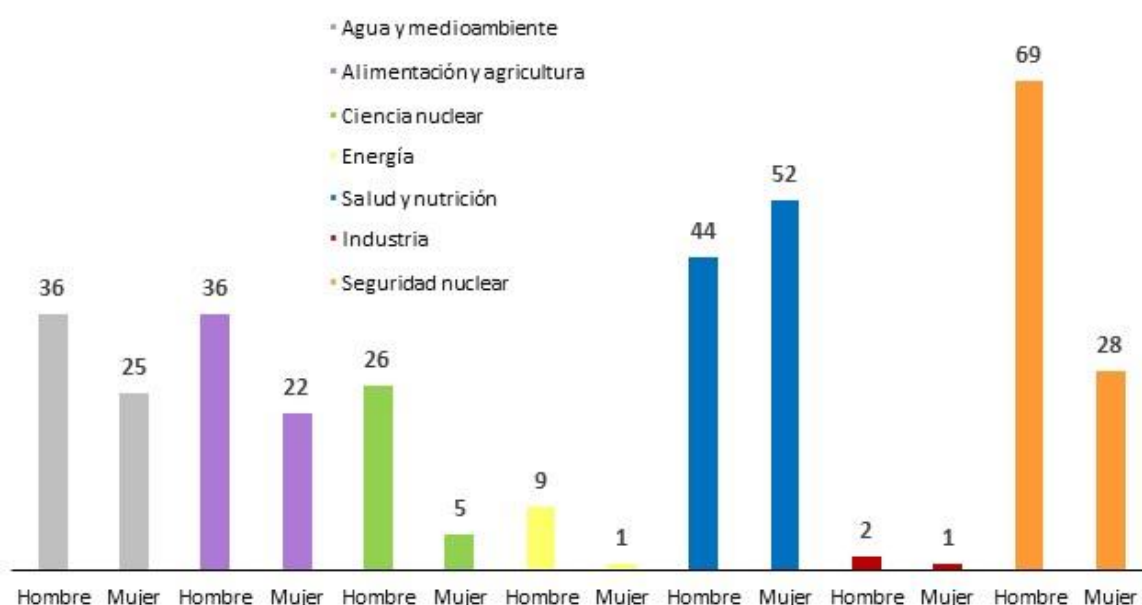


Figura 9 Distribución becarios según perspectiva de género y área temática. Periodo 2014-2019

Como se puede observar, el número de solicitudes realizadas por los hombres es mayor que el de las mujeres en todas las áreas temáticas, a excepción del área de Salud y nutrición donde se rompe esta tendencia. Por otro lado, es importante ver como la diferencia de solicitudes es prácticamente la misma entre ambos sexos, a excepción de las áreas de Ciencia nuclear y de Seguridad nuclear tecnológica y física, siendo esta última la que mayor diferencia presenta.

Centrando el estudio en el área de Salud y nutrición, los resultados indican que la mayoría de las becarias proceden de América Latina (75%), principalmente de Venezuela (15%), Costa Rica (15%), Argentina (12%) y Brasil (12%), seguidas de Europa (21%) y Asia y Oceanía (4%).

De acuerdo con las líneas científico-técnicas dentro del área de la Salud y nutrición, el 48% de las becarias se interesaron en la línea del Cáncer principalmente en braquiterapia y radioterapia, seguido de Radiación y garantía de calidad con un 35% (verificación dosis correcta) y Diagnóstico con el 13%.

5 ANÁLISIS TEMÁTICO DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA EN ESPAÑA. PERIODO 2014-2019

Dentro del territorio nacional, no todas las Comunidades Autónomas (CCAA) han recibido el mismo número de solicitudes del OIEA durante el periodo 2014-2019. Su análisis indica una mayor preferencia por las instituciones de la Comunidad de Madrid (41%), seguidas por instituciones catalanas y andaluzas con un 20% y un 15%, respectivamente. Las comunidades de La Rioja y Baleares no recibieron ningún becario en el periodo considerado. Un gráfico de mapa de esta distribución es representado en la Figura 10.



Figura 10 Distribución de becarios por Comunidad Autónoma. Periodo 2014-2019

Como se ha indicado en la Introducción de este documento, el programa de cooperación técnica del OIEA aprovecha las capacidades que presentan las distintas regiones para crear, fortalecer y mantener las capacidades humanas e institucionales relacionadas con el uso pacífico, tecnológico y físicamente seguro de la tecnología nuclear, apoyando de esta manera las prioridades de los Estados Miembros en materia de desarrollo.

De esta manera, el análisis de las áreas de actividad desarrolladas por el programa de cooperación en España brinda una amplia visión de la cooperación técnica que España desarrolla con el OIEA, además de las capacidades científico-tecnológicas que cada región española ofrece en el ámbito nuclear y de los actores que los desarrollan.

Una visión conjunta de las áreas de actividad en las que se enmarca el programa en España se ofrece en la Figura 11. El análisis de las solicitudes realizadas a instituciones españolas indica un porcentaje similar entre las áreas de Seguridad nuclear tecnológica y física (27%) y la Salud y nutrición (26,97%). Sin embargo, la presencia de actividades asociadas a la utilización de isótopos radiactivos en procesos industriales (área Industria) es casi residual (0,8%).

Esta distribución, según la Comunidad Autónoma, se encuentra representada en la Figura 12 donde se han considerado los valores máximos que presenta cada región según el área científico-técnica. Como puede observarse Andalucía, Cataluña y la Comunidad Foral de Navarra han

recibido más solicitudes en el área de la Salud y nutrición; Galicia y Extremadura, en las áreas de Agua y medioambiente y Ciencia nuclear, respectivamente. Por último, el área de Seguridad nuclear en la Comunidad de Madrid y Cantabria.

Debido a la desigual distribución de peticiones entre las Comunidades Autónomas ha originado que en cinco² de ellas, la proporción de becarios por área científico-técnica haya sido tan pequeña que su distribución es la misma según el área, por lo que no han sido consideradas en la figura al no presentar valores máximos.

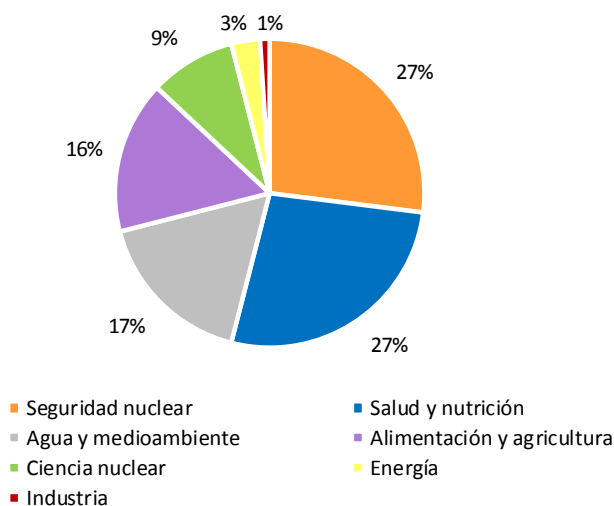


Figura 11 Distribución de solicitudes recibidos por España según áreas. Periodo 2014-2019



Figura 12 Representación de las áreas temáticas con más preferencia según CCAA

Respecto a las líneas de investigación, la más solicitada corresponde al ámbito del cáncer (13%) para trabajar principalmente en ámbitos de radioterapia, braquiterapia y terapia con radionucleidos; le sigue la Gestión de desechos radiactivos y combustible gastado (11%) en temas como disposición final, almacenamiento o clausura de Instalaciones Nucleares, y la Gestión de recursos hídricos (10%) de aguas subterráneas y ríos. Ver Figura 13.

² Islas Canarias, Castilla y León, el País Vasco, Castilla La Mancha y la Región de Murcia

El desglose de las líneas de investigación según el área científico-técnica asociada se encuentra recogida en la Tabla 5.



Figura 13 Representación de las diez primeras líneas más solicitadas según área asociada

ÁREAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	LÍNEAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS	Nº BECARIOS
Agua y medioambiente	Gestión de recursos hídricos	36
Agua y medioambiente	Contaminación	17
Agua y medioambiente	Cambio climático	4
Agua y medioambiente	Pérdida de diversidad biológica	4
Alimentación y agricultura	Gestión de tierra y el agua	19
Alimentación y agricultura	Inocuidad y calidad de alimentos	17
Alimentación y agricultura	Control plagas insectos	11
Alimentación y agricultura	Ganadería	9
Alimentación y agricultura	Fitomejoramiento	2
Ciencia nuclear	Investigación nuclear	30
Ciencia nuclear	Isótopos	1
Energía	Ciclo de combustible nuclear	8
Energía	Fusión nuclear	2
Salud y nutrición	Cáncer	46
Salud y nutrición	Radiación y garantía de calidad	31
Salud y nutrición	Diagnóstico	16
Salud y nutrición	Otros	3
Industria	Aplicaciones nucleares	2
Industria	Materiales	1
Seguridad nuclear	Gestión desechos radiactivos y combustible gastado	38
Seguridad nuclear	Protección radiológica	32
Seguridad nuclear	Marco gubernamental, jurídico y regulador	10
Seguridad nuclear	Seguridad en IINN	9
Seguridad nuclear	Gestión de accidentes severos	2
Seguridad nuclear	Preparación/respuesta emergencias	2
Seguridad nuclear	Factores humanos y organizativos	1
Seguridad nuclear	Radiación y garantía de calidad	1
Seguridad nuclear	Seguridad física materiales (nucleares y radiactivos)	1
Seguridad nuclear	Diagnóstico	1

Tabla 5 Distribución de becarios según línea y área científico-técnica. Periodo 2014-2019

6 CATÁLOGO DE CAPACIDADES CIENTÍFICO-TÉCNICAS DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

La aplicación del conocimiento científico y tecnológico en las actividades desarrolladas en el marco de la cooperación técnica de España con la OIEA permite identificar las capacidades científico-técnicas que cada CCAA presenta en el campo nuclear; es decir, su oferta tecnológica, la cual se configura como la carta de presentación de las tecnologías que España desarrolla y que pone a disposición de la sociedad.

Partiendo de esta premisa, a continuación, se presentan las solicitudes recibidas en el periodo 2014-2019 considerando aquellas CCAA que presentan una participación mayor o igual al 2%. Estos datos se presentan por medio de una serie de fichas (una por cada CCAA), en las que se incluyen el porcentaje de becarios propuestos en esa región, análisis de los centros de capacitación (distribución según tipología e identificación de los centros más solicitados en base a los becarios que solicitan esa CCAA), además del análisis temático (distribución de las áreas científico-técnicas solicitadas en esa CCAA e identificación de las líneas de investigación que presentan más interés según área).

6.1 ANDALUCÍA

Proporción de becarios: 15%

Centros de capacitación más solicitados: Hospital del Campus de Salud de Granada, Universidad de Sevilla (Departamento de Física Aplicada, Centro Nacional de Aceleradores), Universidad de Málaga (CEHIUMA, Centro de Hidrología de la Universidad de Málaga).

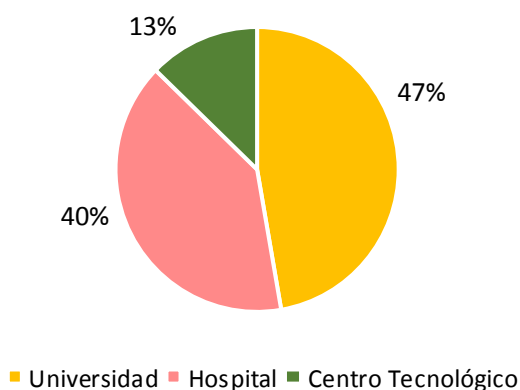


Figura 14 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Andalucía

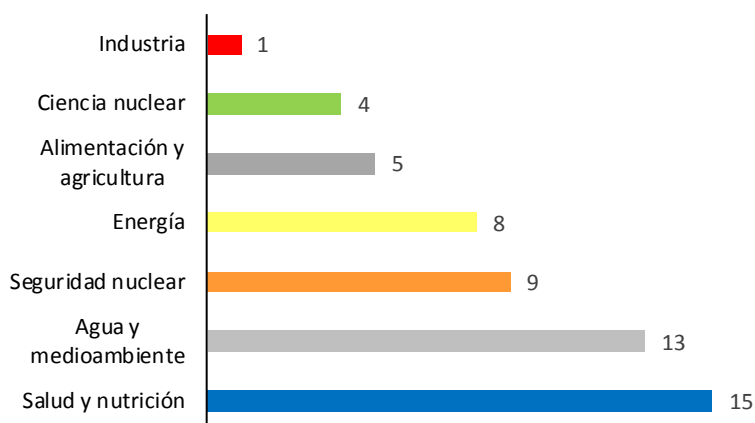


Figura 15 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Andalucía

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Salud y nutrición: Diagnóstico (Optimización calidad imagen)
- Agua y medioambiente: Gestión de recursos hídricos (Aguas subterráneas y ríos)
- Seguridad nuclear: Protección radiológica (Pacientes y trabajadores)
- Energía: Ciclo de combustible nuclear (Producción de uranio)
- Alimentación y agricultura: Inocuidad y calidad de alimentos (Contaminantes en alimentos)
- Ciencia nuclear: Investigación nuclear

6.2 ARAGÓN

Proporción de becarios: 5%

Centros de capacitación más solicitados: Estación Experimental Aula Dei del CSIC y la Universidad de Zaragoza (Facultad de Veterinaria).

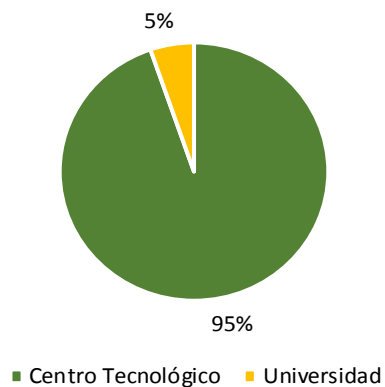


Figura 16 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Aragón

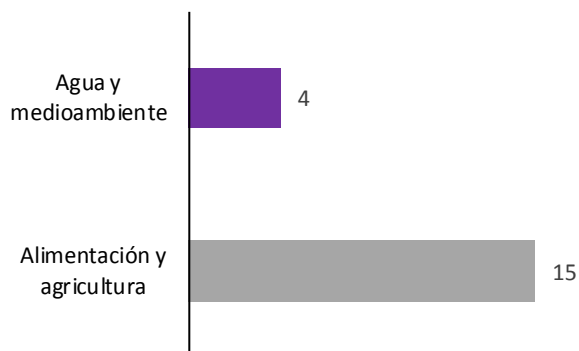


Figura 17 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Aragón

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Alimentación y agricultura: Gestión de la tierra y el agua (Control erosión del suelo)
- Agua y medioambiente: Cambio climático (Seguridad alimentaria y cambio climático)

6.3 CATALUÑA

Proporción de becarios: 20%

Centros de capacitación más solicitados: Instituto Catalán de Oncología, Centro Internacional de Hidrología Subterránea, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universidad de Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Girona, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA) de la Generalidad de Cataluña

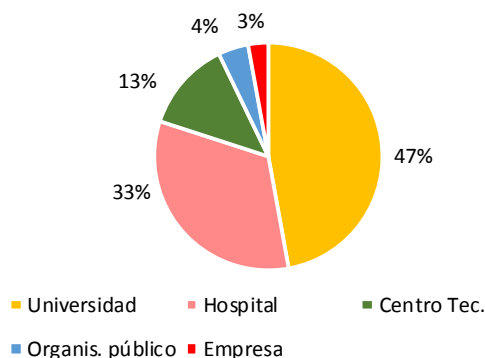


Figura 18 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Cataluña

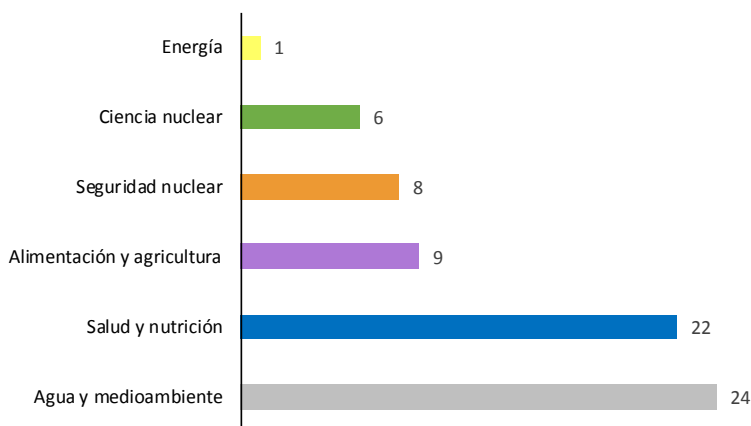


Figura 19 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Cataluña

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Agua y medioambiente: Gestión de recursos hídricos (Aguas subterráneas y ríos)
- Salud y nutrición: Cáncer (Braquiterapia, Radioterapia)
- Alimentación y agricultura: Inocuidad y calidad de alimentos (Contaminantes en alimentos)
- Seguridad nuclear: Protección radiológica (Pacientes y trabajadores)
- Ciencia nuclear: Investigación nuclear (Instrumentación nuclear)
- Energía: Fusión nuclear

6.4 COMUNIDAD DE MADRID

Proporción de becarios: 41%

Centros de capacitación más solicitados: CIEMAT, ENRESA, Consejo de Seguridad Nuclear, Hospital Ramón y Cajal, Hospital Clínico San Carlos y Hospital de Torrejón

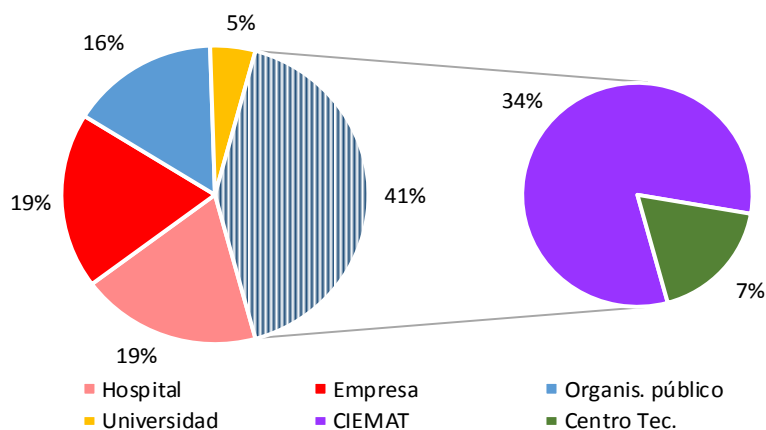


Figura 20 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Comunidad de Madrid

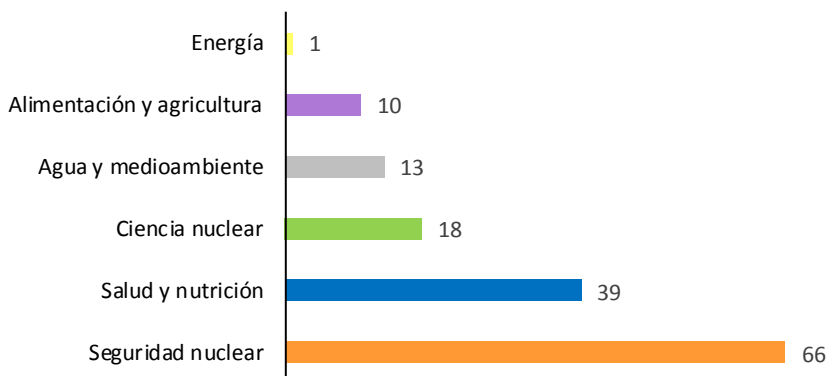


Figura 21 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Comunidad de Madrid

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Seguridad nuclear: Gestión de desechos radiactivos y combustible gastado (Disposición final)
- Salud y nutrición: Cáncer (Braquiterapia, Radioterapia)
- Ciencia nuclear: Investigación nuclear en Instrumentación nuclear
- Agua y medioambiente: Contaminación
- Alimentación y agricultura: Ganadería (Salud animal)
- Energía: Fusión nuclear

6.5 COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

Proporción de becarios: 3%

Centros de capacitación más solicitados: Universidad de Navarra (Clínica de la Universidad de Navarra, Laboratorio integrado de Calidad Ambiental), Universidad de Navarra, Laboratorio Integrado de Calidad Ambiental (LICA) de la Universidad de Navarra

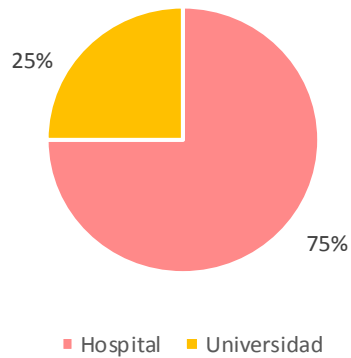


Figura 22 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Comunidad Foral de Navarra

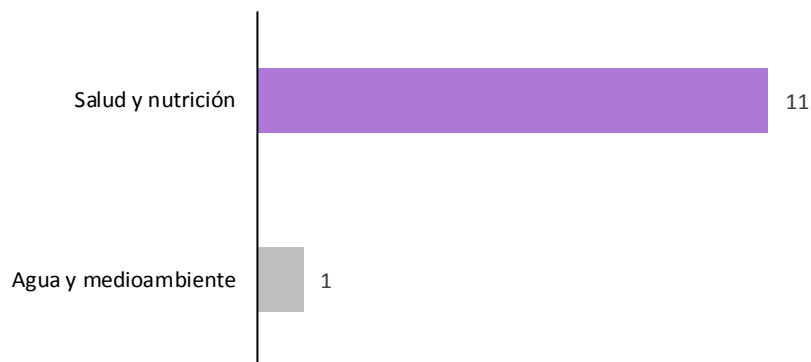


Figura 23 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Comunidad Foral de Navarra

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Salud y nutrición: Cáncer (Radiofármacos de diagnóstico) y Radiación y garantía de calidad
- Agua y medioambiente: Contaminación

6.6 COMUNIDAD VALENCIANA

Proporción de becarios: 6%

Centros de capacitación más solicitados: TRAGSA, GD ENERGY SERVICES, Instituto de Biomedicina de Valencia, Universidad de Valencia

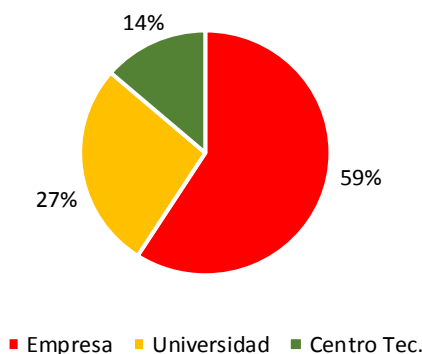


Figura 24 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Comunidad Valenciana

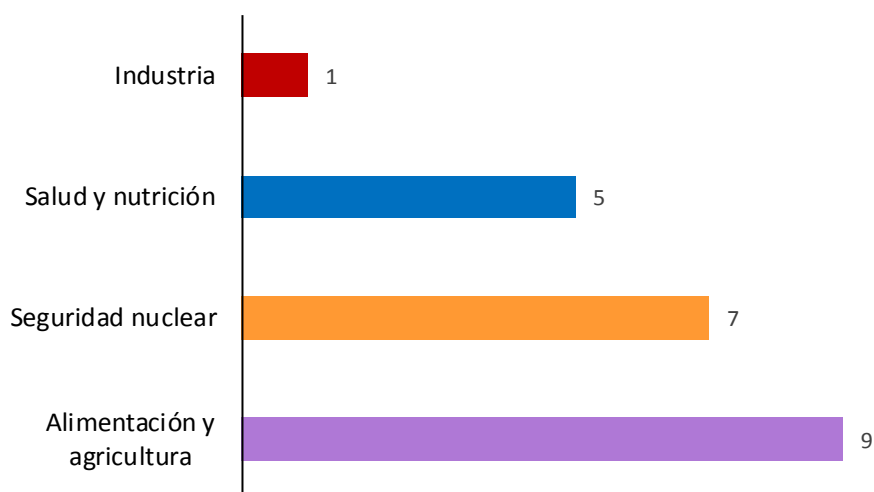


Figura 25 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Comunidad Valenciana

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Alimentación y agricultura: Control plagas de insectos
- Seguridad nuclear: Gestión desechos radiactivos y combustible gastado (Disposición final)
- Salud y nutrición: Cáncer
- Industria: Análisis y modificación de materiales

6.7 GALICIA

Proporción de becarios: 2%

Centros de capacitación más solicitados: E.T.S. de Caminos de la Universidad de La Coruña, Universidad de Vigo, Instituto Español de Oceanografía de Vigo, Centro tecnológico AIMEN y el aula de Productos Lácteos y Tecnologías Alimentarias de

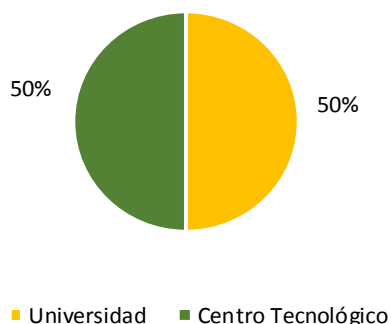


Figura 26 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Galicia

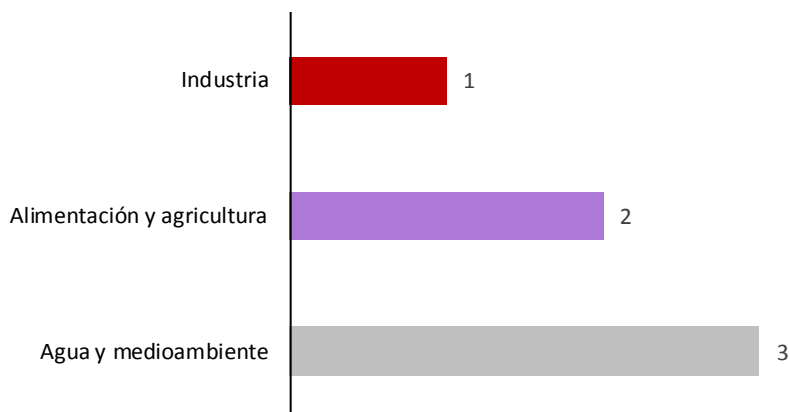


Figura 27 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Galicia

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Agua y medioambiente: Gestión de recursos hídricos de aguas subterráneas y ríos, Contaminación del mar y las costas
- Alimentación y agricultura: Inocuidad y calidad de alimentos (Contaminantes), producción pecuaria sostenible
- Industria: Aplicaciones nucleares (Radiotrazadores)

6.8 PRINCIPADO DE ASTURIAS

Proporción de becarios: 2%

Centros de capacitación más solicitados: Universidad de Oviedo, DROPSSENS y el Centro Comunitario de Sangre y Tejidos de Asturias

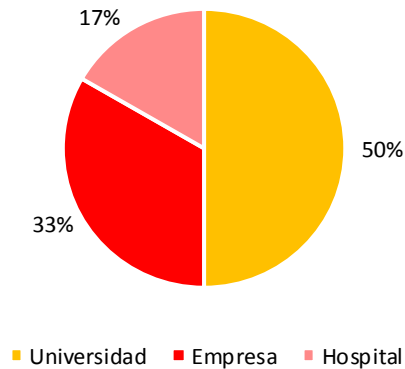


Figura 28 Distribución de centros de capacitación. CCAA: Principado de Asturias

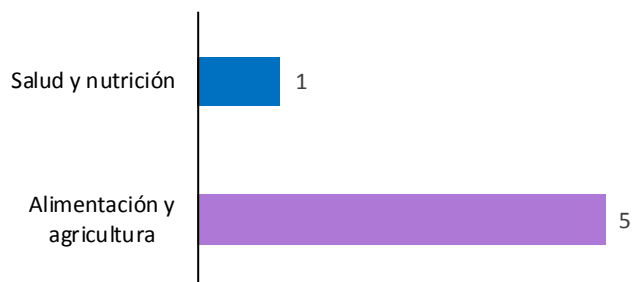


Figura 29 Número de becarios por áreas científico-técnicas solicitadas. CCAA: Principado de Asturias

Líneas científico-técnicas con mayor interés:

- Alimentación y agricultura: Inocuidad y calidad de alimentos (Contaminantes en los alimentos)
- Salud y nutrición: Radioesterilización de tejidos

7 CONCLUSIONES

El propósito de este documento ha sido mostrar, por un lado, el gran potencial que presenta España y sus Comunidades Autónomas en el sector nuclear a través de la generación y desarrollo de capacidades y actividades científico-técnicas; por el otro, la disposición que presentan sus instituciones (centros tecnológicos, organismos públicos, universidades, hospitales y empresas), en fomentar la transferencia de tecnología y conocimientos a través de la participación en programas de cooperación técnica de organismos internacionales como el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

Teniendo en cuenta las áreas temáticas en las que se desarrolla el programa de cooperación técnica del OIEA, se han podido identificar diferentes aspectos como la distribución de becarios según las áreas y líneas de científico-técnicas teniendo en cuenta la zona geográfica de procedencia de estos, la perspectiva de género o la tipología de los centros de capacitación españoles solicitados.

De esta manera, los resultados presentados indican que la cooperación técnica del OIEA en España, desarrollada durante los años 2014 al 2019, se realizó principalmente en las áreas de Seguridad nuclear tecnológica y física y de Salud y nutrición, ambas con un 27% de las solicitudes presentadas. Es necesario resaltar que, en el Área de Salud y nutrición, España es requerida sólo en temas relacionados con el Cáncer, Radiación y garantía de calidad o Diagnóstico. Durante el periodo analizado no se solicitaron visitas o entrenamientos relacionados con las líneas de Nutrición o Enfermedades infecciosas.

En el caso del área de la Seguridad nuclear, existen solicitudes en todas las líneas científico-técnicas consideradas en el programa, mayoritariamente en Gestión de desechos radiactivos y combustible gastado, a excepción de las líneas de Transporte y Factores humanos y organizativos.

La falta de becarios en muchas de las líneas que contienen las áreas científico-técnicas del programa debería de ser analizado sobre todo cuando España presenta instituciones con la capacidad científico-técnica que se requiere en este tipo de entrenamientos. Este es el caso de la línea de Factores humanos y organizativos, dentro del área de Seguridad nuclear, donde España presenta gran potencial y reconocimiento internacional como el Centro de Investigación Socio-técnica (CISOT), centro territorial del CIEMAT dedicado al estudio de las dimensiones humanas y sociales de la sostenibilidad, el riesgo y la seguridad, la energía y la tecnología y entre cuyas líneas de investigación se encuentran los Factores humanos y organizativos cuyo objetivo es analizar la actuación del equipo de operación en instalaciones de elevada fiabilidad como son las Centrales Nucleares.

Respecto a la zona geográfica de procedencia del becario, los países de América Latina son los que presentan un mayor número de solicitudes (49%) para trabajar principalmente en el área de Salud y nutrición y en líneas como el Cáncer (Braquiterapia y Radioterapia) o la Radiación y garantía de

calidad (Verificación de dosis). Con un 57% les siguen los becarios procedentes de Europa del Este, con una clara preferencia en temas relacionados con la Seguridad nuclear.

Respecto a la perspectiva de género, los hombres son los que más han participado en el programa de cooperación técnica del OIEA en España a excepción del área de la Salud y la nutrición, donde hay más becarias. Aunque desde el año 2007 el OIEA está tomando medidas para disminuir la brecha existente entre hombres y mujeres, la diferencia sigue siendo importante en áreas como la Seguridad nuclear tecnológica y física o la Ciencia nuclear.

Otro de los aspectos considerados en este informe es como se ha desarrollado la cooperación técnica del OIEA a nivel territorial. En este caso, las solicitudes no se han distribuido por igual en todas las CCAA recibiendo un mayor número de becarios la Comunidad de Madrid (41%) seguida por Cataluña y Andalucía con un 20% y un 15%, respectivamente. Estos resultados evidencian la desigual distribución en avances tecnológicos o equipamientos en el territorio nacional, aunque es importante considerar que estos datos dependen no sólo de la formación del becario sino de encontrar un supervisor/tutor que encaje con la capacitación requerida.

En el periodo considerado en este documento, La Rioja y las Islas Baleares no recibieron ningún becario. Es cierto que las solicitudes que recibe España dependen de muchos aspectos como las prioridades que se definan en el programa de cooperación técnica del OIEA, las necesidades que muestren los países en vías de desarrollo y que participan en el mismo o la disponibilidad y la facilidad de localizar a un supervisor/tutor que encaje con la capacitación solicitada; sin embargo, teniendo en cuenta los resultados presentados por R. Lacalle et al. [6], es importante resaltar que la Comunidad de La Rioja es la única Comunidad Autónoma que no ha recibido ninguna visita científica/beca en los últimos 13 años.

Sería interesante buscar formas de incentivar que las CCAA aumenten su presencia en estos programas de cooperación técnica, identificando, por ejemplo, sus capacidades científico-técnicas y presentándolas por los canales adecuados a organismos internacionales como el OIEA. Teniendo en cuenta esto, el catálogo de capacidades científico-técnicas presentado en el apartado 6 de este documento pretende resumir, a modo de ficha para cada una de las CCAA, las actividades de cooperación técnica realizada a nivel regional en España, presentando, entre otros datos, las instituciones regionales que más solicitudes han recibido. Estas fichas permiten conocer además de la tipología de los centros de capacitación, las áreas y líneas más solicitadas y, por ello, los ámbitos en los que son especialistas, es decir, su oferta tecnológica. Sin embargo, no todas las CCAA han podido ser analizadas debido al pequeño número de becarios recibidos, de ahí la necesidad de potenciar su participación en este tipo de actividades.

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Daniel López Glez. de Murillo. La Energía nuclear. Situación en España. CIEMAT. 2016.
- [2] Mohamed Elbaradei. 50 años del OIEA. Revista Vértices. Noviembre 2006; 1: 42-49
- [3] Foronuclear. Energía nuclear en el mundo [Internet]. [Consultado en mayo 2021]. Disponible en: <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/energia-nuclear-en-el-mundo/>
- [4] OIEA. Power Reactor Information System (PRIS) [Internet]. [Consultado en mayo 2021]. Disponible en: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>
- [5] OIEA. Apartado Temas [Internet]. [Consultado en mayo 2021]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es>
- [6] R. Lacalle Simarro, S. Díez Orrite y P. García Ibáñez. La Cooperación Técnica Española con el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA). Informes Técnicos CIEMAT 1462. Diciembre 2019. 19 p.

