

## **PLAN ESTRATEGICO DE PEPRI SOBRE LA I+D EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

Aprobado por la Asamblea General de PEPRI  
24 noviembre, 2016

## CONTENIDO

1. Antecedentes de la I+D de PR en España
2. Análisis del entorno
  - 2.1. Análisis DAFO: D: Debilidades; A: Amenazas; F: Fortalezas; O: Oportunidades
  - 2.2. Análisis CAME: C: Corregir; A: Afrontar; M: Mantener; E: Explotar
3. Mapa y Objetivos estratégicos
4. Plan Operativo
5. Indicadores y Cuadro de mando

### Anexos

- A.- Análisis de las necesidades de I+D en PR
- B.- Composición del Grupo de Trabajo ad-hoc elaborador del borrador del Plan Estratégico

## **1. ANTECEDENTES DE LA I+D DE PR EN ESPAÑA**

En España, existe una larga tradición en la investigación y desarrollo en el campo de la protección radiológica (PR), que se ha venido realizando tanto en centros básicamente dedicados a ese fin, como en grupos de investigadores de universidades y otros centros de investigación.

Actualmente existen varios programas en marcha que contemplan, de manera directa o indirecta la I+D en PR entre sus objetivos. Por orden de contribución de recursos económicos a la I+D en PR de las entidades españolas, los principales programas son:

- Programa Marco de I+D de EURATOM
- Plande I+D del CSN
- Plan Nacional de I+D
- Programa de I+D de UNESA
- Programa de I+D de ENRESA

La líneas de trabajo actuales de la investigación sobre PR están relacionadas con las líneas de interés, que, a nivel europeo, se encuentran reflejadas en las agendas estratégicas de las diferentes Plataformas de I+D europeas en PR como NERIS, MELODI, EURADOS, ENETRAP, ALLIANCE, etc.

El total de recursos dedicados en el periodo 2009-2014a la I+D en PR en España ha sido de 62,7 M€ (10,45 M€ anuales), con la siguiente distribución por Área temática:

| <b>AREA TEMATICA</b>                           | <b>Distrib. recursos</b> |
|--|--------------------------|
| Detección y medida de las radiaciones          | 20%                      |
| Radiobiología y epidemiología                  | 17%                      |
| PR del público y del medio ambiente            | 16%                      |
| PR en medicina                                 | 13%                      |
| PR en situaciones de exposición en emergencias | 9%                       |
| Radiaciones no ionizantes                      | 8%                       |
| PR en situaciones de exposiciones existente    | 8%                       |
| PR en situaciones de exposición planificada    | 5%                       |
| Educación, formación y aspectos sociales       | 3%                       |
| Gestión de residuos radiactivos                | 1%                       |

Los principales actores de la I+D en PR en España, tanto a nivel de investigadores como de promotores ordenados según los recursos dedicados, han sido los siguientes:

| <b>INVESTIGADORES</b>     |     |                            |    |
|---------------------------|-----|----------------------------|----|
| • CIEMAT                  | 30% | • Tecnatom                 | 1% |
| • CREAL                   | 14% | • IS CARLOS III            | 1% |
| • U Autónoma Barcelona    | 6%  | • S Gallego de Salud       | 1% |
| • U Complutense Madrid    | 5%  | • U Barcelona              | 1% |
| • U Cantabria             | 4%  | • IRYCIS                   | 1% |
| • U Sevilla               | 4%  | • GDES                     | 1% |
| • Sincrotron ALBA         | 3%  | • H 12 de Octubre          | 1% |
| • U Autónoma Madrid       | 3%  | • U País Vasco             | 1% |
| • C. Láseres Pulsados     | 3%  | • EPRI                     | 1% |
| • U Ex. LARUEX            | 3%  | • U Las Palmas de GC       | 1% |
| • UP Cataluña             | 2%  | • U Islas Baleares         | 1% |
| • URV                     | 2%  | • U P Valencia             | 1% |
| • U. Málaga               | 2%  | • Resto (15 entidades)     | 3% |
| • HU G. Marañón           | 1%  | •                          |    |
| <b>PROMOTORES</b>         |     |                            |    |
| • Programa Marco UE       | 23% | • Plan Nacional de I+D     | 9% |
| • Autofinanciación CIEMAT | 21% | • Otras entidades Privadas | 8% |
| • Autofinanciación resto  | 20% | • Industria y Energía      | 3% |
| • CSN                     | 16% | • Adminis. Aut. o locales  | 1% |

Destaca el alto nivel de autofinanciación en este campo, especialmente la aportación del CIEMAT con más del 20% de los recursos de I+D en PR.

A nivel de infraestructuras de I+D en PR destaca el CIEMAT, organismo público español de investigación, que dispone de nueve laboratorios que cubren las áreas temáticas de protección radiológica del medio ambiente y del público, dosimetría personal y ambiental, cálculo numérico en dosimetría y metrología de las radiaciones. Así mismo, un número importante de universidades, centros hospitalarios y algunas empresas también disponen de instalaciones y métodos de cálculo que les permiten desarrollar actividades de I+D. Como instalaciones singulares adicionales hay que destacar, entre otros, el Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla, el Sincrotrón ALBA y el Centro de Láseres Pulsados de Salamanca.

Respecto a los resultados de estas actividades de I+D, estos se han plasmado en más de 1.100 publicaciones reportadas por los diferentes investigadores, lo que corresponde a una media de más de 190 publicaciones anuales. Así mismo se han identificado 5 patentes correspondientes a diseños de materiales de blindaje y otros productos tales como programas de ordenador, cursos, etc. derivados de estas actividades.



## **2. ANÁLISIS DEL ENTORNO**

Sobre la base de lo expuesto en el apartado 1, se presenta el análisis de la I+D en PR en España y las relaciones con el entorno (instituciones nacionales y europeas, entidades privadas, etc.) mediante la aplicación de la matriz DAFO (D: Debilidades; A: Amenazas; F: Fortalezas; O: Oportunidades) y matriz CAME (C: Corregir; A: Afrontar; M: Mantener; E: Explotar).

### **2.1. Análisis DAFO**

#### **DEBILIDADES**

- La I+D en PR no es una temática reconocida en los actuales Planes Nacionales de I+D.
- La carencia de programas estructurales nacionales de financiación condiciona tanto la dimensión como la estabilidad de gran parte de los grupos de I+D en PR en España.
- No hay mecanismos establecidos de coordinación entre algunos de los grupos que trabajan en áreas temáticas similares. CIEMAT podría actuar como una institución aglutinante de estos grupos, que potencie la generación de masa crítica suficiente a nivel de país, para liderar proyectos internacionales, por ejemplo en la UE.
- Falta conexión entre desarrolladores de la tecnología y potenciales usuarios de la misma; Esto implica un bajo retorno de los resultados de la I+D de PR.
- Falta de identificación de los gestores/interlocutores de I+D en PR en el ámbito sanitario y falta de ayudas propias en el sector hospitalario dirigidas a fomentar la investigación e innovación.
- Faltan algunas infraestructuras nacionales comunes de I+D en PR en España.

#### **AMENAZAS**

- Escasa gestión del conocimiento de la I+D en PR.
- Desaparición progresiva de la PR en los programas de formación universitaria.
- Pérdida del potencial de I+D en los grupos de investigación.
- Disminución progresiva de la participación española en proyectos internacionales hasta niveles testimoniales.
- Potencial reducción importante de la financiación de la I+D en PR en los programas europeos.
- Ocupación del mercado de bienes y servicios por empresas/grupos extranjeros, lo que implica la reducción de la demanda de los desarrollos tecnológicos nacionales.

#### **FORTALEZAS**

- Actualmente los Grupos de I+D de PR españoles tienen capacidad de cubrir la mayoría de las áreas temáticas.

- España ha estado participando en todos los Programas Marco y tiene representación en todas las plataformas europeas.
- Buenos indicadores de I+D y capacidad formativa de excelencia.
- Capacidad de desarrollar trabajos de I+D con costes competitivos.
- La existencia de PEPRI y el respaldo de la SEPR apoya la proyección de la I+D en PR en el entorno internacional.
- Existen experiencias de aplicaciones, procedimientos y desarrollos normativos basados en los resultados de la I+D.

### **OPORTUNIDADES**

- El esquema adoptado en España para dar respuesta al EJP CONCERT del Programa HORIZONTE 2020 de la UE, puede consolidar un papel aglutinador del CIEMAT, establecer un papel de gestor responsable nacional de la SEIDI\_MINECO y potenciar la participación de grupos españoles en proyectos europeos.
- La figura de los Gestores o Gerentes de investigación en Centros hospitalarios y de I+D, puede servir de apoyo al desarrollo de la I+D en PR.
- Las redes sociales pueden utilizarse como medios de difusión y comunicación de la I+D en PR (Networking).
- La existencia de PEPRI da mayor visibilidad a la I+D en PR en España y apoyada por las instituciones, sirve como nexo entre los usuarios y desarrolladores de la tecnología.
- Posibilidad de participación en proyectos internacionales en otros ámbitos (EE.UU., Iberoamérica, etc.).

## **2.2. Análisis CAME**

### **CORREGIR**

- La I+D en PR no es una temática reconocida en los Planes Nacionales de I+D.
- No existen programas nacionales de financiación a medio y largo plazo que garanticen la estabilidad de los grupos universitarios de I+D en PR.
- Deficiente coordinación y comunicación entre grupos que trabajan en áreas afines y tecnólogos y usuarios de la tecnología.
- Faltan interlocutores y ayudas institucionales y privadas a la I+D en PR en el sector sanitario.
- No están identificadas las infraestructuras nacionales comunes de I+D en PR en España.
- No hay programas de gestión del conocimiento de la I+D en PR en los planes de las entidades afectadas.
- Decreciente participación española en los programas europeos.
- Limitado número de empresas tecnológicas fabricantes de productos de PR en España.

### **MANTENER**

- La diversidad de los Grupos de I+D de PR españoles y sus buenos indicadores.

- El nivel de participación actual en los programas europeos.
- Capacidad de desarrollar trabajos de I+D con costes competitivos.
- Participación en todas las plataformas europeas.

### **EXPLOTAR**

- La organización española para la gestión de la participación en CONCERT, con CIEMAT como *Program managery* la SEIDI\_MINECO como *Programowner*.
- La existencia de PEPRI como foro de intercambio entre entidades de I+D en PR, tecnólogos y usuarios.
- La participación en la I+D en PR en otros foros internacionales.

### **AFRONTAR**

- Hacer esfuerzos para incorporar la I+D en PR como temática propia en la futura revisión del Plan Nacional de I+D.
- Establecer mecanismos de coordinación y comunicación entre grupos que trabajan en áreas afines.
- Establecer mecanismos de comunicación entre grupos de I+D, tecnólogos y usuarios.
- Mejorar la gestión del conocimiento en la I+D en PR (cambio generacional).
- Establecer mecanismos para facilitar la presentación de propuestas a programas europeos.



### 3. MAPA Y OBJETIVOS ESTRATEGICOS

Sobre la base de lo expuesto en el apartado anterior, es posible definir unos objetivos estratégicos que recojan las acciones que se derivan de la matriz CAME. Estos objetivos se pueden agrupar en cuatro grandes líneas, que son las siguientes:

- |    |                                    |          |
|----|------------------------------------|----------|
| 1. | <b>ACTUACIONES INSTITUCIONALES</b> | <b>A</b> |
| 2. | <b>PROMOCIÓN DE LA I+D EN PR</b>   | <b>P</b> |
| 3. | <b>COMUNICACIÓN ENTRE GRUPOS</b>   | <b>C</b> |
| 4. | <b>GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>    | <b>G</b> |

En la figura siguiente (Fig. 3.1) se presenta de una forma esquemática los campos de actuación de las líneas definidas.



Figura .3.1. Campos de actuación de las líneas estratégicas...

Dentro de cada línea se pueden establecer los siguientes objetivos estratégicos.

### **3.1. ACTUACIONES INSTITUCIONALES**

#### **Objetivos Estratégicos**

- Promover que se incorpore la I+D en PR como una temática específica en los futuros Planes Nacionales de I+D.
- Promover programas nacionales de financiación a medio y largo plazo para poder garantizar la estabilidad de los grupos universitarios de I+D en PR.
- Fomentar la creación de interlocutores y ayudas institucionales y privadas a la I+D en PR en el sector sanitario.
- Identificar y promover la creación de infraestructuras nacionales comunes de I+D en PR en España.

### **3.2. PROMOCIÓN DE LA I+D EN PR**

#### **Objetivos Estratégicos**

- Potenciar la participación española en los programas europeos.
- Establecer mecanismos para facilitar la presentación de propuestas a programas europeos.
- Fomentar el desarrollo de empresas tecnológicas fabricantes de productos de PR en España.
- Explotar la participación en la I+D en PR en otros foros internacionales.

### **3.3. COMUNICACIÓN ENTRE GRUPOS**

#### **Objetivos Estratégicos**

- Establecer mecanismos de coordinación y comunicación entre grupos que trabajan en áreas afines.
- Establecer mecanismos de comunicación entre grupos de I+D, tecnólogos y usuarios.

### **3.4. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO**

#### **Objetivos Estratégicos**

- Mejorar y en su caso, incorporar la gestión del conocimiento de la I+D en PR a los planes de las entidades afectadas.
- Mantener la diversidad de los Grupos de I+D de PR españoles y sus buenos indicadores.



#### **4. PLAN OPERATIVO**

Sobre la base de lo expuesto en el apartado anterior es posible definir unas tareas concretas para alcanzar los objetivos estratégicos establecidos. Para cada uno de ellos, en las tablas 4.1 a 4.4 se presentan las tareas identificadas.

**TABLA 4.1.- TAREAS PARA LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS DEL AREA DE “ACTUACIONES INSTITUCIONALES”**

**OBJETIVO ESTRATEGICO 1.1.** Promover que se incorpore la I+D en PR como una temática específica en los futuros Planes Nacionales de I+D.

| Tarea |   | Responsable         | Producto esperado   |
|-------|---|---------------------|---|
| 1.1.1 | Identificación de organismos y entidades públicas y privadas (Ministerios, Fundaciones, Empresas, etc.,) susceptibles de estar interesadas en la I+D en PR. | CG PEPRI            | Listado de organismos y entidades privadas (Fundaciones, Empresas, etc.) susceptibles de estar interesadas en la I+D en PR. |
| 1.1.2 | Labor de presentación y promoción de la I+D en PR entre estas entidades como sector independiente.  | CG PEPRI            | Reuniones con responsables de los organismos y entidades privadas.  |
| 1.1.3 | Reconocimiento de PEPRI como representante de la I+D en PR.   | CG PEPRI+Secretaria | Establecimiento de interlocuciones fluidas con los organismos y entidades privadas.   |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 1.2.** Buscar o promover Programas nacionales de financiación a medio y largo plazo para poder garantizar la estabilidad de los grupos universitarios de I+D en PR.

| Tarea |  | Responsable                        | Producto esperado  |
|-------|--|------------------------------------|--|
| 1.2.1 | Preparación de un catálogo web de grupos universitarios: capacidades, recursos y líneas de I+D.                  | GT ad-hoc entidades universitarias | Catalogo web actualizado.  |
| 1.2.2 | Promoción de la creación de programas específicos estables de apoyo a la I+D en PR en los diferentes organismos. | CG PEPRI                           | Creación de oferta de programas de financiación de la I+D para grupos universitarios estables. |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 1.3.** Fomentar la creación de interlocutores y ayudas institucionales y privadas a la I+D en PR en el sector sanitario

| Tarea |  | Responsable                              | Producto esperado  |
|-------|--|--|--|
| 1.3.1 | Preparación de un catálogo web de grupos de I+D en la PR sanitaria: capacidades, recursos y líneas de I+D. | GT ad-hoc entidades I+D temas sanitarios | Catalogo web actualizado.  |
| 1.3.2 | Promoción de la creación de programas específicos estables en los diferentes organismos.                   | CG PEPRI                                 | Creación de oferta de programas de financiación de la I+D en la PR sanitaria estables. |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 1.4.** Identificar y promover la creación de infraestructuras nacionales comunes de I+D en PR en España.

| Tarea |  | Responsable | Producto esperado   |
|-------|--|-------------|---|
| 1.4.1 | Preparación de un catálogo web de infraestructuras de I+D en PR en España.   | G. ad-hoc   | Catalogo web actualizado.   |
| 1.4.2 | Identificación de carencias en infraestructuras de I+D en PR en España.      | G. ad-hoc   | Informe sobre las carencias identificadas.  |
| 1.4.3 | Evaluación de posible utilización de infraestructuras europeas equivalentes. | G. ad-hoc   | Informe sobre las infraestructuras europeas utilizables y su capacidad de cubrir las carencias identificadas. |
| 1.4.4 | Planteamiento de proyectos comunes para su creación.                         | CG PEPRI    | Proyectos de desarrollo de infraestructuras necesarias.   |

**TABLA 4.2.- TAREAS PARA LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS DEL AREA DE “PROMOCIÓN DE LA I+D EN PR”**

**OBJETIVO ESTRATEGICO 2.1.** Potenciar la participación española en los programas europeos.

| Tarea |  | Responsable         | Producto esperado   |
|-------|--|---------------------|---|
| 2.1.1 | Preparación de un catálogo web de grupos de I+D: capacidades, recursos y líneas de I+D.              | Secretaria + CIEMAT | Catalogo web actualizado.   |
| 2.1.2 | Recopilar la participación de grupos españoles en programas europeos de 2010-actual.                 | Secretaria + CIEMAT | Catalogo web actualizado.   |
| 2.1.3 | Informar sobre propuestas que se estén organizando en los grupos europeos.                           | Secretaria + CIEMAT | Noticias e informes sobre el asunto.  |
| 2.1.4 | Analizar la posibilidad de formar consorcios nacionales para la participación en programas europeos. | CG PEPRI            | Consortios españoles para la participación en programas europeos creados en el seno de PEPRI. |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 2.2.** Establecer mecanismos para facilitar la presentación de propuestas a programas europeos.

| Tarea |   | Responsable         | Producto esperado  |
|-------|---|---------------------|--|
| 2.2.1 | Identificar consultoras que ayuden a la preparación de propuestas a programas europeos. | Secretaria + CIEMAT | Catalogo web actualizado consultoras con enlaces.                        |
| 2.2.2 | Identificar interlocutores en CIEMAT y otros organismos relacionados con CONCERT.       | Secretaria + CIEMAT | Mapa de interlocutores CIEMAT y CONCERT con datos de contacto completos. |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 2.3.** Fomentar el desarrollo de empresas tecnológicas fabricantes de productos de PR en España.

| Tarea |   | Responsable | Producto esperado  |
|-------|---|-------------|--|
| 2.3.1 | Identificación de empresas fabricantes y comercializadoras de productos de PR en España (Catalogo web). | G. ad-hoc   | Catalogo web actualizado.  |
| 2.3.2 | Labor de presentación y promoción de las capacidades de I+D en PR en España entre estas entidades.      | CG PEPRI    | Reuniones con responsables de los organismos y entidades privadas. |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 2.4.** Explotar la participación en la I+D en PR en otros foros internacionales.

| Tarea |   | Responsable         | Producto esperado  |
|-------|---|---------------------|--|
| 2.4.1 | Identificación de entidades internacionales susceptibles de estar interesadas en la I+D en PR.                                | CG PEPRI            | Mapa de interlocutores entidades internacionales con datos de contacto completos.                      |
| 2.4.2 | Labor de presentación y promoción de la I+D en PR en España entre estas entidades.  | CG PEPRI            | Presentación de PEPRI en las reuniones planificadas con responsables de las entidades internacionales. |
| 2.4.3 | Establecimiento de canales de comunicación para identificar convocatorias, propuestas y otras oportunidades de participación. | CG PEPRI            | Establecimiento de interlocuciones fluidas con los organismos y entidades privadas.                    |
| 2.4.4 | Identificación y difusión de interlocutores en las entidades internacionales.   | Secretaria + CIEMAT | Catalogo web actualizado.  |

**TABLA 4.3.- TAREAS PARA LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS DEL AREA DE “COMUNICACIÓN ENTRE GRUPOS”**

**OBJETIVO ESTRATEGICO 3.1.** Establecer mecanismos de coordinación y comunicación entre grupos que trabajan en áreas afines.

| Tarea |  | Responsable | Producto esperado  |
|-------|--|-------------|--|
| 3.1.1 | Identificación de sinergias entre diferentes Grupos.                 | CG PEPRI    | Establecimiento de colaboraciones multilaterales entre Grupos. |
| 3.1.2 | Planteamiento de proyectos y actividades comunes para su desarrollo. | CG PEPRI    | Lanzamiento de proyectos comunes multigrupo.                   |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 3.2.** Establecer mecanismos de comunicación entre grupos de I+D, tecnólogos y usuarios.

| Tarea |  | Responsable | Producto esperado               |
|-------|--|-------------|---------------------------------|
| 3.2.1 | Identificación de otros tecnólogos y usuarios de la I+D en PR (Catalogo web).          | CG PEPRI    | Catalogo web actualizado.       |
| 3.2.2 | Creación de sistema web de identificación de necesidades tecnológicas (ref. Valencia). | Secretaria  | Aplicación web de comunicación. |



**TABLA 4.4.- TAREAS PARA LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS DEL AREA DE “GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO”**

**OBJETIVO ESTRATEGICO 4.1.** Mejorar y en su caso, incorporar la gestión del conocimiento de la I+D en PR a los planes de las entidades afectadas.

| Tarea |   | Responsable       | Producto esperado  |
|-------|---|-------------------|--|
| 4.1.1 | Recopilar las técnicas de gestión del conocimiento aplicables a la I+D en PR. | G. ad-hoc         | Informe sobre las técnicas de gestión del conocimiento existentes. |
| 4.1.2 | Difundir estas técnicas entre los miembros de PEPRI.                          | Secretaria        | Distribución del informe.  |
| 4.1.3 | Organizar actividades de formación.   | Secretaria + SEPR | Jornadas, cursos, seminarios, etc. sobre estas técnicas.           |

**OBJETIVO ESTRATEGICO 4.2.** Mantener la diversidad de los Grupos de I+D de PR españoles y sus buenos indicadores.

| Tarea |  | Responsable | Producto esperado                                      |
|-------|--|-------------|--|
| 3.2.1 | Recopilar de forma periódica evidencias de los resultados y productos de la I+D en PR en España. | Secretaria  | Actualizaciones del Informe de La I+D en PR en España. |
| 3.2.2 | Dar difusión a esta información.   | Secretaria  | Enviar a lista de distribución contactos PEPRI.        |



## **5. INDICADORES Y CUADRO DE MANDO**

Para cada una de las tareas se ha definido un indicador y un valor objetivo para los años 2016 a 2018. Estos se presentan en las tablas 5.1 a 5.4.

**TABLA 5.1.- INDICADORES Y VALORES OBJETIVO ASOCIADOS A LAS TAREAS DEL AREA DE “ACTUACIONES INSTITUCIONALES”**

| Tarea |  | Indicador  | 2017 | 2018       | 2019 |
|-------|--|--|------|------------|------|
| 1.1.1 | Identificación de organismos y entidades públicas y privadas (Ministerios, Fundaciones, Empresas, etc.) susceptibles de estar interesadas en la I+D en PR. | Nº organismos y entidades identificados                              | 10   | 5          | 0    |
| 1.1.2 | Labor de presentación y promoción de la I+D en PR entre estas entidades como sector independiente.   | Nº reuniones celebradas/año  |      | 10         | 5    |
| 1.1.3 | Reconocimiento de PEPRI como representante de la I+D en PR.  | Nº comunicaciones realizadas/año                                     |      | 30         | 40   |
| 1.2.1 | Preparación de un catálogo web de grupos universitarios: capacidades, recursos y líneas de I+D.  | Nº Grupos con información completa y actualizada en la web           | 30   | 30         |      |
| 1.2.2 | Promoción de la creación de programas específicos estables de apoyo a la I+D en PR en los diferentes organismos.   | Nº de programas creados  |      |            | 3    |
| 1.3.1 | Preparación de un catálogo web de grupos de I+D en la PR sanitaria: capacidades, recursos y líneas de I+D.   | Nº Grupos con información completa y actualizada en la web           | 12   | 30         |      |
| 1.3.2 | Promoción de la creación de programas específicos estables en los diferentes organismos.   | Nº de programas creados  |      |            | 3    |
| 1.4.1 | Preparación de un catálogo web de infraestructuras de I+D en PR en España.   | Nº infraestructuras con información completa y actualizada en la web | 15   | 10         |      |
| 1.4.2 | Identificación de carencias en infraestructuras de I+D en PR en España.  | Emisión del informe a fecha  |      | 30/06/2018 |      |
| 1.4.3 | Evaluación de posible utilización de infraestructuras europeas equivalentes.   | Emisión del informe a fecha  |      | 30/10/2018 |      |
| 1.4.4 | Planteamiento de proyectos comunes para su creación.   | Nº de proyectos/Total carencias finales                              |      | 1          | 5    |

**TABLA 5.2.- INDICADORES Y VALORES OBJETIVO ASOCIADOS A LAS TAREAS DEL AREA DE  
“PROMOCIÓN DE LA I+D EN PR”**

| Tarea |   | Indicador  | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------|---|--|------|------|------|
| 2.1.1 | Preparación de un catálogo web de grupos de I+D: capacidades, recursos y líneas de I+D.                                       | Nº Grupos con información completa y actualizada en la web         |      | 70   | 20   |
| 2.1.2 | Recopilar la participación de grupos españoles en programas europeos desde 2010-actual.                                       | Nº proyectos con información completa y actualizada en la web      |      | 25   | 30   |
| 2.1.3 | Informar sobre propuestas que se estén organizando en los grupos europeos.  | Nº de comunicaciones/año   |      | 10   | 10   |
| 2.1.4 | Analizar la posibilidad de formar consorcios nacionales para la participación en programas europeos.                          | Nº de consorcios/convocatoria                                      |      | 2    | 5    |
| 2.2.1 | Identificar consultoras que ayuden a la preparación de propuestas a programas europeos.                                       | Nº consultoras activas en el catalogo                              |      | 4    |      |
| 2.2.2 | Identificar interlocutores en CIEMAT y otros organismos relacionados con CONCERT.   | Nº interlocutores incorporados completos al mapa                   |      | 10   | 15   |
| 2.3.1 | Identificación de empresas fabricantes y comercializadoras de productos de PR en España (Catalogo web).                       | Nº empresas con información completa y actualizada en la web       |      | 10   |      |
| 2.3.2 | Labor de presentación y promoción de las capacidades de I+D en PR en España entre estas entidades.                            | Nº reuniones celebradas/año  |      | 10   | 5    |
| 2.4.1 | Identificación de entidades internacionales susceptibles de estar interesadas en la I+D en PR.                                | Nº interlocutores incorporados completos al mapa                   |      | 5    |      |
| 2.4.2 | Labor de presentación y promoción de la I+D en PR en España entre estas entidades.  | Nº presentaciones realizadas/año                                   |      |      | 10   |
| 2.4.3 | Establecimiento de canales de comunicación para identificar convocatorias, propuestas y otras oportunidades de participación. | Nº comunicaciones realizadas/año                                   |      |      | 20   |
| 2.4.4 | Identificación y difusión de interlocutores en las entidades internacionales.   | Nº interlocutores con información completa y actualizada en la web |      |      | 15   |

**TABLA 5.3.- INDICADORES Y VALORES OBJETIVO ASOCIADOS A LAS TAREAS DEL AREA DE “COMUNICACIÓN ENTRE GRUPOS”**

| Tarea |  | Indicador  | 2017 | 2018       | 2019 |
|-------|--|--|------|------------|------|
| 3.1.1 | Identificación de sinergias entre diferentes Grupos.                                   | Nº de colaboraciones ámbito PEPRI/año                              |      | 3          |      |
| 3.1.2 | Planteamiento de proyectos y actividades comunes para su desarrollo.                   | Nº de proyectos ámbito PEPRI/año                                   |      |            | 5    |
| 3.2.1 | Identificación de otros tecnólogos y usuarios de la I+D en PR (Catalogo web).          | Nº interlocutores con información completa y actualizada en la web |      | 30         |      |
| 3.2.2 | Creación de sistema web de identificación de necesidades tecnológicas (ref. Valencia). | Creación de la herramienta a fecha                                 |      | 30/09/2018 |      |

**TABLA 5.4.- INDICADORES Y VALORES OBJETIVO ASOCIADOS A LAS TAREAS DEL AREA DE “GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO”**

| Tarea |  | Indicador                   | 2017 | 2018       | 2019 |
|-------|--|-----------------------------|------|------------|------|
| 4.1.1 | Recopilar las técnicas de gestión del conocimiento aplicables a la I+D en PR.                    | Emisión del informe a fecha |      | 31/03/2018 |      |
| 4.1.2 | Difundir estas técnicas entre los miembros de PEPRI.   | Distribución a fecha        |      | 31/06/2018 |      |
| 4.1.3 | Organizar cursos de formación.   | Nº de actuaciones/año       |      | 1          | 1    |
| 4.2.1 | Recopilar de forma periódica evidencias de los resultados y productos de la I+D en PR en España. | Revisión cada 3 años        |      |            | 1    |
| 4.2.2 | Dar difusión a esta información.   | Nº informes distribuidos    |      |            | 75   |

## **ANEXO A.- ANALISIS DE LAS NECESIDADES DE I+D EN PR**

### **AREA 1.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA**

Las líneas de esta área temática en general tienen un grado de desarrollo relativamente alto en cuanto a los niveles actuales de conocimiento de los procesos sobre el tema, medio en cuanto a la capacidad de modelización, existencia de datos experimentales y sobre todo en relación a la innovación en desarrollos industriales y comerciales de uso. El nivel actual de desarrollo en España es satisfactorio, con algunas carencias relacionadas con la falta de capacidad industrial en este campo en nuestro país. Solo 2 de las 12 líneas existentes tienen líneas equivalentes en los programas europeos.

A nivel de subárea temática, la de **Gestión del riesgo radiológico de los trabajadores** presenta carencias en la monitorización de la exposición a emisores alfa, beta y sobre todo neutrones y en la vigilancia de dosimetría de extremidades, donde la capacidad de modelización, existencia de datos experimentales y desarrollos industriales y comerciales es media. Otra carencia específica es sistemas para la realización automática de mapas de radiación en zonas de trabajo, en especial en el Sector sanitario. La aplicación de los desarrollos existentes en el Sector nuclear podría ser de interés para el mismo. Respecto a las líneas europeas solo coinciden en el tema del desarrollo de la dosimetría de las extremidades.

La subárea sobre **Sistemas de control y protección radiológica** también presenta carencias en la capacidad de modelización, existencia de datos experimentales y desarrollos industriales y comerciales, en especial la monitorización de dosis al cristalino, que también es una de las líneas identificadas como coincidentes con las europeas. También habría que investigar sobre la identificación de escenarios que puedan verse afectados por los nuevos límites de dosis a los trabajadores, en especial en algunos sectores específicos. Existen algunos proyectos europeos específicos en curso sobre estos temas.

Las necesidades de I+D del subárea **Optimización de la protección radiológica en nuevas prácticas con radiaciones**, se considera que está englobada en las Subáreas anteriores.

**TABLA A.1.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA 1: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADA**

| Subárea/Línea   | Necesidades  |
|---|--|
| <b>1. Gestión del riesgo radiológico de trabajadores expuestos y para la aplicación del criterio ALARA</b>    |  |
| a. Gestión de trabajos  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| b. Control radiológico a distancia  | ✓ Precisa innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación   |
| c. Mapas de radiación en zonas de trabajo   | ✓ Precisa innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación, especialmente en el Sector sanitario   |
| d. Robotización de tareas   | ✓ Precisa innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación. Existen varios proyectos en curso sobre este tema  |
| e. Monitorización de la exposición a emisores alfa, beta y de la exposición a neutrones                       | ✓ Precisa desarrollos en modelización, datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación, especialmente en el campo de los neutrones.      |
| f. Vigilancia de la dosimetría de extremidades  | ✓ Precisa desarrollos en modelización, datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación. Esta es una de las líneas de I+D de HORIZON 2020 |
| g. Desarrollo de procedimientos y sistemas de protección para reducir la exposición                           | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| <b>2. Sistemas de control y protección radiológica</b>  |  |
| h. Identificación de escenarios que puedan verse afectados por los nuevos límites de dosis a los trabajadores | ✓ Precisa estudios para la identificación de potenciales trabajadores afectados, en especial en algunos sectores específicos.  |
| i. Monitorización de dosis en cristalino  | ✓ Precisa desarrollos en modelización, datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación. Esta es una de las líneas de I+D de HORIZON 2020 |



## AREA 2.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTE

Las líneas de esta área temática tienen un grado de desarrollo relativamente alto en España en cuanto a los niveles actuales de conocimiento de los procesos sobre el tema, capacidad de modelización, existencia de datos experimentales y disponibilidad de desarrollos industriales y comerciales.

A nivel de Subáreas temáticas, el **Métodos y técnicas de caracterización radiológica** es el área con menos desarrollo. Las capacidades de modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales son medias. Existen proyectos nacionales y europeos en marcha en este campo.

La Subárea de **Técnicas y metodologías para la gestión de la exposición existente** se encuentra bastante desarrollada y no tiene líneas claras concordantes en los programas europeos.

La Subárea de **Sistemas y técnicas de reducción del impacto radiológico** se encuentra bastante desarrollada existiendo normativo ISO y ANSI al respecto. No obstante, en la línea de mitigación, remediación y acciones de intervención de incidentes o accidentes, se identifican carencias en la disponibilidad de datos experimentales y desarrollo industriales. Las líneas de esta subárea tienen bastante concordancia con las líneas europeas y existen proyectos nacionales y europeos en marcha en este campo.

Finalmente, la Subárea de **Métodos de evaluación del impacto radiológico** se encuentra con un buen nivel de desarrollo salvo la línea relacionada con el conocimiento de las actividades de recuperación de Fukushima, sobre la que no se está trabajando ni se dispone de información técnica a nivel de datos. En general hay concordancia con líneas equivalentes en los programas europeos.

**TABLA A.2.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA2: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTE**

| Subárea/Línea  | Necesidades   |
|--|---|
| <b>1. Métodos y técnicas de caracterización radiológica</b>  | ✓ Aumento de capacidades de modelización, disponibilidad de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación |
| <b>2. Técnicas y metodologías para la gestión de la exposición existente</b>                                   |   |
| a. Desarrollo de criterios radiológicos de restauración y liberación en entornos urbanos, agrícola y naturales | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| b. Desarrollo de mapas de situación a diversas escalas   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| c. Tratamiento y acondicionamiento de materiales   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| <b>3. Sistemas y técnicas de reducción del impacto radiológico.</b>  |   |
| d. Radón <sup>2</sup>  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| e. Industrias NORM   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| f. Restauración de emplazamientos afectados por prácticas del pasado con radiaciones ionizantes                | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| g. Mitigación/Remediación/Acciones de intervención resultantes de incidentes o accidentes                      | ✓ Innovación en disponibilidad de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación                           |
| <b>4. Métodos de evaluación del impacto radiológico</b>  |   |
| h. Situaciones y actividades con radionúclidos de origen natural   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| i. Situaciones originadas por otras prácticas y actividades (dosis en vuelos, etc.)                            | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| j. Fase de recuperación post-Fukushima   | ✓ No se está trabajando ni se dispone de información técnica a nivel de datos   |

### **AREA 3.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN DE EMERGENCIA Y DE SEGURIDAD FÍSICA DE FUENTES RADIATIVAS**

Las líneas de esta Área temática presentan en España carencias que exigiría un esfuerzo para conseguir un mayor desarrollo.

A nivel de Subáreas temáticas, la de **Sistemas de ayuda a la toma de decisiones** es la que presenta más capacidades, si bien en la Línea de Modelos de cálculo hay que mejorar las capacidades de modelización y de disponibilidad de datos experimentales para su contraste.

En la Subárea de **Caracterización radiológica de la fase post-accidente** se identifican carencias en todas sus líneas, con desarrollo bajo a todos los niveles.

En la Subárea de **Gestión de la fase post-accidente: Desarrollo y mejora de técnicas y métodos de limpieza y restauración** así mismo se identifican carencias significativas en todas sus líneas, con desarrollo bajo a todos los niveles.

En estas 3 Subáreas, en cada una de ellas, hay un proyecto nacional y dos proyectos europeos, entre ellos el proyecto PREPARE, y están los trabajos de la Plataforma europea NERIS. En ambos participan entidades españolas.

La Subárea de **Mejora de los planes de emergencia nuclear** también se identifica carencias significativas, si bien se está trabajando en la línea de Sistemas para la mitigación de los daños a las centrales, a través de los proyectos de refuerzo de la Seguridad derivados de las pruebas de Resistencia de la UE.

Finalmente la Subárea de **Situaciones de exposición en eventos que afecten la seguridad física** hay carencias en las líneas de Detección de actividades no declaradas y Técnicas y análisis forenses aplicables a escenarios de crímenes radiológicos. Sobre este tema hay un proyecto nacional reciente en marcha.

**TABLA A.3.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA3: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN DE EMERGENCIA Y DE SEGURIDAD FÍSICA DE FUENTES RADIATIVAS**

| Subárea/Línea   | Necesidades   |
|---|---|
| <b>1. Sistemas de ayuda a la toma de decisiones</b>   |   |
| a. Sistemas expertos de ayuda. Redes de alerta temprana   | ✓ Nivel de desarrollo medio. Abierto a mejoras  |
| b. Modelos de cálculo (término fuente; dispersión; deposición y transferencia)  | ✓ Nivel de desarrollo medio. Precisa desarrollos en modelización y disponibilidad de datos experimentales   |
| <b>2. Caracterización radiológica de la fase post-accidente</b>   |   |
| c. Sistemas de vigilancia en situaciones de emergencia para medidas <i>in situ</i> y remotas  | ✓ Nivel de desarrollo medio. Precisa desarrollos en modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales                     |
| d. Seguimiento individual de la población   | ✓ Nivel de desarrollo bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales       |
| e. Caracterización y gestión de alimentos y bienes de consumo contaminados  | ✓ Nivel de desarrollo medio-bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales |
| <b>3. Gestión de la fase post-accidente: Desarrollo y mejora de técnicas y métodos de limpieza y restauración</b>   |   |
| f. Usos especiales de técnicas y métodos existentes   | ✓ Nivel de desarrollo medio. Precisa desarrollos en disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales                                   |
| g. Nuevas técnicas y métodos para áreas urbanas y para entornos de uso agrícolas o naturales  | ✓ Nivel de desarrollo bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales       |
| h. Criterios destinados a la implementación del principio ALARA   | ✓ Nivel de desarrollo bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales       |
| i. Adaptación a España de los Manuales de gestión desarrollados en proyectos europeos (EURANOS)   | ✓ Nivel de desarrollo bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales       |
| <b>4. Mejora de los planes de emergencia nuclear</b>  |   |
| j. Metodología y herramientas para la mejora de la eficacia y optimización de las medidas de protección (lecciones aprendidas) para su implantación individualizada y adaptada a las condiciones reales de los emplazamientos | ✓ Nivel de desarrollo bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales       |



**PEPRI**  
 PLATAFORMA NACIONAL I+D  
 EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

| Subárea/Línea   | Necesidades   |
|---|---|
| k. Sistemas para la mitigación de los daños a las centrales en caso de accidente <sup>2</sup>                                       | ✓ Nivel de desarrollo medio. Precisa desarrollos en disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales                                   |
| <b>5. Situaciones de exposición en eventos que afecten la seguridad física</b>  |   |
| l. Detección de materiales nucleares y radiactivos en fronteras, actos públicos de relevancia y en grandes concentraciones de masas | ✓ Nivel de desarrollo medio. Abierto a mejoras  |
| m. Detección de actividades no declaradas   | ✓ Nivel de desarrollo medio-bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales |
| n. Técnicas de imagen en exposiciones no médicas  | ✓ Nivel de desarrollo medio-alto. Abierto a mejoras   |
| o. Técnicas y análisis forenses aplicables a escenarios de crímenes radiológicos  | ✓ Nivel de desarrollo bajo. Precisa desarrollos en conocimientos, modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollos industriales       |

## AREA 4.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PÚBLICO Y DEL MEDIO AMBIENTE

Las líneas de esta Área temática tienen un grado de desarrollo relativamente alto en España en cuanto a los niveles actuales de conocimiento de los procesos sobre el tema, capacidad de modelización, existencia de datos experimentales y disponibilidad de desarrollos industriales y comerciales.

A nivel de Subáreas temáticas, la de **Radiactividad ambiental** no presenta carencias y los desarrollos realizados están teniendo interés a nivel del OIEA, sobre todo en la aplicación de métodos rápidos de discriminación.

La Subárea de **Radioecología** también se encuentra bastante desarrollada, si bien a un nivel inferior que la anterior. Se tiene bastantes conocimientos para radioisótopos del *fallout* y suelos típicos, pero hay que trabajar en el comportamiento de otros radioisótopos y tipos de suelos que tienen interés. En este tema está la Plataforma ALLIANCE y existen dos proyectos nacionales y uno europeos en marcha en este campo.

Finalmente, la Subárea de **Impacto radiológica ambiental** se encuentra medianamente desarrollada, identificándose carencias en la línea de Evaluación de dosis y efectos sobre organismos representativos de la biota, en la que hay carencias a nivel de conocimientos, modelos, datos y desarrollos industriales. En esta Subárea también existen dos proyectos nacionales y uno europeos en marcha en este campo.

**TABLA A.4.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA4: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PÚBLICO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

| Subárea/Línea   | Necesidades   |
|---|---|
| <b>1. Radiactividad ambiental</b>   |   |
| a. Metodologías para la determinación del contenido de radionúclidos en los componentes del ecosistema (Métodos más rápidos, precisos, sensibles, específicos, en matrices complejas, adaptación de técnicas, medidas <i>in situ</i> , nueva instrumentación, etc.) | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| b. Tratamiento e interpretación de resultados   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| c. Tecnologías para la separación de radionúclidos en agua y productos de consumo   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| <b>2. Radioecología</b>   |   |
| d. Procesos y mecanismos de transferencia de radionúclidos en el medio ambiente. Dinámica de los procesos   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| e. Determinación de parámetros implicados en la cuantificación de la transferencia  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| f. Caracterización físico-química y especiación de radionúclidos  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| g. Modelos de predicción del comportamiento de los radionúclidos en el medio y de su variación espacio-temporal. Identificación y cuantificación de vías de exposición a la radiación   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| h. Utilización de radionúclidos naturales y artificiales como trazadores o marcadores de diversos procesos ambientales naturales.   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| <b>3. Impacto radiológico ambiental</b>   |   |
| i. Modelos y metodologías para la evaluación de las dosis / riesgos al público derivadas de la presencia de radionúclidos en el medio ambiente.   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| j. Evaluación de dosis y efectos sobre organismos representativos de la biota   | ✓ Se identifican carencias a nivel de conocimientos, modelos, datos y desarrollos industriales. |



## ÁREA 5.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Las líneas de esta Área temática en España tienen un grado de desarrollo relativamente alto en cuanto a los niveles actuales de conocimiento de los procesos sobre el tema, capacidad de modelización y existencia de datos experimentales, pero la innovación en desarrollos industriales y comerciales de uso presenta carencias. En bastantes líneas hay concordancia con líneas equivalentes en los programas europeos.

A nivel de Subáreas temáticas, la **Minimización de residuos** está suficientemente desarrollada a nivel de conocimientos sobre descontaminación, optimización y desclasificación, pero se detectan carencias de desarrollos industriales/comerciales de aplicación. Se han desarrollado/desarrollan aplicaciones o soluciones en función de las necesidades específicas encontradas. El nivel actual de desarrollo en España es alto y no hay líneas equivalentes en la UE.

La Subárea de **Caracterización de residuos** presenta una situación variada. En la línea de **Caracterización radiológica de residuos de alta actividad**, existen conocimientos y capacidades de simulación, pero faltan datos experimentales para su validación. En la línea de **Caracterización radiológica de residuos singulares**, se han desarrollado equipos ad-hoc para la caracterización radiológica automática de grandes unidades (superficies y volúmenes) y de componentes (ej. generadores de vapor, etc.), aunque se sigue trabajando en otros desarrollos.

La Subárea de **Almacenamiento de residuos** en relación con los **Modelos de comportamiento a largo plazo de radionúclidos**, en las diferentes matrices de bultos de residuos radiactivos, presenta un nivel actual de desarrollo equiparable a los países del entorno de España, que cuentan con soluciones de almacenamiento parecidas. Lo mismo aplica al desarrollo actual en España de las **Metodologías para la evaluación del impacto radiológico a medio y largo plazo de los emplazamientos de almacenamiento de residuos radiactivos**. Esta última línea tiene bastante concordancia con las líneas de I+D de la UE.



**TABLA A.5.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA 5: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS**

| Subárea/Línea  | Necesidades   |
|--|---|
| <b>1. Minimización de residuos</b>   |   |
| a. Técnicas de descontaminación  | ✓ Innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación  |
| b. Técnicas de optimización de volumen   | ✓ Innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación  |
| c. Desclasificación de residuos  | ✓ Innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación  |
| <b>2. Caracterización de residuos</b>  |   |
| d. Técnicas y equipos de medida  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras   |
| e. Caracterización radiológica de residuos singulares (grandes componentes, paramentos, superficies y terrenos)      | ✓ Innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación  |
| f. Caracterización radiológica de residuos de alta actividad   | ✓ Aumento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.   |
| <b>3. Almacenamiento de residuos radiactivos</b>   |   |
| g. Modelos de comportamiento de los radionúclidos a largo plazo  | ✓ Mejora de los conocimientos y de los modelos, incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.                        |
| h. Metodologías para la evaluación del impacto radiológico a medio y largo plazo de los almacenamientos <sup>2</sup> | ✓ Mejora de los modelos, aumento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación. Esta es una de las líneas de I+D de HORIZON 2020 |

## ÁREA 7.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA

Las líneas de esta Área temática en España tienen un grado de desarrollo medio en cuanto a los niveles actuales de conocimiento, y existencia de datos experimentales. La capacidad de modelización para esta área es baja. El nivel de desarrollo en España de casi todas las líneas es bajo. La innovación en desarrollos industriales y comerciales de uso en esta área presenta carencias, las líneas en las que se podría dar desarrollos industriales sería la de sustancias radioprotectoras de uso tópico, biomarcadores de radiosensibilidad, modelos observacionales para evaluación de la calidad de imagen en diagnóstico molecular, análisis de riesgos en radioterapia y uso de matrices de riesgo y optimización de aspectos dosimétricos en tratamientos metabólicos. Todas las líneas tienen una alta necesidad de mantenimiento e implantación.

En algunas líneas hay concordancia con líneas equivalentes en los programas europeos.

A nivel de Subáreas temáticas, en **Radiodiagnóstico y procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia**, está suficientemente desarrollada a nivel de conocimientos en sistemas de registro de dosis a pacientes (Directiva 2013/59/Euratom) y calidad de imagen diagnóstica, modelos observacionales y desarrollo de nuevas técnicas de obtención de imagen y poco desarrollada en sustancias radioprotectoras de uso tópico y estimación del riesgo en radiología intervencionista, tomografía computarizada, tomosíntesis de mama y programas de cribado. El nivel actual de desarrollo en España es bajo para todas las líneas de esta Subárea y consideramos que la necesidad de mantenimiento o implantación es alta para todas las líneas.

La Subárea de **Medicina Nuclear**, con la línea de investigación modelos observacionales para evaluación de la calidad de imagen en diagnóstico molecular tiene un nivel de conocimiento y capacidad de modelización medio. A nivel de existencia de datos experimentales y validación es baja, en cambio es alta la necesidad de mantenimiento. La concordancia con las líneas UE es baja.

La Subárea de **Terapia**, la línea simulaciones Montecarlo al impacto dosimétrico de técnicas modernas de radioterapia, está suficientemente desarrollada en todos los aspectos analizados, a excepción del nivel de desarrollo en España que creemos que es medio. Las líneas de investigación de análisis de riesgos en radioterapia, uso de matrices de riesgo y radiosensibilidad, desarrollo de sustancias radioprotectoras y optimización de aspectos dosimétricos en tratamientos metabólicos es bajo tanto a nivel de conocimientos, como de existencia de datos experimentales y nivel de desarrollo en España. Consideramos ambas líneas con necesidad de mantenimiento e implantación altos.

La línea de investigación modelos de asignación de dosis equivalente en órganos, para la estimación del riesgo de segundo cáncer, asociado al tratamiento, implementación en sistemas de planificación como herramienta de evaluación, para la selección de la mejor



estrategia de tratamiento, consideramos que debería reformularse esta línea o incluirse en otra línea.

**TABLA A.7.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA7: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA**

| Subárea/Línea   | Necesidades  |
|---|--|
| <b>1. Diagnóstico por imagen</b>  |  |
| • <b>Radiodiagnóstico y procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia</b>   |  |
| a. Sistemas de registro de dosis a pacientes (Directiva 2013/59/Euratom)  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| b. Sustancias radioprotectoras de uso tópico para pacientes y trabajadores  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| c. Estimación del riesgo en: radiología intervencionista, tomografía computarizada, tomosíntesis de mama y programas de cribado   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| d. Calidad de imagen diagnóstica. Modelos observacionales y desarrollo de nuevas técnicas de obtención de imagen  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| • <b>Medicina Nuclear</b>   |  |
| e. Modelos observacionales para evaluación de la calidad de imagen en diagnóstico molecular   | ✓ Incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación. |
| <b>2. Terapia</b>   |  |
| f. Simulaciones Montecarlo al impacto dosimétrico de técnicas modernas de radioterapia  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| g. Análisis de riesgos en radioterapia. Uso de matrices de riesgo   | ✓ Mejora de los conocimientos y de los modelos   |
| h. Radiosensibilidad y desarrollo de sustancias radioprotectoras  | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras  |
| i. Modelos de asignación de dosis equivalente en órganos, para la estimación del riesgo de segundo cáncer, asociado al tratamiento. Implementación en sistemas de planificación como herramienta de evaluación, para la selección de la mejor estrategia de tratamiento | ✓ Sin valorar  |
| j. Optimización de aspectos dosimétricos en tratamientos metabólicos  | ✓ Mejora de los modelos e incremento de datos experimentales   |



PEPRI  
PLATAFORMA NACIONAL I+D  
EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

## **ÁREA 8.- RADIOBIOLOGÍA Y EPIDEMIOLOGÍA Efectos de las radiaciones, Epidemiología, Radiobiología clínica**

Las líneas de esta Área temática en España tienen un grado de desarrollo medio en cuanto a los niveles actuales de conocimiento, y existencia de datos experimentales. La capacidad de modelización para esta área es baja, y se circunscribe a los estudios sobre la interacción de las radiaciones ionizantes con biomoléculas y orgánulos celulares y a la epidemiología. En esta área es difícil plantearse la modelización de los procesos biológicos a estudio. La innovación en desarrollos industriales y comerciales de uso en esta área presenta carencias, las líneas en las que se podría dar desarrollos industriales sería la de biomarcadores de exposición, biomarcadores de radiosensibilidad, y radioprotectores y mitigadores. En bastantes líneas hay concordancia con líneas equivalentes en los programas europeos.

A nivel de Subáreas temáticas, la de **Estudios sobre la interacción de las radiaciones ionizantes con la materia viva** no está suficientemente desarrollada a nivel de conocimientos sobre interacción, inducción de daño e identificación de biomarcadores de exposición y poco desarrollada en los efectos distintos de cáncer asociados a las radiaciones. Se detectan carencias de desarrollos industriales/comerciales de aplicación. El nivel actual de desarrollo en España es medio y hay bastantes líneas equivalentes en la UE.

La Subárea efectos de **Exposiciones a bajas dosis de radiaciones ionizantes**. Tanto el nivel de conocimiento como de desarrollo en España son bajos. A nivel de existencia de datos experimentales y validación es medio y alto en necesidad de mantenimiento y concordancia con las líneas UE.

La Subárea **Radiobiología clínica**. El nivel actual de conocimiento, como existencia de datos experimentales y de desarrollo industrial es medio y bajo. En cambio es alto para necesidad de mantenimiento y de concordancia con las líneas UE.

La Subárea **Epidemiología de las radiaciones ionizantes**. Capacidad de modelización baja. Necesidad de mantenimiento e implantación medio. En relación a la relación dosis respuesta en cohortes expuestas es alto para nivel de conocimiento y líneas en UE y medio en existencia de datos y nivel de desarrollo en España. En relación a los estudios de incorporación de radionúclidos, es bajo tanto nivel de conocimiento, como existencia de datos experimentales y nivel de desarrollo en España, en cambio es medio para la concordancia con líneas de UE.

**TABLA A.8.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA8: RADIOBIOLOGÍA Y EPIDEMIOLOGÍA**

| Subárea/Línea  | Necesidades  |
|--|--|
| <b>1. Estudios sobre la interacción de las radiaciones ionizantes con la materia viva</b>  |  |
| a. Interacción de las radiaciones ionizantes con biomoléculas y orgánulos celulares.   | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras                      |
| b. Inducción de daño en el ADN y respuesta celular. Integridad genómica.   | ✓ Incremento de datos experimentales                               |
| c. Identificación y validación de biomarcadores de exposición a las radiaciones ionizantes   | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| d. Efectos distintos al cáncer asociados a las radiaciones ionizantes  | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| <b>2. Efectos de exposiciones a bajas dosis de radiaciones ionizantes.</b>   |  |
| e. Efectos biológicos de las bajas dosis de exposición en el ámbito médico   | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| f. Carcinogénesis radio-inducida   | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| g. Efecto a largo término de exposiciones crónicas a bajas dosis   | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| <b>3. Radiobiología clínica.</b>   |  |
| h. Biomarcadores de sensibilidad y toxicidad en pacientes de radiodiagnóstico y radioterapia   | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| i. Radioprotectores y mitigadores del efecto de las radiaciones ionizantes en tejido sano, y radiosensibilizadores de tejido tumoral | ✓ Nivel de desarrollo alto. Abierto a mejoras                      |
| j. Efecto biológico de diferentes tipos de radiaciones utilizados en el ámbito clínico   | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| <b>4. Epidemiología de las radiaciones ionizantes.</b>   |  |
| k. Relación dosis-respuesta en cohortes expuestas  | ✓ Incremento de datos experimentales                               |
| l. Estudios epidemiológicos en individuos expuestos debido a la incorporación de radionucleidos                                      | ✓ Mejora de los conocimientos e incremento de datos experimentales |
| m. Estimación del riesgo de patologías oncológicas y no oncológicas para exposiciones a radiaciones ionizantes de distinta calidad   | ✓ Incremento de datos experimentales                               |



## ÁREA 9.- DETECCIÓN Y MEDIDA DE LAS RADIACIONES

Las líneas de este Área temática en España tienen un grado de desarrollo relativamente alto en cuanto a los niveles actuales de conocimiento de los procesos sobre el tema, capacidad de modelización y existencia de datos experimentales, pero la innovación en desarrollos industriales y comerciales de uso y el nivel de conocimientos presentan carencias. En casi todas las líneas hay concordancia con líneas equivalentes en los programas europeos.

A nivel de Subáreas temáticas, la **Dosimetría externa** está suficientemente desarrollada a nivel de conocimientos sobre dosimetría de trabajadores expuestos y pacientes. Sin embargo se identifican algunas carencias en la existencia de datos experimentales y de desarrollos industriales o comerciales, en concreto en dosimetría de trabajadores expuestos y en los procedimientos de estimación de dosis eficientes en emergencias (alto número de población afectada). Existe un proyecto en curso sobre dosimetría ocupacional electrónica modular inalámbrica. La necesidad de mantener estos conocimientos es alta y están en línea con los proyectos que se desarrollan en la UE.

En la Subárea de **Dosimetría interna**, se definen cómo líneas el desarrollo de nuevos modelos biocinéticos del ICRP y desarrollo de técnicas analíticas y de medida de dosimetría in vitro. La primera está a un nivel alto en conocimientos y capacidad de modelización, pero hay carencias en relación a datos experimentales para validación de los modelos y a desarrollo industriales/comerciales de los mismos. La segunda tiene un nivel adecuado para condiciones normales, pero precisaría desarrollos para tratar casos de discriminación de contaminación en situaciones de accidente para un número alto de personas potencialmente afectadas. En ambos casos, habría que mejorar las capacidades españolas en estos temas y hay necesidad de mantenimiento de esta disciplina, que además coincide con las líneas de I+D de la UE. Existe un proyecto europeo en curso sobre este tema.

En la Subárea de **Dosimetría biológica** hay un nivel suficiente de conocimiento pero es mejorable la capacidad de modelización, disponibilidad de datos experimentales y desarrollo de productos comerciales. Habría que aumentar el nivel en España y esta línea también coincide con la de I+D de la UE.

En el Subárea de **Instrumentación** también hay un nivel medio de conocimientos, capacidad de modelización y datos experimentales. Existe un proyecto nacional y un proyecto europeo en marcha sobre estos temas. Esta Subárea también concuerda con las Líneas de I+D de la UE.

Finalmente en el Subárea de **Metrología** también hay un nivel alto de conocimientos, capacidad de modelización y datos experimentales. En el caso de intercomparaciones se debería aumentar las librerías de radionúclidos sobre los que se está trabajando ahora y también debería desarrollarse más en España las técnicas relacionadas con la dosimetría del cristalino. Esta Subárea también concuerda con las Líneas de I+D de la UE.

**TABLA A.9.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA9: DETECCIÓN Y MEDIDA DE LAS RADIACIONES**

| Subárea/Línea  | Necesidades  |
|--|--|
| <b>1. Dosimetría:</b>  |  |
| • <b>Dosimetría externa<sup>2</sup></b>  |  |
| a. Dosimetría personal fiable y en tiempo real para trabajadores expuestos <sup>2</sup>  | ✓ Aumento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.  |
| b. Procedimientos mejorados para la estimación de las dosis a pacientes (radioterapia moderna, TAC, procedimientos intervencionistas) especialmente en pediatría | ✓ Innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación   |
| c. Procedimientos para llevar a cabo estimaciones dosimétricas eficientes en caso de emergencia radiológica  | ✓ Mejora de los modelos, incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.                        |
| • <b>Dosimetría interna</b>  |  |
| d. Nuevos modelos biocinéticos de ICRP   | ✓ Aumento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.  |
| e. Desarrollo de técnicas analíticas y de medida de dosimetría in vitro  | ✓ Mejora de los modelos, incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.                        |
| • <b>Dosimetría biológica</b>  |  |
| f. Nuevos biomarcadores cuantitativos de las radiaciones ionizantes  | ✓ Mejora de los modelos, incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.                        |
| g. Capacidad de análisis (automatización, redes, análisis on-line)   | ✓ Mejora de los modelos, incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación.                        |
| h. Conocimiento de las correlaciones espaciales de la interacción de la radiación con la materia biológica   | ✓ Mejora de los conocimientos y de los modelos, incremento de datos experimentales e innovación en desarrollos industriales y comerciales de aplicación. |
| <b>2. Instrumentación</b>  |  |
| i. Sistemas de detección y medida de las radiaciones para una mejora en la protección radiológica de trabajadores y del público                                  | ✓ Nivel de desarrollo medio. Abierto a mejoras   |
| j. Detectores para la medida de la radiación neutrónica <sup>2</sup>   | ✓ Nivel de desarrollo medio. Abierto a mejoras   |
| k. Detectores para la medida en dosimetría interna   | ✓ Nivel de desarrollo medio. Abierto a mejoras   |
| <b>3. Metrología</b>   |  |
| l. Nuevas infraestructuras para asegurar una buena trazabilidad y armonización en las medidas dosimétricas <sup>2</sup>  | ✓ Nivel de desarrollo medio-alto. Abierto a mejoras  |
| m. Redes de laboratorios de dosimetría <sup>2</sup> , armonización de protocolos y organización de intercomparaciones <sup>2</sup>                               | ✓ Incremento de radionúclidos en las intercomparaciones  |



## ÁREA 10.- ASPECTOS SOCIALES DE LA PR

Las líneas de este Área temática tienen un grado de desarrollo relativamente bajo en España en todos sus aspectos, pero se considera que es un tema importante que hay que desarrollar y está en línea con los trabajos en curso en la UE.

Solo se ha identificado una Subárea de comunicación del riesgo radiológico, con tres líneas específicas. La primera está orientada al **desarrollo e implantación de técnicas de comunicación** tanto con individuos concretos (pacientes, afectados por irradiación o contaminación ocupacional, etc.), como con los diferentes agentes sociales creadores de opinión: medios de comunicación, responsables políticos, redes sociales, etc. En estos casos no solo importa el mensaje, sino también como se comunica y el medio (tecnológico con que se hace). Todos estos aspectos están insuficientemente estudiados e implantados en nuestro país y en el mundo en general.

La segunda línea está orientada a organizar la participación de las partes interesadas (*stakeholders*) en la **preparación y estrategias de comunicación del riesgo radiológico**. Este aspecto, que es muy importante en la localización de instalaciones que conlleva riesgos de irradiación y en la gestión de emergencias radiológicas, también esta está insuficientemente estudiados e implantados en nuestro país y en el mundo en general. Es también un aspecto de interés en la UE.

Finalmente, la tercera línea se refiere a la **difusión de la cultura de la PR** entre los usuarios de procesos que utilizan las radiaciones ionizantes. Los mensajes y técnicas de comunicación en estos casos están más elaborados porque se viene trabajando en ellos como medidas de prevención en diferentes sectores, pero precisarían de más desarrollo. También es un aspecto de interés en la UE



PEPRI  
PLATAFORMA NACIONAL I+D  
EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**TABLA A.10.- NECESIDADES DE I+D+i DEL ÁREA10: ASPECTOS SOCIALES DE LA PR**

| <b>Subárea/Línea</b>  | <b>Necesidades</b>                             |
|---|--|
| <b>1. Comunicación del riesgo radiológico:</b>  |  |
| a. Técnicas/vías de comunicación (uso de los medios y redes sociales) con la Sociedad sobre los riesgos de las radiaciones ionizantes | ✓ Insuficientemente estudiados e implantados   |
| b. Participación de las partes interesadas en la preparación local y estrategias de comunicación en situaciones existentes            | ✓ Insuficientemente estudiados e implantados   |
| c. Difusión de la cultura de protección radiológica   | ✓ Más implantados pero precisan más desarrollo |



PLATAFORMA NACIONAL I+D  
EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

## ANEXO B.- COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO AD-HOC ELABORADOR DEL BORRADOR DEL PLAN ESTRATEGICO

- |   |                     |                |                             |
|---|---------------------|----------------|-----------------------------|
| • |                     | Francisco      | Presidente de PEPRI         |
| • | Fernandez           |                |                             |
| • |                     | Alegría        | Secretaria General de PEPRI |
| • | Montoro             |                |                             |
| • |                     | JoséMiguel     | H.S. Carlos                 |
| • | Fernández           |                |                             |
| • |                     | José           | CIEMAT                      |
| • | Gutiérrez           |                |                             |
| • |                     | Alejandro      | IRYCIS                      |
| • | Úbeda               |                |                             |
| • |                     | Eduardo        | UP Madrid                   |
| • | Gallego             |                |                             |
| • |                     | Joan           | UA Barcelona                |
| • | Francesc Barquinero |                |                             |
| • |                     | Eduardo        | UNESA                       |
| • | Sollet              |                |                             |
| • |                     | Patricio       | UNESA<br>TECNATOM           |
| • | O'donnell           |                |                             |
| • |                     | Borja          |                             |
| • | Bravo               |                |                             |
| • |                     | Fernando       | U País Vasco                |
| • | Legarda             |                |                             |
| • |                     | Patricia       | GDES                        |
| • | Mayo                |                |                             |
| • |                     | Ana            | CSN                         |
| • | Hernández           |                |                             |
| • |                     | M <sup>a</sup> | CSN                         |
| • | Ángeles Montero     |                |                             |
| • |                     | Pio            | SEPR                        |
| • | Carmena             |                |                             |