

### III. OTRAS DISPOSICIONES

## CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

**7260** *Resolución de 22 de junio de 2020, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se publica el Convenio con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., con el título: «Desarrollo de un sistema de dosimetría personal de neutrones».*

El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear y el Director General del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., han suscrito, con fecha 17 de junio de 2020, un Convenio con el título: «Desarrollo de un sistema de dosimetría personal de neutrones».

Para general conocimiento, y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, dispongo la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» del referido Convenio, como anejo a la presente Resolución.

Madrid, 22 de junio de 2020.–El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Josep Maria Serena i Sender.

#### ANEJO

**Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas O.A., M.P., con el título: «Desarrollo de un sistema de dosimetría personal de neutrones»**

#### REUNIDOS

De una parte, don Josep Maria Serena i Sender, Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear (en adelante CSN), cargo para el que fue nombrado por el Real Decreto 227/2019, de 29 de marzo (BOE núm. 77, del 30), en nombre y representación de este Organismo, con domicilio en la calle Pedro Justo Dorado Dellmans, n.º 11, de Madrid, y con número de identificación fiscal Q2801036-A, en virtud de las competencias que le son atribuidas por el Real Decreto 1440/2010, de 5 de noviembre (BOE núm. 282, del 22).

De otra parte, don Carlos Alejandre Losilla en su calidad de Director General del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. (en adelante, CIEMAT), domiciliado en Avda. de la Complutense, 40 - 28040 Madrid, cargo para el que fue nombrado por el Real Decreto 1207/2018, de 21 de septiembre (BOE núm. 230, del 22), en nombre y representación del mismo, en virtud de las competencias que le son atribuidas por el Real Decreto 1952/2000, de 1 de diciembre (BOE núm. 289, del 2).

Ambos, reconociéndose mutuamente plena facultad para la realización de este acto,

#### EXPONEN

Primero.

Que el CSN y el CIEMAT (en adelante las Partes) firmaron un Convenio Marco de colaboración con fecha de 10 de junio de 2013, que engloba las actividades relacionadas con la investigación sobre el área de dosimetría de radiaciones: interna y externa.

Segundo.

Que ambas Partes, en el ámbito de sus responsabilidades y funciones propias, han venido desarrollando iniciativas de diversa índole en relación con la dosimetría de radiaciones, incluyendo actividades de colaboración entre las Partes en este terreno con resultado positivo.

Tercero.

Que la colaboración en estos temas concretos viene teniendo lugar desde el año 2000, habiéndose formalizado mediante los convenios correspondientes, y se ha desarrollado a plena satisfacción de ambas entidades produciendo resultados de elevado nivel técnico.

Cuarto.

Que entre estas colaboraciones entre las Partes, destacan además de las realizadas con el CSN, la participación española del grupo de dosimetría del CIEMAT en proyectos de investigación del Plan Nacional de I+D en el área de la dosimetría de neutrones.

Quinto.

Que como resultado de este Convenio las Partes esperan que contribuya a aumentar el conocimiento técnico de su personal y a definir las capacidades de nueva metodología necesarias en esta área.

Sexto.

Que el Consejo de Seguridad Nuclear suscribe el presente Convenio en el ejercicio de la función que le atribuye su Ley de creación (Ley 15/1980, de 22 de abril) en su artículo 2, letra p), que es la de establecer y efectuar el seguimiento de planes de investigación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

Séptimo.

Que el CIEMAT tiene competencia para suscribir el presente Convenio al establecerlo la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación cuando en su artículo 34 dispone que: «1. Los agentes públicos del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, incluidos las Universidades públicas, los Organismos Públicos de Investigación de la Administración General del Estado, los Organismos de investigación de otras Administraciones Públicas, y los centros e instituciones del Sistema Nacional de salud, podrán suscribir convenios de colaboración sujetos al derecho administrativo». Así mismo, tiene entre sus funciones, «la gestión y ejecución de programas de I+D, en materia energética, que se acuerden conjuntamente con empresas u otras instituciones públicas o privadas, nacionales o extranjeras», todo ello conforme al artículo 3.1.b) de su Estatuto (Real Decreto 1952/2000, de 1 de diciembre).

Octavo.

Que este Convenio supone una colaboración entre el CSN y el CIEMAT con la finalidad de lograr establecer conjuntamente un sistema de dosimetría personal de neutrones que garantice el cumplimiento de los estándares internacionales en la materia.

Conforme a lo anterior, las Partes convienen en formalizar el presente Convenio Específico con sujeción a las siguientes

### CLÁUSULAS

#### Primera. *Objeto del convenio.*

El objeto del presente Convenio es el desarrollo y validación de un sistema para la dosimetría personal de neutrones de los trabajadores expuestos, de acuerdo con los estándares internacionales aplicables a este tipo de dosimetría.

El objeto del presente Convenio se desarrollará en el Área de Colaboración I: «Dosimetría de Radiaciones: interna y externa», en la modalidad a) «Proyectos de I+D+i», establecida en la estipulación cuarta del Convenio Marco de Colaboración vigente.

#### Segunda. *Actuaciones a desarrollar.*

Los objetivos de este Convenio son los siguientes:

- Puesta a punto de un sistema de dosimetría personal neutrónica mediante detectores de trazas.
- Diseño y caracterización de un dosímetro personal con respuesta energética optimizada para neutrones.
- Optimización del proceso de revelado y lectura de los dosímetros.
- Caracterización dosimétrica del sistema: linealidad, estabilidad, reproducibilidad, respuesta energética y respuesta angular.
- Desarrollo de los procesos de calibración del sistema.
- Ensayos de validación y asignación de incertidumbre.

#### Tercera. *Obligaciones de las partes.*

Dentro de este Convenio se consideran las siguientes obligaciones de cada una de las Partes:

Son obligaciones del CIEMAT dentro de este Convenio:

1. Realizar las actividades que se describen en la Memoria Técnica que se incluye como Anexo 1 de este Convenio, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula segunda.
2. Contribuir a los gastos del Convenio en la forma que se describe en la cláusula quinta.
3. Poner a disposición del CSN las herramientas, métodos, desarrollos y resultados obtenidos en el marco de este Convenio, así como, en general, toda la información que se genere durante la realización de las actividades objeto del mismo.
4. Documentar los trabajos realizados dentro del Convenio, para contribuir en la elaboración de los informes técnicos, en la forma que se describe en la Memoria Técnica, así como en la publicación de artículos científicos relacionados.
5. Mantener las condiciones de confidencialidad sobre toda la información obtenida y generada en el curso de los trabajos, que se describen en la cláusula sexta.

Son obligaciones del CSN dentro de este Convenio:

1. Contribuir con el apoyo conjunto necesario para la realización de las actividades que se describen en la Memoria Técnica que se incluye como Anexo 1 de este Convenio, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula segunda.
2. Contribuir a los gastos del Convenio en la forma que se describe en la cláusula quinta.
3. Poner a disposición del CIEMAT la información de que disponga y que pueda ser necesaria para alcanzar los objetivos definidos en este Convenio.

4. Contribuir a la elaboración de informes técnicos, que documentan los trabajos realizados dentro del Convenio y a la publicación de artículos científicos.

5. Contribuir a la coordinación técnica para controlar el buen desarrollo conjunto del Convenio.

*Cuarta. Organización y comisión de seguimiento.*

El CSN y el CIEMAT designan respectivamente como Responsables Técnicos del Convenio a los siguientes técnicos:

Por el CSN: Carmen Barbero Fernández.

Por el CIEMAT: Ana M.<sup>a</sup> Romero Gutiérrez.

Los Responsables Técnicos estarán encargados de controlar el desarrollo del Convenio, y de adoptar, por mutuo acuerdo, las decisiones necesarias para la buena marcha de las actividades contempladas en el mismo. Para ello, podrán asesorarse por los expertos que consideren oportuno.

Cualquier modificación respecto a las personas nombradas para la coordinación de este proyecto será comunicada mediante carta, reflejando los motivos del cambio.

Sin perjuicio de lo establecido en el Convenio Marco suscrito por CIEMAT y CSN, ambas Partes realizarán el control y seguimiento de este Convenio sobre la base de reuniones de seguimiento técnico e informes de seguimiento técnico-económico de carácter semestral, en relación con el cumplimiento de los hitos fijados por las Partes al inicio de la presente colaboración.

Para el correcto desarrollo, se constituirá una Comisión de Seguimiento compuesta por, al menos, los coordinadores técnicos antes mencionados y el Jefe de Área de Servicios de Protección Radiológica por el CSN, y el Jefe de la Unidad de Dosimetría de Radiaciones por el CIEMAT.

Esta Comisión resolverá los problemas de interpretación y cumplimiento que puedan plantearse.

En lo no previsto en este Convenio, el régimen de organización y funcionamiento de la Comisión de Seguimiento será el previsto para los órganos colegiados en la sección 3.<sup>a</sup> del Capítulo II del Título Preliminar de la Ley 40/2015 de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

*Quinta. Presupuesto económico.*

Los costes asociados a las actividades incluidas en este Convenio se detallan en la Memoria Económica que se incluye como Anexo 2. Con arreglo a las cantidades que figuran en dicha Memoria, el presupuesto total previsto del Proyecto durante los dos años del mismo asciende a 208.806,26 euros.

El CIEMAT asume sus costes de participación, con una estimación máxima de 104.106,26 euros, dentro de los gastos de inversión que están planificados en su presupuesto anual con cargo a las aplicaciones presupuestarias 28.103.467H.2 y 28.103.467H.6.

La contribución del CSN se establece con una aportación estimada máxima de 104.700,00 euros a lo largo de dos ejercicios presupuestarios, correspondiendo a la aplicación presupuestaria con código 23.302.424M.640.

El CSN abonará su participación en el proyecto con cargo a sus presupuestos anuales de gastos, previo cumplimiento de los hitos que se definen en la Memoria Técnica y en la Memoria Económica.

La contribución de las Partes al presente Convenio, quedará condicionada a la previa existencia de crédito específico y suficiente en cada ejercicio económico, con cumplimiento de los límites establecidos en el artículo 47 de la Ley General Presupuestaria.

Sexta. *Confidencialidad.*

En cuanto a la confidencialidad de los resultados del trabajo objeto del presente Convenio, se aplicará la estipulación décima del Convenio Marco de Colaboración CSN-CIEMAT.

Séptima. *Propiedad de los resultados y publicaciones.*

En cuanto a la propiedad de los resultados del trabajo objeto del presente Convenio y su posible difusión, se aplicará la estipulación undécima y duodécima del Convenio Marco de Colaboración CSN-CIEMAT.

Octava. *Vigencia del convenio.*

De conformidad con el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, el presente Convenio se perfecciona con el consentimiento de las Partes y resultará eficaz una vez inscrito en el Registro Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal y su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Permanecerá en vigor desde el día de su publicación y durante dos años. En cualquier momento antes de su finalización, podrá prorrogarse por un plazo máximo de dos años.

Novena. *Modificación y extinción del convenio.*

El presente Convenio podrá ser modificado, a propuesta de cualquiera de las Partes mediante la suscripción de una adenda al mismo, formalizada antes de la finalización del Convenio.

Serán causas de extinción de este Convenio el cumplimiento de las actuaciones que constituyen su objeto o por incurrir en causa de resolución.

Son causa de resolución las siguientes:

- El transcurso del plazo de vigencia del Convenio sin haberse acordado la prórroga del mismo.
- El acuerdo unánime de los firmantes.
- El incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por parte de alguno de los firmantes.

En este caso, cualquiera de las Partes podrá notificar a la parte incumplidora un requerimiento para que cumpla en un determinado plazo con las obligaciones o compromisos que se consideran incumplidos. Este requerimiento será comunicado a los responsables técnicos de la Comisión de Seguimiento, como mecanismo de seguimiento, vigilancia y control de la ejecución del Convenio.

Si trascurrido el plazo indicado en el requerimiento persistiera el incumplimiento a juicio de la Comisión de Seguimiento, la parte que lo dirigió notificará a las Partes firmantes la concurrencia de la causa de resolución y se entenderá resuelto el Convenio. La resolución del Convenio por esta causa podrá conllevar la indemnización por la parte incumplidora de los perjuicios causados a la parte que haya instado la resolución.

- Por fuerza mayor o imposibilidad sobrevenida de cumplir el objeto propuesto.
- Por decisión judicial declaratoria de la nulidad del Convenio.
- Por cualquier otra causa distinta de las anteriores prevista en el Convenio o en otras leyes.

La denuncia del Convenio se comunicará a través de la Comisión de Seguimiento, con tres meses de antelación a la fecha en la que desee la terminación del mismo.

En caso de resolución del Convenio, las Partes quedan obligadas al cumplimiento de sus respectivos compromisos hasta la fecha en que ésta se produzca, y dará lugar a la liquidación del mismo con el objeto de determinar las obligaciones y compromisos de cada una de las Partes en los términos establecidos en el artículo 52 de la Ley 40/2015.

Décima. *Régimen jurídico y jurisdicción/resolución de conflictos.*

El presente Convenio tiene naturaleza administrativa y será regulado por lo dispuesto en los artículos 47 a 53 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, quedando excluido del ámbito de aplicación de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

En defecto de lo estipulado en el presente Convenio, será supletoriamente aplicable lo pactado en el Convenio Marco de colaboración suscrito entre algunas de las Partes y antes citados.

El presente Convenio está sujeto al derecho administrativo. La interpretación del Convenio se realizará bajo el principio de buena fe y confianza legítima entre las Partes. Las cuestiones litigiosas a las que pueda dar lugar la interpretación, modificación, efectos o resolución del contenido del presente Convenio se resolverán de mutuo acuerdo entre las Partes, mediante diálogo y negociación en el seno de la Comisión de Seguimiento establecida en la cláusula cuarta. Si no fuera posible alcanzar un acuerdo, serán sometidas a la jurisdicción contencioso-administrativa.

Undécima. *Obligaciones derivadas de la normativa de protección de datos.*

En todo cuanto afecte a los datos personales a que pudieran tener acceso durante el desarrollo de las actividades recogidas en el presente Convenio, las Partes se obligan al cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).

Duodécima. *Remisión al convenio marco.*

Para todo lo no expresamente previsto en el presente documento, se estará a lo previsto en el Convenio Marco de Colaboración firmado entre el CIEMAT y el CSN con fecha de 10 de junio de 2013.

Las Partes manifiestan su plena conformidad con el presente Convenio, en Madrid a 17 de junio de 2020.–Por el Consejo de Seguridad Nuclear, el Presidente, Josep Maria Serena i Sender.–Por el CIEMAT, el Director General, Carlos Alejalde Losilla.

## ANEXO 1

### **Memoria técnica del Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., con el título «Desarrollo de un sistema de dosimetría personal de neutrones»**

Primero. *Objetivo.*

En el área de la dosimetría de radiaciones ionizantes, la dosimetría de campos fotónicos y beta es un tema bastante bien resuelto, con técnicas de medida de eficacia comprobada y normativa específica para acreditar la fiabilidad de los resultados.

Sin embargo, la dosimetría neutrónica presenta dificultades técnicas considerables, por lo que no existe ningún sistema o método de medida que cumpla todos los requerimientos de medida en los diferentes campos neutrónicos que se encuentran en la práctica, especialmente para la dosimetría personal.

El proyecto que se presenta tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de dosimetría personal neutrónica, basado en detectores de trazas, de acuerdo a los estándares internacionales aplicables.

Para conseguir este objetivo, el CIEMAT dispone de un equipo TASL Image Neutron Dosimetry System para dosimetría de neutrones mediante trazas. Pero además es imprescindible el diseño del dosímetro, constituido por un elemento detector y un portadosímetro apropiado, ya que esta configuración determinará la respuesta energética y las propiedades dosimétricas del sistema en su conjunto.

El Ciemat, en colaboración con el CSN, realizará durante el proyecto el diseño del dosímetro y la caracterización y validación del sistema completo de modo que en un futuro el CSN pueda autorizar el sistema y los resultados de las evaluaciones dosimétricas tengan validez oficial.

El sistema de dosimetría personal neutrónica resultado de este proyecto será de utilidad para:

- Prestar apoyo a las centrales nucleares españolas en la realización de la preceptiva dosimetría personal de sus trabajadores de categoría A [1] en aquellos casos que se prevea que la contribución neutrónica a la dosis puede ser significativa.

- Atender la demanda de dosimetría personal neutrónica que se prevé con la puesta en marcha del ATC (Almacén Temporal Centralizado), en el que los trabajadores estarán expuestos a los campos neutrónicos producidos por los residuos de alta actividad.

- Realizar medidas de dosis de los trabajadores empleados en los 18 ciclotrones operativos, los alrededor de setenta equipos PET (tomografía por emisión de positrones) y el número creciente de aceleradores para radioterapia, susceptibles de producir neutrones durante su funcionamiento, que existen en España.

- Evaluar la dosis personal neutrónica en instalaciones, como en el propio CIEMAT, donde se están desarrollando nuevas capacidades que conllevan la presencia de neutrones, tales como el Laboratorio de Patrones Neutrónicos, o el miniciclotrón PET para la generación de radiosótopos de vida muy corta.

- Colaborar en los casos de emergencia radiológica que involucren exposición de las personas a campos neutrónicos.

- Cuantificar la exposición a neutrones de pacientes sometidos a tratamientos médicos con aceleradores de alta energía (> 8 MeV), en caso de que se considere de interés.

Todo ello muestra la conveniencia de este proyecto conjunto con el que se espera mejorar la capacidad de medida para campos mixtos de neutrones y radiación gamma y aumentar la fiabilidad de los métodos de control dosimétrico para los trabajadores profesionalmente expuestos a dichos campos de radiación, en línea con lo que resulta una práctica habitual en otros países europeos.

Dificultades de la dosimetría personal de neutrones.

Las dificultades asociadas a la dosimetría de neutrones se deben principalmente al amplio rango de energías que abarcan los campos neutrónicos (9 órdenes de magnitud en la industria nuclear y hasta 12 en aceleradores de partículas y en vuelos comerciales) y a la imposibilidad práctica de encontrar detectores con una respuesta adecuada en todo el rango energético considerado.

Además, los mecanismos de interacción de los neutrones dependen de la composición elemental del material irradiado y por ello la equivalencia a tejido solo se consigue si el material del detector está formado por los mismos isótopos atómicos y en la misma proporción que en tejido. En particular, el hidrógeno y el nitrógeno del tejido humano son los elementos cuyas reacciones de captura (para neutrones térmicos y epitérmicos) y colisiones inelásticas (para neutrones rápidos) transfieren energía al medio material, produciendo radiación secundaria directa o indirectamente ionizante.

El hecho de que los procesos de captura y los de colisión posean secciones eficaces muy diferentes para la mayoría de los elementos, determina que los coeficientes de conversión de fluencia a dosis equivalente personal,  $H_p(10)$ , o cualquier otra de las magnitudes operacionales presenten una variación entre la zona térmica-epitérmica y la de neutrones rápidos de más de un orden de magnitud.

A pesar de los problemas que la dosimetría personal de neutrones plantea, existen soluciones tecnológicas que han permitido realizar dosimetría personal neutrónica desde hace años, con una fiabilidad que se ha ido incrementando con el desarrollo de nuevas técnicas.

Durante bastante tiempo, la dosimetría termoluminiscente (TL) fue la única posibilidad de realizar dosimetría personal en campos mixtos neutrón-gamma. Sin embargo, y aunque los detectores TL presentan una respuesta adecuada a los neutrones térmicos y epitérmicos, son prácticamente insensibles a los neutrones rápidos que son los que más contribuyen a la dosis personal. Los diseños de tipo albedo, basados en la detección de los neutrones de baja energía que emergen del cuerpo de la persona expuesta a neutrones, no han solucionado la incapacidad de los materiales TL actuales para detectar neutrones por encima de 100 keV. Por lo tanto, para su empleo como dosímetro personal es necesario aplicar un factor de corrección específico de cada lugar de trabajo [2].

La otra técnica más ampliamente utilizada en dosimetría personal neutrónica son los dosímetros de trazas, basados en detectores plásticos de PADC (poly-allyl-diglycol carbonate) que son sensibles a las partículas cargadas de retroceso que se producen en las reacciones de dispersión elástica de los neutrones rápidos con el material plástico. El umbral energético para la detección de neutrones se encuentra en 100-150 keV pero mediante la combinación con filtros plásticos que contengan nitrógeno, su respuesta a neutrones térmicos y epitérmicos mejora notablemente de forma que es posible utilizarlos en dosimetría personal sin necesidad del uso de factores de corrección específicos del lugar de trabajo [2].

En la actualidad, existen normas internacionales [3] que son aplicables a la dosimetría personal neutrónica y que especifican los requisitos de funcionamiento de los dosímetros personales y los ensayos necesarios para garantizar su cumplimiento.

#### Situación actual en Europa.

En el desarrollo del proyecto «Evaluation of Individual Dosimetry in Mixed Neutron and Photon Radiation Fields» (EVIDOS) financiado por la Comisión Europea, se constató que existen más de 60.000 trabajadores dentro de la Unión Europea y Suiza que necesitan dosimetría de neutrones [4].

Una imagen actualizada de la situación de la dosimetría personal neutrónica en Europa la ofrecen las conclusiones de los resultados de la «Intercomparación entre servicios de dosimetría personal de neutrones (IC2012n)» [5], organizada en el año 2012 por la organización europea Eurados (European Radiation Dosimetry Group).

En la IC2012n participaron 31 servicios de dosimetría, 27 de ellos europeos, aunque ninguno español, con 34 sistemas dosimétricos. Los dosímetros se irradiaron con fuentes de  $^{252}\text{Cf}$  en distintas condiciones de moderación y geometría de incidencia así como con neutrones monoenergéticos de 250 keV. El rango de dosis equivalente personal impartida varió en el rango de 0,3 a 15 mSv. De los 32 servicios que enviaron finalmente resultados, 17 utilizaron sistemas dosimétricos basados en detectores de trazas, 12 en dosímetros albedo y 3 en otras técnicas.

Los sistemas basados en dosímetros albedo no fueron capaces de dar resultados para todos los campos neutrónicos ensayados sin tener información adicional sobre el espectro energético. Aunque los dosímetros de trazas sí pudieron suministrar dichos resultados, los organizadores decidieron desarrollar el ejercicio de comparación en dos fases: sin y con información sobre el espectro energético del campo neutrónico.

Como puede verse en la figura 1 en la que se representan los resultados de todos los participantes en la segunda fase, es decir, con información sobre el espectro energético, los mejores resultados se obtuvieron con dosímetros de trazas con un menor número de resultados fuera de rango que para los dosímetros de albedo. Los participantes que obtuvieron todos sus resultados dentro de los criterios de aceptación sin información previa sobre el espectro energético, utilizaron sistemas de dosimetría basados en detectores de trazas.

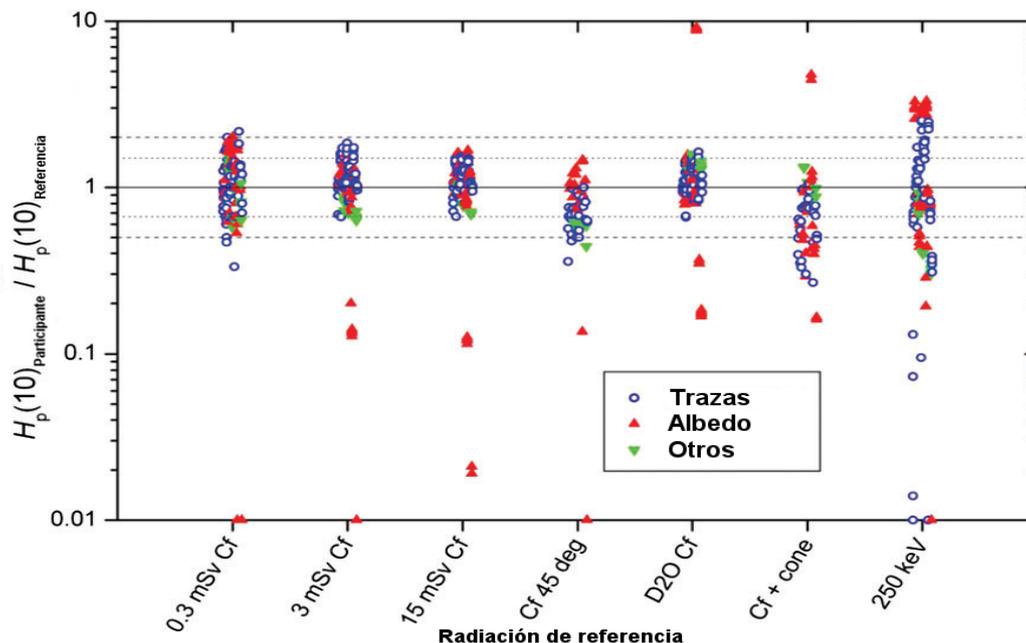


Figura 1: Resultados globales (segunda fase) para cada una de las condiciones de irradiación. Los círculos azules representan los resultados de los detectores de trazas, los triángulos rojos los de detectores albedo y los triángulos invertidos verdes los de otras técnicas [5].

En conclusión, aunque la dosimetría albedo se mantiene vigente, la dosimetría de trazas es cada vez más utilizada por los servicios de dosimetría europeos y ha demostrado ser la única técnica para la que algunos servicios han conseguido todos sus resultados dentro de rango sin tener información adicional previa del campo neutrónico de irradiación. Por este motivo el Ciemat ha adquirido un sistema de dosimetría basado en detectores de trazas como el que se describe en el apartado 5.

#### Segundo. *Actividades propuestas.*

Este proyecto pretende desarrollar y validar el sistema de dosimetría personal neutrónica del CIEMAT, de acuerdo con los estándares internacionales aplicables, de manera que pudiera ser autorizado por el CSN en un futuro cercano.

Para lograrlo, ambas entidades, CIEMAT como organismo público de investigación y CSN como único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, se han puesto de acuerdo para colaborar en este proyecto, aportando su conocimiento y experiencia en el campo de la dosimetría y aplicando criterios técnicos y regulatorios como garantía de alcanzar resultados beneficiosos para ambas y avanzar conjuntamente en el conocimiento.

Como parte del proyecto, sería necesario el diseño y caracterización del modelo de dosímetro y la adquisición de pequeño material complementario de laboratorio: destilador milli-Q, un congelador, baños de revelado químico, la estufa de secado.

Teniendo en cuenta la disponibilidad del personal existente en la Unidad de Dosimetría de Radiaciones (UDR) del CIEMAT, sería necesaria la contratación de un titulado superior para poder desarrollar las nuevas actividades.

Se propone un plan de actuación dividido en tres fases que incluirían las siguientes tareas:

Fase 1: Diseño y caracterización del dosímetro. Adquisición de la instrumentación y equipamiento necesarios.

- Tarea 1.1: Adquisición de la pequeña instrumentación descrita anteriormente.
- Tarea 1.2: Diseño del modelo de portadosímetros a emplear y adquisición de los necesarios para la caracterización y primeras pruebas.
- Tarea 1.3: Visita al Paul Scherrer Institute (PSI, Suiza) de un técnico de dosimetría del Ciemat.

Fase 2: Puesta a punto de la técnica con asesoramiento de otros laboratorios europeos que utilizan en rutina técnicas similares.

- Tarea 2.1: Optimización del proceso de revelado y lectura de dosímetros.
- Tarea 2.2: Calibración específica y evaluaciones de dosis en instalaciones seleccionadas.

Fase 3: Calibración y caracterización dosimétrica del sistema según recomendaciones internacionales.

- Tarea 3.1: Calibración genérica del sistema en el rango de energías requerido
- Tarea 3.2: Estudio de la linealidad, reproducibilidad, respuesta energética y angular del dosímetro.
- Tarea 3.3: Realización de los ensayos de validación de la norma de aplicación. Cálculo de incertidumbres.

Tercero. *Cronograma.*

La duración estimada del proyecto será de 2 años. La Tabla.1 muestra un cronograma orientativo de las actividades descritas anteriormente.

Actividad	1 <sup>er</sup> año				2 <sup>o</sup> año			
	1 <sup>o</sup> tr	2 <sup>o</sup> tr	3 <sup>o</sup> tr	4 <sup>o</sup> tr	1 <sup>o</sup> tr	2 <sup>o</sup> tr	3 <sup>o</sup> tr	4 <sup>o</sup> tr
Adquisición de instrumentación y equipamiento. Obras de infraestructura.								
1.1.								
1.2.								
1.3.								
Puesta a punto de la técnica de dosimetría.								
2.1.								
2.2.								
Calibración y validación del sistema.								
3.1.								
3.2.								
3.3.								

Tabla.1 Cronograma de actividades previstas en el Convenio

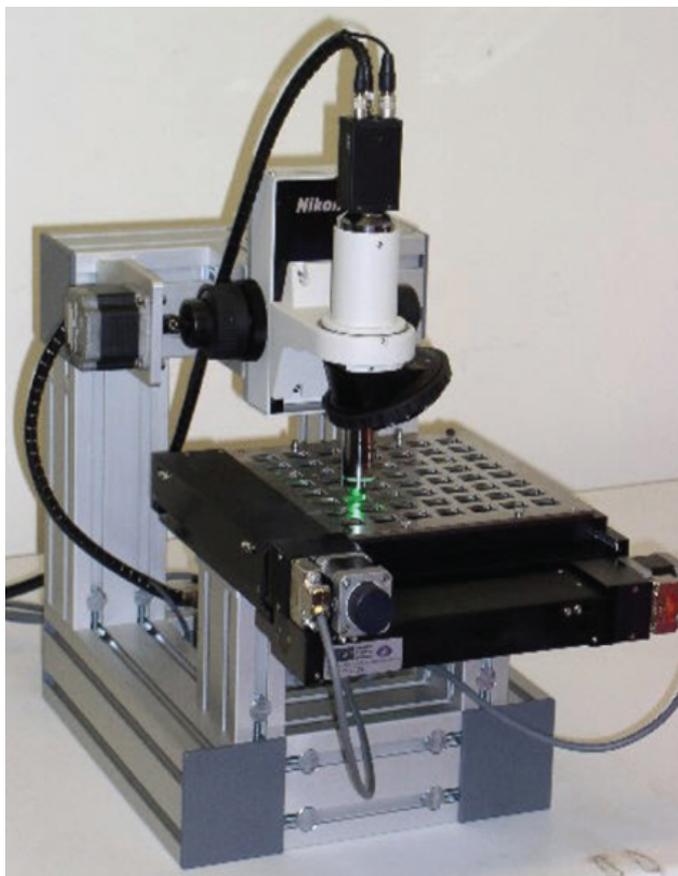
Cuarto. *Difusión.*

La difusión de los resultados de este proyecto se realizará mediante los siguientes mecanismos:

- Informes técnicos.
- Artículos en revistas científicas.
- Comunicaciones a congresos internacionales (i.e. NEUDOS, SSD) y nacionales (i.e. SNE, SEPR).
- Presentaciones en las Jornadas de I+D del CSN al final del proyecto y siempre que los resultados alcanzados lo merezcan.

Quinto. *Características técnicas del sistema TASL Image.*

El sistema TASLImage, fabricado por la compañía inglesa Track Analysis Systems, Ltd., es un sistema completo de análisis de imágenes para escanear y analizar detectores plásticos de PADC (poly-allyl-diglycol carbonate).



**Figura.2** TASLImage

El sistema está compuesto por:

1. Cámara programable.
2. Microscopio Nikon con 3 ejes de control monitorizado.
3. Software de análisis de imagen autofocus diseñado por TASL.
4. Placa de acero inoxidable para escaneado con capacidad para 56 detectores.

Sexto. *Referencias.*

[1] Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (Real Decreto 783/2001, de 6 de julio).

[2] IAEA DS 453: «Occupational Radiation Protection».

[3] ISO/DIS 21909-1, «Passive neutron dosimetry systems - Part 1: Performance and test requirements for personal dosimetry».

[4] Vanhavere, F. et al. Evaluation of individual monitoring in mixed neutron/photon fields: mid-term results from the EVIDOS project. Radiat. Prot. Dosim. (2006), Vol. 120, No. 1-4, pp. 263-267.

[5] Fantuzzi, E. et al. Eurados IC2012n: Eurados 2012 Intercomparison for whole-body neutron dosimetry. Radiation Protection Dosimetry (2014), Vol. 161, No. 1-4, pp. 73-77.

## ANEXO 2

### Memoria Económica

*Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear y el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., con el título «Desarrollo de un sistema de dosimetría personal de neutrones»*

Primero. *Duración de proyecto.*

La duración del proyecto que se propone es de dos años desde su aprobación, si bien podría prorrogarse otros dos años más con la aceptación de ambas partes y previa firma por escrito.

Segundo. *Costes de Personal.*

Para este proyecto se dedicarán cuatro técnicos del CIEMAT. Se estima una dedicación total de 30 %, lo que supone 492,60 horas al año, considerando que en un año hay 1.642 horas laborables. El coste de la hora de técnico superior del CIEMAT a la fecha del convenio es de 59,35 €, por lo que el coste de los técnicos asciende a 29.235,81 euros al año. En los dos años de duración del proyecto, el CIEMAT asumirá un coste total de 58.471,62 euros por el trabajo de los técnicos.

Dirección técnico-científica: Se estima una dedicación del 20 % del total: es decir, 328,40 horas al año. Con el mismo coste de la hora citado antes, el coste correspondiente al trabajo de dirección es de 19.490,54 euros al año. En los dos años de duración del proyecto, el CIEMAT asumirá un coste total de 38.981,08 euros por el trabajo de dirección.

La distribución de las horas de dedicación previstas no será homogénea en el tiempo, sino que en la fase inicial de diseño, reforma y preparación será inferior, aumentando con posterioridad, una vez que la instalación esté operativa.

Además, como apoyo a las actividades planificadas, será necesario contratar un Titulado Superior con dedicación plena al proyecto durante un año. El coste de un titulado superior se ha valorado en 44.353,56 euros al año.

En consecuencia, el coste del personal que trabajará en este Convenio asciende a 141.806,26 euros.

El CSN aportará la cantidad de 58.700,00 euros para la consecución de los objetivos del Convenio. El resto de los costes de personal será aportado por el CIEMAT.

Tercero. *Gastos de utilización y amortización de equipos e instalaciones.*

Se valora la amortización de equipos y los gastos de utilización de las infraestructuras necesarias para la consecución del proyecto en 27.000,00 euros que serán asumidos por el CSN.

Cuarto. *Gastos de adquisición de pequeño material inventariable.*

El coste del equipo destilador milli-Q, un congelador, los baños de revelado químico y la estufa de secado está valorado en 21.000,00 euros, que serán asumidos por el CIEMAT.

Quinto. *Gastos de adquisición de material fungible.*

El proyecto requiere la adquisición de material fungible y de pequeño material de laboratorio, valorado en 6.000,00 euros, que serán aportados por el CSN.

Sexto. *Costes de viajes, dietas, cuotas de inscripciones.*

Para permitir la asistencia a reuniones internacionales de especial interés, a cursos que se consideren relevantes para el desarrollo del proyecto y la visita a otros laboratorios europeos que utilicen dosímetros neutrónicos de trazas, se prevé una dotación para costes de viaje, dietas y cuotas de inscripción estimada en un coste de 8.000,00 euros, que será asumido por el CSN.

Séptimo. *Otros costes.*

La validación del sistema de dosimetría neutrónica supondrá la necesidad de realizar irradiaciones en laboratorios europeos cuyo coste está estimado en 5.000,00 euros, que serán asumidos por el CSN.

Octavo. *Resumen de costes.*

El coste total del Convenio asciende a doscientos ocho mil ochocientos seis con veintiséis céntimos (208.806,26 €) a lo largo de toda su duración, cantidad en la que no corresponde incluir impuestos.

Teniendo en cuenta los criterios de reparto del gasto que se han expuesto en los apartados anteriores, el coste total del presente Convenio para el CSN asciende a la cantidad de ciento cuatro mil setecientos euros (104.700,00 €), libres de impuestos. El resto, ciento cuatro mil ciento seis, con veintiséis céntimos, (104.106,26 €), hasta completar los costes totales del Convenio, será aportado por el CIEMAT. A dichos importes no procede añadir impuestos.

Los costes entre organizaciones se reparten del modo siguiente:

	Total (€)	CIEMAT (€)	CSN (€)
Amortización equipos y uso de infraestructuras.	27.000,00		27.000,00
Adquisición de pequeño material inventariable.	21.000,00	21.000,00	–
Personal.	141.806,26	83.106,26	58.700,00
Adquisición de material fungible.	6.000,00	–	6.000,00
Viajes, dietas, cuotas de inscripción.	8.000,00	–	8.000,00
Otros.	5.000,00	–	5.000,00
Total del proyecto (€).	208.806,26	104.106,26	104.700,00

Todas las partidas estarán debidamente justificadas, siendo el CIEMAT quien deberá certificar y justificar debidamente los pagos que correspondan, pudiendo en su caso revisarse a la baja las cantidades máximas que se indican a abonar por el CSN finalmente, en función de los gastos reales que hayan tenido lugar.

Puesto que la duración del proyecto es de dos años, la aportación del CSN se distribuirá en la forma que se indica en la siguiente tabla:

Ejecución de la actividad	Importes totales (€)
A los seis meses del inicio del Convenio.	60.000,00
A los 12 meses del inicio del Convenio.	30.000,00
A la finalización del convenio.	14.700,00
Totales (€).	104.700,00

El CSN transferirá al CIEMAT a la cuenta n.º ES 89 0182-2370-45-0200019431, a nombre Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. los fondos necesarios para la correcta ejecución del Convenio. Previamente a la contribución, el coordinador técnico del CSN deberá emitir certificado atendiendo al seguimiento de los trabajos.