

III. OTRAS DISPOSICIONES

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

16565 *Resolución de 6 de julio de 2023, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se publica el Convenio con la Universidad Politécnica de Madrid, para el desarrollo del Proyecto de I+D sobre simulación con el código GOTHIC de la NEA-OECD de experimentos con hidrógeno en contención.*

El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear y el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid han suscrito, con fecha 5 de julio de 2023, un Convenio para el desarrollo del Proyecto de I+D sobre simulación con el código GOTHIC de la NEA-OECD de experimentos con hidrógeno en contención (GO-MERES-Fase 2).

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, 6 de julio de 2023.–El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Juan Carlos Lentijo Lentijo.

ANEJO

Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Universidad Politécnica de Madrid para el desarrollo del proyecto de I+D sobre simulación con el código GOTHIC de experimentos de la NEA-OECD con hidrógeno en contención (GO-MERES-Fase 2)

REUNIDOS

De una parte, don Juan Carlos Lentijo Lentijo, presidente del Consejo de Seguridad Nuclear (en adelante CSN), cargo para el que fue nombrado por el Real Decreto 275/2022, de 12 de abril, en nombre y representación del mismo, en virtud de las competencias que le son atribuidas por el Real Decreto 1440/2010, de 5 de noviembre (BOE núm. 282, de 22 de noviembre).

De otra parte, don Guillermo Cisneros Pérez, Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid (en adelante UPM), con CIF Q-2818015F, nombrado por decreto 109/2020 de 25 de noviembre (BOCM n.º 289 de 26 de noviembre de 2020), actuando en nombre y representación de la misma, en virtud de las facultades que le confieren los estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid, aprobados por Decreto 74/2010 de 21 de octubre (BOCM n.º 273 de 15 de noviembre de 2010, y modificados parcialmente mediante Decreto 26/2018, de 3 de abril, BOCM de 9 de abril).

Ambos intervienen para la realización de este acto por sus respectivos cargos y en el ejercicio de las facultades que, para convenir en nombre de las entidades a que representan, tienen conferidas y, a tal efecto

EXPONEN

Primero.

Que el CSN, como único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, tiene legalmente asignada la función de desarrollar nuevas metodologías y herramientas para la evaluación de la seguridad de las instalaciones

nucleares, evaluando los posibles escenarios de riesgo en condiciones de accidente severo.

Segundo.

Que el CSN suscribe el presente convenio en ejercicio de la función que le atribuye su Ley de Creación 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.

Tercero.

Que el Plan de Investigación y Desarrollo del CSN 2021-2025 vigente establece como líneas estratégicas de investigación dentro del ámbito de la seguridad nuclear: «Metodologías de análisis de seguridad» y «Comportamiento frente a condiciones más allá de la base de diseño (incluidos accidentes severos)», dentro de las cuales se enmarca el proyecto de I+D objeto de este convenio.

Cuarto.

Que la UPM es un organismo público de carácter multisectorial y pluridisciplinario, que lleva a cabo actividades de docencia, investigación y desarrollo científico y tecnológico, y está interesado en colaborar con los sectores científicos y socioeconómicos de nuestro país.

Quinto.

Que el CSN y la UPM firmaron un Convenio Marco con fecha 9 de mayo de 2017 que, entre otros temas, incluye el establecimiento de programas conjuntos de investigación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, conformes con las misiones y capacidades de ambas entidades.

Sexto.

Que el CSN y la UPM han colaborado en el pasado para el desarrollo de diversos proyectos de investigación, dedicados al desarrollo de códigos de cálculo de parámetros ligados a la seguridad nuclear, análisis de incertidumbres, análisis probabilistas de seguridad y otras materias de interés para el regulador. Todos estos proyectos se han desarrollado de forma satisfactoria tanto para el CSN como para las demás instituciones.

Séptimo.

Que, a la vista de los excelentes resultados obtenidos hasta ahora, el CSN y la UPM consideran conveniente continuar realizando actividades conjuntas de investigación, encaminadas a profundizar en la mejor gestión de los riesgos tras el accidente de Fukushima y las lecciones derivadas de éste.

Octavo.

Que el convenio supone una cooperación entre el CSN y la UPM, con la finalidad de garantizar que los servicios públicos que les incumben se prestan de modo que se logren los objetivos que tienen en común; y que el desarrollo de dicha cooperación se guía únicamente por consideraciones relacionadas con el interés público.

Noveno.

Que las partes consideran que la colaboración entre ellas en este campo contribuirá al mejor cumplimiento de los objetivos propios de cada una de ellas, y aumentará el conocimiento científico y técnico en este ámbito.

Por todo ello, las partes convienen en formalizar el presente convenio con sujeción a las siguientes

CLÁUSULAS

Primera. *Objeto.*

El objetivo general de este convenio es la realización del proyecto de I+D titulado «Simulación con el código GOTHIC de experimentos de la NEA-OECD con hidrógeno en contención» (GO MERES-Fase 2), que busca estudiar la fenomenología de contención frente a algunas de las series experimentales con hidrógeno en contención, diseñadas desde la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE. A nivel internacional este proyecto se promovió tras los escenarios planteados a raíz del accidente de Fukushima, en el que la generación de hidrógeno fue detonante de explosiones.

El alcance de las actividades que se considera necesario realizar para alcanzar estos objetivos se detalla en la Memoria Técnica que se adjunta a este convenio como anexo 1.

Segunda. *Obligaciones de las partes.*

Son obligaciones de la UPM dentro de este convenio:

- Realizar las actividades que se describen en la Memoria Técnica (anexo 1) que se adjunta, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula primera.
- Poner a disposición del convenio el personal necesario para garantizar la máxima calidad de los trabajos en él incluidos. En caso de ser necesario un esfuerzo de personal mayor del que se ha estimado en el momento de la firma del convenio, las partes lo revisarán siguiendo lo indicado en la cláusula segunda.
- Contribuir a la financiación de los costes del convenio en la forma que se describe en la Memoria Económica (anexo 2 de este convenio).
- Poner a disposición del CSN los resultados, métodos, códigos, metodologías, y, en general, toda la información que se genere durante la realización de las actividades objeto de este convenio.
- Documentar los trabajos realizados dentro del convenio, en la forma que se describe en la Memoria Técnica (anexo 1 de este convenio).

Son obligaciones del CSN dentro de este convenio:

- Contribuir a la financiación de los gastos del convenio en la forma que se describe en la cláusula cuarta.
- Poner a disposición de la UPM los datos e información de que disponga y que pudieran ser necesarios para la realización de los trabajos.
- Aportar horas de dedicación del personal técnico que pondrá su conocimiento a disposición de los equipos de expertos, dirigiendo y supervisando las tareas y trasladando la visión reguladora durante todo el desarrollo del proyecto.

Tercera. *Responsabilidad.*

Las consecuencias aplicables en caso de incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por cada una de las partes en el presente convenio y, en su caso, los criterios para determinar la posible indemnización por el incumplimiento, se determinarán teniendo en cuenta las circunstancias concurrentes.

Cuarta. *Financiación.*

El coste total del convenio comprende las partidas correspondientes a: recursos humanos; material fungible; mantenimiento de uso y equipos necesarios; realización de viajes, asistencia a congresos; y publicación de los resultados del proyecto. Las cantidades correspondientes a cada uno de estos conceptos se detallan en la Memoria Económica que se incluye como anexo 2 de este convenio.

Sobre la base de estas cantidades, se obtienen unos costes totales para este proyecto de I+D plasmado en este convenio de doscientos cuarenta mil setecientos dieciocho euros con noventa y ocho céntimos (240.718,98 euros).

El CSN aportará la cantidad de ciento setenta y un mil quinientos sesenta y cinco euros con treinta y ocho céntimos (171.565,38 euros), que corresponde a un 71 % del total citado. De esta aportación total del CSN 163.914,98 euros son como aportación dineraria.

La UPM aportará sesenta y nueve mil ciento cincuenta y tres euros con sesenta céntimos (69.153,60 euros), que supone un 29 % del coste total.

La distribución de la contribución del CSN se establece en aportaciones anuales, correspondiendo a la aplicación presupuestaria con código 23.302.424M.640, abonándose cada uno de los pagos tras la correspondiente emisión por parte de la UPM de la nota de cargo, en la forma y plazos que se detallan en la Memoria Económica.

Las citadas cantidades serán satisfechas por el CSN previa entrega y aceptación de la documentación que se define en la Memoria Técnica y en la Memoria Económica, y se abonarán condicionadas a la previa existencia de crédito específico y suficiente en cada ejercicio, con cumplimiento de los límites establecidos en el artículo 47 de la Ley General Presupuestaria.

Estas condiciones económicas podrán ser revisadas en caso de producirse alguna modificación de las bases del convenio y de sus contenidos técnicos y presupuestarios.

Tanto el CSN como la UPM realizan en el mercado abierto menos del 20% de las actividades objeto de la cooperación.

Quinta. *Condiciones técnicas.*

La aplicación de este convenio se regirá por las condiciones técnicas recogidas en el anexo 1, que podrán ser revisadas conjuntamente en atención a circunstancias especiales sin que ello afecte a la naturaleza del mismo.

Sexta. *Seguimiento del convenio.*

Para la correcta ejecución del convenio, se constituirá una Comisión de Seguimiento compuesta por, al menos, una persona en representación de cada una de las partes. Estos representantes serán nombrados por sus respectivas instituciones. El CSN designará a una persona de la Subdirección de Tecnología Nuclear. La UPM designará a una persona del Departamento de Ingeniería Energética.

Estos representantes serán los responsables técnicos encargados de realizar la coordinación técnica y estarán encargados de controlar el desarrollo del convenio, y de proponer de mutuo acuerdo, en el seno de la Comisión de Seguimiento, 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.

Esta Comisión de Seguimiento será la encargada de resolver de mutuo acuerdo los problemas de interpretación y cumplimiento de este convenio que puedan plantearse.

Séptima. *Modificación.*

Los términos del convenio se podrán revisar o modificar en cualquier momento a petición de cualquiera de las partes, de manera que puedan introducirse de mutuo convenio tales modificaciones o revisiones.

Octava. *Régimen jurídico y resolución de conflictos.*

El presente convenio tiene naturaleza administrativa y se regulará por lo previsto en el Capítulo VI del Título Preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

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 entre los coordinadores en el seno de las reuniones de seguimiento establecidas en la cláusula sexta. Si no fuera posible alcanzar un acuerdo, serán sometidas a los tribunales competentes de la jurisdicción contencioso-administrativa.

Novena. *Confidencialidad.*

Las partes conceden, con carácter general, la calificación de información reservada a la generada en aplicación de este convenio, por lo que asumen de buena fe el tratamiento de restricción en su utilización por sus respectivas organizaciones a salvo de su uso para el destino o finalidad pactados o de su divulgación, que habrá de ser autorizada previamente caso por caso por cada una de las partes.

Asimismo, cada una de las partes se compromete a mantener de forma confidencial la información y/o documentación que le haya sido facilitada por las otras partes y que, por su naturaleza, o por haberse hecho constar expresamente, tenga carácter confidencial.

Esta obligación de confidencialidad se mantendrá en vigor una vez finalizado el presente convenio.

La aplicación en otros proyectos de los conocimientos adquiridos por las partes como consecuencia de su participación en este proyecto no estará restringida por ninguna condición adicional.

Décima. *Propiedad intelectual e industrial.*

Los derechos de propiedad industrial e intelectual que recaigan sobre los trabajos o resultados de las actividades que se realicen dentro del alcance de este convenio pertenecerán exclusivamente a las partes, como únicos titulares de los mismos, por lo que ninguna entidad podrá divulgar dichos trabajos o resultados, ni realizar explotación alguna de los derechos reconocidos sobre los mismos, incluyendo su cesión a terceros, sin contar con la previa aprobación escrita de la(s) otra(s) parte(s).

En caso de que se obtuvieran ingresos económicos derivados de los resultados de los trabajos o de las actividades de investigación, tendrán derecho al mismo todas las partes en la misma proporción, siendo no obstante necesario, antes de proceder al correspondiente reparto, deducir de los citados ingresos el importe de los costes y gastos que cada una de las partes haya aportado al proyecto de conformidad con lo establecido en el presente convenio.

La difusión de los resultados del proyecto, ya sea a través de publicaciones o de presentaciones en talleres, conferencias, o mediante cualquier otro medio, hará referencia a la financiación del proyecto por parte del CSN.

El contenido de esta cláusula permanecerá en vigor de forma indefinida una vez finalizado el presente convenio.

Undécima. *Protección de datos de carácter personal.*

Las partes se obligan a que los datos personales, a que pudieran tener acceso durante el desarrollo de las actividades recogidas en el presente convenio, sean procesados de conformidad a lo estipulado en la Ley 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y Garantía de los Derechos Digitales, derivada 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. *Vigencia y prórroga.*

De conformidad con 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. Asimismo, será publicado en el «Boletín Oficial del Estado».

Será válido desde su inscripción en el Registro, y causará efectos desde el 1 de octubre de 2023 y durante los 4 años posteriores a esta fecha. Si fuera necesario variar su plazo de ejecución, el convenio podrá ser objeto de prórroga (máximo hasta cuatro años adicionales) por mutuo acuerdo de las partes, siempre que se respete lo establecido en el artículo 49, letra h, de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público y la prórroga sea compatible con las obligaciones presupuestarias legalmente establecidas. En este caso, se formalizará la oportuna adenda de modificación y/o de prórroga, incluyendo en su caso las condiciones de la prórroga con anterioridad a la fecha del vencimiento del convenio.

Decimotercera. *Extinción y suspensión.*

El presente convenio se extinguirá por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen su objeto o por incurrir en alguna de las causas de resolución previstas en el artículo 51.2 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público. Asimismo, las partes por motivos razonables podrán rescindir o suspender temporalmente este convenio, preavisando con al menos tres meses de antelación a la fecha en que la resolución deba ser efectiva.

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.

La UPM entregará al CSN un informe de los resultados obtenidos hasta el momento de la interrupción, pudiendo utilizar libremente dichos resultados, siempre que se salvaguarden las condiciones estipuladas en las anteriores cláusulas novena y décima.

Las partes manifiestan su conformidad con el presente convenio y lo firman en Madrid, a 5 de julio de 2023.–Por el Consejo de Seguridad Nuclear, el Presidente, Juan Carlos Lentijo Lentijo.–Por la Universidad Politécnica de Madrid, el Rector, Guillermo Cisneros Pérez.

ANEXO 1

Memoria Técnica

1. Título del proyecto.

El proyecto objeto de esta propuesta tiene como título: «Simulación con el código GOTHIC de experimentos de la NEA-OECD con hidrógeno en contención (GOMERES-2)».

2. Entidad de investigación.

Organismo.

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM), a través del Departamento de Ingeniería Energética de la ETSI Industriales, es la entidad de investigación que realizará el trabajo, dado que es la entidad que ha utilizado recientemente el código GOTHIC para tareas de investigación de fenomenología de accidente severo en contención en España (ver apartado 7 de esta Memoria Técnica).

Director del Proyecto.

La dirección del proyecto recae en el profesor Gonzalo Jiménez Varas, del Departamento de Ingeniería Energética de la UPM, quien ha venido actuando de director en los proyectos de investigación que han involucrado la utilización del código GOTHIC.

3. Grupos de investigación involucrados.

El grupo principal de investigación será el Departamento de Ingeniería Energética, quién ha estimado unos recursos humanos de una persona a tiempo completo, además del director de proyecto y otros profesores del departamento con mucha experiencia acreditada en la investigación de accidente severo, como el profesor Eduardo Gallego Díaz. Se incluye un breve CV de los profesores participantes en el apartado 8 de esta Memoria Técnica.

4. Objetivos.

Este proyecto de I+D tiene por objeto la validación del código GOTHIC para fenomenología de contención frente a algunas de las series experimentales de los proyectos de la OECD/NEA sobre hidrógeno en contención en las instalaciones experimentales PANDA y THAI en los que participa el CSN: HYMERES fases 1 y 2, PANDA, y THEMIS, así como otras fases anteriores de estos proyectos (SETH y THAI). Esta validación, independiente de la industria y de organismos no nacionales, utilizaría resultados experimentales de los proyectos mencionados. Las principales líneas de investigación a cubrir serían:

a) Validación de los modelos de contención del Código GOTHIC considerando condensación, modelos de gotas y mezclas de gases frente a experimentos que contemplan la actuación de rociadores de contención que interactúen con plumas He (en sustitución de H₂) y vapor. También se haría uso de los test que emulan un comportamiento más integral de la contención, como aquellos en los que se incluyen compartimentos internos.

b) Validación del código GOTHIC frente a experimentos con recombinadores autocatalíticos pasivos, con recombinación de H₂ y CO (realizados en THAI) y sin ella (realizados en PANDA).

c) Validación del código PARUPM frente a experimentos con recombinadores autocatalíticos pasivos, con recombinación de H₂ y CO, acoplado con GOTHIC y en versión *standalone*.

d) Aplicación y extrapolación de resultados a modelos reales de planta.

- e) Verificación de mallados óptimos del código GOTHIC para aplicaciones realistas a planta.
- f) Asistencia a reuniones técnicas de los proyectos de la OECD/NEA sobre H₂ en contención en curso.
- g) Publicación y difusión nacional e internacional de resultados de los proyectos respetando los acuerdos de confidencialidad de los mismos.
- h) Asesoramiento al CSN para la definición de condiciones y datos de partida algunos de los experimentos del proyecto OECD/NEA-PANDA en las series experimentales de actuación de los rociadores.

El presente proyecto se aplicará a las series experimentales de los proyectos OECD/NEA en las instalaciones PANDA y THAI en relación con el comportamiento de hidrógeno en contención y su interacción con los sistemas de contención, especialmente rociadores y recombinadores catalíticos pasivos. Se utilizará el código GOTHIC. Estos cálculos podrán ser pre-test o post-test. Adicionalmente, se dispondrá en el CSN de cálculos independientes de aplicación a una central nuclear española representativa con el propio código GOTHIC.

Actividades del proyecto.

Las actividades necesarias para alcanzar esos objetivos se han agrupado en las siguientes tareas:

– Ejecución y documentación de cada experimento simulado. En el periodo del proyecto es esperable poder simular 4 experimentos completos, de diferentes fenomenologías. Algunas de las series experimentales que podrían ser interesantes son la serie IV de HYMERES-1, la serie V de HYMERES-2, las series I y III de PANDA, la base experimental de los programas THAI y los test HR 54-58 de THEMIS que corresponden a los test de rociadores (HYMERES-1 y 2, PANDA) y de PAR (THAI, THEMIS). Las subtarefas asociadas a esta tarea son las siguientes:

- Estudio bibliográfico del estado del arte de la fenomenología del experimento.
- Realización de un caso base:
 - Construcción de la geometría en CAD
 - Traducción a geometría implementable en GOTHIC
 - Elección de la estrategia de simulación de la geometría: *control volumes, flow paths, 3D connectors*, etc.
 - Elección de los modelos físicos
 - Elección de las condiciones iniciales
 - Elección de las condiciones de contorno
 - Elección de los parámetros numéricos
 - Configuración del output
 - Ejecución del caso
 - Graficación del caso
 - Visualización del caso
- Estudio de independencia de malla:
 - Elección de las mallas candidatas
 - Ejecución del caso base para las mallas seleccionadas
 - Aplicación de una metodología de estudio de independencia de malla
 - Elección de la malla
- Análisis de las sensibilidades más críticas del modelo de simulación:
 - Modelos físicos más relevantes
 - Modelos numéricos más importantes
 - Condiciones de contorno

- Comparación de los resultados y elección del caso final
- Estudio de aplicabilidad a modelos de contención
- Conclusiones
- Trabajos futuros
- Documentación completa del caso en un informe.

– Estudio de aplicabilidad a modelos completos de contención. En esta tarea se realizarían 2 estudios de aplicabilidad a modelos de contención de una central real tipo PWR representativa de la tecnología empleada en las centrales nacionales. Se realizarán sensibilidades a los diferentes parámetros de simulación y opciones de nodalización para determinar los modelos óptimos para cada experimento. Finalmente, se compilarán las conclusiones de los informes de cada experimento. Las subtarefas asociadas a esta tarea son las siguientes:

- Modelos físicos
- Mallas
- Modelos numéricos
- Condiciones de contorno
- Aplicación a planta.
- Resultados y análisis de los mismos.
- Conclusiones.
- Documentación completa del caso en un informe.

– Asistencia a las reuniones de los proyectos de la OECD/NEA sobre H₂ en contención en curso (actualmente PANDA y THEMIS) en calidad de apoyo técnico al CSN.

– Contribución en la definición de condiciones y datos de partida para los experimentos que lo requieran dentro del marco del Proyecto OECD/NEA-PANDA en las series experimentales de actuación de rociadores.

– Difusión a nivel nacional e internacional de los resultados del proyecto GOMERES 2. Las actividades previstas en este sentido son las siguientes:

- Asistencia a congresos nacionales
- Asistencia a congresos internacionales con proceso de revisión por pares
- Publicación en revistas de alto índice de impacto, indexadas en el *Journal Citation Index* (JCR)

- Celebración de seminarios informativos de los resultados del proyecto

– Realización de un informe final que incluya:

- Síntesis de los resultados obtenidos
- Lecciones aprendidas y aplicabilidad para simulaciones futuras
- Conclusiones
- Trabajos futuros

– Edición de un DVD final con la recopilación de todos los resultados e informes del proyecto.

Productos a entregar por la UPM.

Para la realización de este proyecto la UPM se compromete a entregar al CSN lo siguiente:

- Un informe inicial con la recopilación de los experimentos disponibles.

- Por cada experimento simulado (un total de cuatro):
 - Informe de comparación de experimentos con las simulaciones con GOTHIC, incluyendo:
 - Estado del arte.
 - Simulación de un caso base.
 - Informe de verificación de malla, con estudios de independencia a la fenomenología simulada.
 - Sensibilidades a los parámetros más críticos.
 - Conclusiones.
 - Por cada aplicación a planta (un total de dos):
 - Informe de modelos de planta, recogiendo la aplicabilidad a planta de los experimentos simulados y los resultados de la aplicación.
 - Un informe final del proyecto, sintetizando los resultados obtenidos, las conclusiones y los trabajos futuros.
 - Una recopilación final en soporte DVD de todos los resultados e informes del proyecto, así como de las posibles publicaciones.
5. Duración, cronograma e hitos del proyecto.

El período de vigencia del proyecto es de cuatro años, estando previsto que comience a finales de 2023 y termine finales de 2027.

A continuación, se incluye un cronograma con las actividades:

Hito	Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1.IE	Informe evaluación experimentos disponibles.	T4				
2.PT1	Trabajos preparatorios del experimento 1 (casos pre-test).		T1			
3.EX1	Ejecución y documentación del experimento 1.		T2 y T3			
4.PT2	Trabajos preparatorios del experimento 2 (casos pre-test).		T4			
5.EX2	Ejecución y documentación del experimento 2.			S1		
6.EX3	Ejecución y documentación del experimento 3.			S2		
7.AP1	Aplicación caso planta del experimento 3.				S1	
8.EX4	Ejecución y documentación del experimento 4.				S2	
9.AP2	Aplicación caso planta del experimento 4.					S1
10.IF	Informe final resumen.					T3

Nota: T (Trimestre) y S (Semestre).

Como se detalla en la memoria económica, los hitos de pago estarían asociados a la consecución y entrega documental de los hitos del proyecto.

6. Aportación del CSN.

Para las tareas de supervisión y coordinación de este proyecto de I+D, el CSN designa a un técnico de la Subdirección de Tecnología Nuclear como experto conocedor de las aplicaciones de esta I+D a la función reguladora.

En principio, los recursos para esta coordinación se han estimado en 20 horas/año de dedicación.

7. Resumen de actividades de la UPM con el código GOTHIC.

En este apartado se detallan los méritos del grupo de investigación exclusivamente relacionadas con los análisis de simulación con el código GOTHIC en relación con la fenomenología de contención durante accidente severo. Los méritos se organizan por categorías.

Tesis doctorales finalizadas (5):

– Análisis de las estrategias de venteo y la evolución de la concentración de hidrógeno durante un SBO en una contención BWR Mark III con el código GOTHIC 8.3. María del Pino Díez Álvarez-Buylla. ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 2021. Director: Gonzalo Jiménez Varas.

– Development of an AP1000 3D full containment model using an innovative approach. Samanta Estévez-Albuja. ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 2020. Director: Gonzalo Jiménez Varas.

– Towards a BEPU Methodology for Containment Safety Analyses. Rafael Bocanegra Melián. ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 2019. Director: Gonzalo Jiménez Varas

– Analysis and improvement of hydrogen mitigation strategies during a severe accident in nuclear containments. Kevin Fernández-Cosials. ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 2017. Director: Gonzalo Jiménez Varas.

– A proposed methodology for passive autocatalytic recombiners sizing and location in LWR containments. Emma López- Alonso Conty. ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 2016. Director: Gonzalo Jiménez Varas.

Artículos en revistas indexadas en el JCR (15):

– Assessment of the depressurisation and mixing effects of two spray systems in the PANDA facility, part II – Simulations using GOTHIC8.3(QA). Carlos Vázquez-Rodríguez, Michele Andreani, Gonzalo Jiménez, Ralf Kapulla, Sidharth Paranjape, Juan Manuel Martín-Valdepeñas, Domenico Paladino. *Nuclear Engineering and Design*, 403 (2023) 112120.

– AP1000 Passive Containment Cooling System study under LBLOCA conditions using the GOTHIC code. Samanta Estévez-Albuja, Kevin Fernández-Cosials, Carlos Vázquez-Rodríguez, Zuriñe Goñi-Velilla, Gonzalo Jiménez. *Nuclear Engineering and Design*, 384 (2021) 111442.

– Analysis of venting strategies and hydrogen concentration evolution during a station blackout in a BWR-6 containment using GOTHIC 8.3. Pino Díez Álvarez-Buylla, Samanta Estévez-Albuja, Gonzalo Jiménez, Carlos Gavilán. *Progress in Nuclear Energy*, 141 (2021) 103930.

– AP1000 IRWST numerical analysis with GOTHIC. Samanta Estévez-Albuja, Gonzalo Jiménez, Carlos Vázquez-Rodríguez. *Nuclear Engineering and Design*, 372 (2021) 110991.

– Modelling a Nordic BWR containment and suppression pool behavior during a LOCA with GOTHIC 8.1. Samanta Estévez-Albuja, Igancio Gallego-Marcos, Pavel Kudinov, Gonzalo Jiménez. *Annals of Nuclear Energy*, 136 (2020) 107027.

– 3D containment modeling of PWR-KWU Trillo NPP with the GOTHIC code. Kevin Fernández-Cosials, Samanta Estévez-Albuja, Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra, Carlos Vázquez-Rodríguez, Luis Rey, Juan Carlos Martínez-Murillo. *Annals of Nuclear Energy*, 133 (2019) 387–399.

– Steam condensation simulation in a scaled IRWST-ADS simulator with GOTHIC 8.1. S. Estévez Albuja; G. Jiménez Varas; S. Al Issa; R. Macián-Juan; K. Fernández-Cosials y C. Queral. *Nuclear Engineering and Design*, 334 (2018) 96-109.

– Analysis of inertization strategies for the filtered containment venting system in Cofrentes NPP. Kevin Fernández-Cosials, Gonzalo Jiménez, César Serrano, Luisa

Ibáñez, Ángel Peinado. *ASME Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science*. Jul 2018, 4(3): 031016 (13 pages).

– Study of hydrogen risk in a PWR-W containment during a SBO scenario; Tau parameter definition and application on venting strategy analysis. Kevin Fernández-Cosials, Gonzalo Jimenez, Rafael Bocanegra, César Queral. *Nuclear Engineering and Design*, 325 (2017) 164–177

– Analysis of the equipment and instrumentation qualification criteria using 3D containment models. G. Jimenez, K. Fernandez-Cosials, R. Bocanegra, C. Queral. *Nuclear Engineering and Design*, 323 (2017) 28–38.

– Hydrogen distribution and Passive Autocatalytic Recombiner (PAR) mitigation in a PWR-KWU containment type. Emma Lopez-Alonso, Davide Papini, Gonzalo Jimenez. *Annals of Nuclear Energy*, 109 (2017) 600–611

– Analysis of a gas stratification break-up by a vertical jet using the GOTHIC code. Mikel Kevin Fernández-Cosials, Gonzalo Jimenez, Emma Lopez-Alonso. *Nuclear Engineering and Design*, 297 (2016) 123–135.

– Development of a PWR-W GOTHIC 3D model for containment accident analysis. Rafael Bocanegra, Gonzalo Jimenez, Mikel Kevin Fernández-Cosials. *Annals of Nuclear Energy*, 87 (2016) 547–560.

– Proposed methodology for Passive Autocatalytic Recombiner sizing and location for a BWR Mark-III reactor containment building. César Serrano, Gonzalo Jimenez, M. del Carmen Molina, Emma López-Alonso, Daniel Justo, J. Vicente Zuriaga, Montserrat González. *Annals of Nuclear Energy*, 94 (2016) 589–602.

– BWR Mark III containment analyses using a GOTHIC 8.0 3D model. Gonzalo Jimenez, César Serrano, Emma Lopez-Alonso, Ma del Carmen Molina, Daniel Calvo, Javier García, César Queral, J. Vicente Zuriaga, Montserrat González. *Annals of Nuclear Energy*, 85 (2015) 687–703.

Artículos en revistas no indexadas en el JCR (7):

– The effect of conservative hypotheses over 3D and Lumped Containment Evaluation Models of Almaraz. Carlos Vázquez-Rodríguez, Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra, Samanta Estévez-Albuja, Kevin Fernández-Cosials, Luis Rey, Andrea Cadenas, José María Posada. *Nuclear España*, 2020.

– LBLOCA simulation in an AP1000®-PCS 3D model with the GOTHIC code. Samanta Estévez-Albuja, Gonzalo Jiménez, Kevin Fernández-Cosials, César Queral. *Nuclear España*, enero 2019, pp. 51-54.

– Three-dimensional simulation of a LBLOCA in an AP1000® containment building. Kevin Fernández-Cosials, Zuriñe Goñi, Gonzalo Jiménez, César Queral, Javier Montero. *Energy Procedia* 127 (2017) 234–241

– Hydrogen Ignition Risk by Passive Autocatalytic Recombiners (PARs) in a PWR-KWU reactor type during an SBO sequence. *Nuclear España*, 381 (2017) 58-61.

– Evaluación de la implementación de Recombinadores Autocatalíticos Pasivos (PAR) en una contención tipo Konvoi con el código GOTHIC 8.1. Emma López-Alonso, Davide Papini, Gonzalo Jiménez. *Nuclear España*, 373 (2016) 43-47

– Análisis de un accidente tipo SBLOCA en la contención del reactor AP1000® con el código GOTHIC 8.0. Z. Goñi, G. Jiménez, K. Fernández, C. Queral y J. Montero. *Nuclear España*, 373 (2016) 72-76.

– Estudio de la distribución de hidrógeno en una contención PWR con códigos CFD. Gonzalo Jiménez, Kevin Fernández Cosials, Rubén Matías Martínez, Rafael Bocanegra Melián, Daniel Justo Morato. *Nuclear España* 363 (2015) 53-55

Ponencias internacionales (18):

– From the plant layouts to an optimized 3D PWR-KWU containment model with GOTHIC 8.3 (QA). Luis Serra; Araceli Domínguez-Bugarín; Carlos Vázquez-Rodríguez; Stephan Kelm; Matthias Braun; Ernst-Arendt Reinecke; Luis Enrique Herranz; Gonzalo

Jiménez. 10th Euratom Conference on Reactor Safety (FISA2022), Lyon (France), May 30th – June 3rd 2022.

– Impact of geometrical modifications on containment thermal hydraulics and computational cost using GOTHIC 8.3(QA). Sofía Arfinengo; Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez; Luis Rey; Juan Carlos Martínez-Murillo. 10th Euratom Conference on Reactor Safety (FISA2022), Lyon (France), May 30th – June 3rd 2022.

– Post-test analysis of the HYMERES-2 H2P5 experiments on the spray safety system using GOTHIC8.3(QA). Carlos Vázquez-Rodríguez; Michele Andreani; Gonzalo Jiménez; Sidharth Paranjape; Ralf Kapulla; Juan Manuel Martín-Valdepeñas; Domenico Paladino. 10th Euratom Conference on Reactor Safety (FISA2022), Lyon (France), May 30th – June 3rd 2022.

– Towards an optimized management of accidents. Luis Enrique Herranz; Gonzalo Jiménez; Francesco Nitti. 10th Euratom Conference on Reactor Safety (FISA2022), Lyon (France), May 30th – June 3rd 2022.

– Amhyco project – Towards an enhanced accident management of the H2/CO combustion risk. Gonzalo Jiménez; Luis Enrique Herranz; Ahmed Bentaib; Nabiha Chaumeix; Ernst-Arndt Reinecke; Stephan Kelm; Micha Loeffler; Matthias Braun; Christoph Bratfisch; Ivo Kljenak; Oleksandr Sevbo; D.C. (Dirk) Visser; Zhe (Rita) Liang; Sebastien Balech. 19th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics (NURETH-19). Virtual, March 6-11, 2022.

– Simulation of PANDA PE1 spray test using GOTHIC 8.3(QA). Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez; Michele Andreani; Domenico Paladino; Sidharth Paranjape; Ralf Kapulla; Juan Manuel Martín-Valdepeñas. 19th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics (NURETH-19). Virtual, March 6-11, 2022.

– Development of a detailed 3D CAD model of a generic PWR-KWU containment as a basis for a better assessment of H2/CO combustion risk. Luis Serra; Araceli Domínguez-Bugarín; Samanta Estévez-Albuja; Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez; Stephan Kelm; Luis Enrique Herranz. European Nuclear Young Generation Forum (ENYGF'21). Tarragona (Spain), September 27-30, 2021.

– AMHYCO project – Towards an enhanced accident management of the H2/CO combustion risk. Gonzalo Jiménez; Luis Enrique Herranz; Ahmed Bentaib; Nabiha Chaumeix; Ernst-Arndt Reinecke; Stephan Kelm; Micha Loeffler; Christoph Bratfisch; Ivo Kljenak; Oleksandr Sevbo; D.C. (Dirk) Visser; Zhe (Rita) Liang; Sebastien Balech. 9TH International Conference on Hydrogen Safety (ICH2021). Virtual.

– Toward Conservatism in Containment Design Basis Accident Analyses. Lumped parameters and 3D Approaches. Carlos Vazquez-Rodriguez, Rafael Bocanegra, Gonzalo Jimenez, Luis Rey, Andrea Cadenas, José María Posada, Juan Carlos Martínez-Murillo. ICAPP 2019 – International Congress on Advances in Nuclear Power Plants, France, Juan-les-pins – 2019, May 12-15. Paper # 000174.

– Analysis of the AP1000® equipment and instrumentation qualification criteria for a DEGB LOCA with a 3D GOTHIC model. S. Estévez-Albuja, G. Jimenez, K. Fernández-Cosials, C. Queral. 27th International Conference Nuclear Energy for New Europe, Portoroz, Slovenia, September 10-13, 2018.

– AP1000® Passive Cooling Containment Analysis of a Double-Ended LBLOCA with a 3D GOTHIC model. S. Estévez-Albuja, G. Jimenez, K. Fernández-Cosials, C. Queral, Z. Goñi. Proceedings of the 26th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE26) July 22-26, 2018, London, UK.

– Proposal of a BEPU Methodology for Containment Safety Analysis (BEPU2018-165). R. Bocanegra, G. Jiménez. ANS Best Estimate Plus Uncertainty International Conference (BEPU 2018), Lucca, Italy, May 13-19, 2018.

– AP1000® Passive Cooling Containment Analysis With Computational Fluid Dynamics Codes. Gonzalo Jimenez Varas; Zuriñe Goñi Velilla; Gonzalo Del Río Prieto; Samanta Estefanía Estévez Albuja, Jose Cesar Queral Salazar. 26th International Conference Nuclear Energy for New Europe, Bled, Slovenia, September 11-14, 2017.

- Three-dimensional simulation of a LBLOCA in an AP1000® containment building. Mikel Kevin Fernández Cosials; Zuriñe Goñi; Gonzalo Jimenez Varas; Jose Cesar Queral Salazar; Javier Montero. *International Youth Nuclear Congress, Hangzhou, China, 2016*.
- Development of Almaraz NPP and Trillo NPP containment 3d model with the GOTHIC code for thermal-hydraulic analysis. G. Jiménez, R. Bocanegra, K. Fernández-Cosials, P. Barreira, L. Rey, J.M. Posada, J.C. Martínez-Murillo. *European Nuclear Conference 2016*. Warsaw, 9-13 October 2016.
- Experimental investigation and flow visualization of steam condensation in a scaled IRWST-ADS simulator. Suleiman Al Issa, Rafael Macian-Juan, Gonzalo Jimenez, Cesar Queral and Javier Montero-Mayorga. *NURETH-16*, Chicago, IL, August 30-September 4, 2015.
- Development of a PWR-W and an AP1000® containment building 3D model with a CFD code for Best-Estimate Thermal-Hydraulic Analysis. Gonzalo Jimenez, Rafael Bocanegra, Kevin Fernandez, César Queral, Javier Montero-Mayorga. ICONE22-30445. Proceedings of the 22th International Conference on Nuclear Engineering ICONE22 July 7-11, 2014, Prague, Czech Republic.
- Modeling the natural circulation phenomena in an advanced Boiling Water Reactor vessel model with GOTHIC. Gonzalo Jiménez, Francisco Lobo, Pilar Barreira. ICENES-2013. Madrid.

Ponencias nacionales (31):

- Preventive methodology: geometric simplifications a priori for containment models optimization with the GOTHIC code. Sofía Arfinengo; Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez Varas. 47.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Cartagena, 2022.
- Updating of Almaraz NPP containment models with GOTHIC 8.3 QA. Sofía Arfinengo; Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez Varas; Luis Rey; Juan Carlos Martínez-Murillo. 47.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Cartagena, 2022.
- Geometrical and computational optimization of the Almaraz NPP GOTHIC 3D containment model. Sofía Arfinengo; Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez Varas; Luis Rey; Juan Carlos Martínez-Murillo. 46.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Granada, 2021.
- Modelling strategies for the simulation of passive autocatalytic recombiners with GOTHIC 8.3. Luis Serra López; Araceli Domínguez-Bugarín; Sofía Arfinengo; Carlos Vázquez-Rodríguez; Gonzalo Jiménez Varas. 46.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Granada, 2021.
- PARUPM: un código de simulación de recombinaidores autocatalíticos pasivos. Araceli Domínguez-Bugarín; Miguel Ángel Jiménez; Gonzalo Jiménez Varas. 46.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Granada, 2021.
- Design of Suppression Pool Experiments through Planning Calculations with GOTHIC8.3(QA). Carlos Vázquez-Rodríguez; Michele Andreani; Gonzalo Jiménez Varas; Juan Manuel Martín-Valdepeñas. Reunión Virtual de la Sociedad Nuclear Española 2020.
- Comparison among different BEPU approaches for Containment Safety Analysis. Rafael Bocanegra, Gonzalo Jiménez. 45.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Vigo, 2019.
- The effect of conservative hypotheses over 3D and Lumped Containment Evaluation Models of Almaraz. Carlos Vázquez-Rodríguez, Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra, Samanta Estévez-Albuja, Kevin Fernández-Cosials, Luis Rey, Andrea Cadenas, José María Posada. 45.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Vigo, 2019.
- LBLOCA simulation in an AP1000®-PCS 3D model with the GOTHIC code. S. Estévez-Albuja, G. Jimenez, K. Fernández-Cosials, C. Queral. 44.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Ávila, 2018.
- Mesh independence studies for containment models with Porous CFD codes. Rafael Bocanegra, Gonzalo Jiménez. 44.^a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Ávila, 2018.

– Updating of Almaraz NPP containment models with GOTHIC 8.2 QA. Carlos Vázquez-Rodríguez, Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra, Samanta Estévez-Albuja, Kevin Fernández-Cosials, Luis Rey, Andrea Cadenas, Pilar Barreira, José María Posada, Juan Carlos Martínez-Murillo. 44.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Ávila, 2018.*

– Desarrollo de un modelo 3D de contención de la Central Nuclear de Trillo mediante un proceso de modelización optimizado. Kevin Fernández-Cosials, Samanta Estévez-Albuja, Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra, Carlos Vázquez-Rodríguez, Luis Rey, Andrea Cadenas, Pilar Barreira, José María Posada, Juan Carlos Martínez-Murillo. 44.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Ávila, 2018.*

– Steam condensation simulation in a scaled IRWST-ADS simulator with GOTHIC 8.1. S. Estévez-Albuja, G. Jiménez, S. Al Issa, K. Fernández-Cosials, R. Macián-Juan, C. Queral. 43.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Málaga, 2017.*

– Drop field Analysis in Lumped Parameters Models with GOTHIC 8.2QA. Carlos Vázquez-Rodríguez, Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra, Samanta Estévez-Albuja, Kevin Fernández-Cosials. 43.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Málaga, 2017.*

– BEPU Methodology for Containment Accident Analysis. Rafael Bocanegra, Gonzalo Jiménez. 43.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Málaga, 2017.*

– Double-Ended LBLOCA Containment Analysis in Trillo NPP with GOTHIC 8.1. Mikel Kevin Fernández Cosials; Gonzalo Jimenez Varas; Samanta Estefanía Estévez Albuja; Rafael Bocanegra Melian; Pilar Barreira; Luis Rey; Jose Maria Posada; Juan Carlos Martínez-Murillo. 42.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Santander, 2016.*

– Estudio de la termo-hidráulica del tanque de agua de recarga (IRWST) en el reactor AP1000® durante un accidente tipo SBLOCA con el código GOTHIC 8.1. Samanta Estefanía Estévez Albuja; Gonzalo Jimenez Varas; Jose Cesar Queral Salazar; Francisco Javier Montero Mayorga. 42.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Santander, 2016.*

– Hydrogen Ignition Risk by Passive Autocatalytic Recombiners (PARs) in a PWR-KWU reactor type during a SBO sequence. Emma Sara López-Alonso Conty; Gonzalo Jimenez Varas; Davide Papini. 42.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Santander, 2016.*

– Three-dimensional Containment Accident Analysis using different approaches in Almaraz NPP. Rafael Bocanegra Melian; Gonzalo Jimenez Varas; Zuriñe Goñi; Mikel Kevin Fernández Cosials; Pilar Barreira; Luis Rey; Jose Maria Posada; Juan Carlos Martínez-Murillo. 42.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Santander, 2016.*

– Análisis de un accidente tipo SBLOCA en la contención del reactor AP1000® con el código GOTHIC 8.0. Z. Goñi, G. Jiménez, K. Fernández, C. Queral y J. Montero. 41.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, La Coruña, 2015.*

– Estudio termo-hidráulico de los patrones de flujo tridimensional en las contenciones de C.N. Almaraz y C.N. Trillo con el código GOTHIC en un accidente tipo LBLOCA. Mikel Kevin Fernández Cosials; Gonzalo Jimenez Varas; Rafael Bocanegra Melian. 41.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, La Coruña, 2015*

– Evaluation of Passive Autocatalytic Recombiner (PAR) Implementation in a Konvoi NPP Containment Type. Emma Sara López-Alonso Conty; Gonzalo Jimenez Varas. Davide Papini. 41.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, La Coruña, 2015*

– Análisis de la distribución de hidrógeno en contención y pozo seco de C.N. Cofrentes. M.^a del Carmen Molina, César Serrano, Montserrat González, Gonzalo Jimenez, Emma López-Alonso. 40.^a *Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Valencia, 2014.*

– Desarrollo de modelos 3D de los edificios de contención de la Central Nuclear de Almaraz y de la Central Nuclear de Trillo con el código GOTHIC 8.0. Gonzalo Jiménez, Rafael Bocanegra Melián, Kevin Fernández Cosials, Pilar Barreira Pereira, Luis Rey

Peinado, Jose Maria Posada Barral, Juan Carlos Martinez Murillo. *40.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Valencia, 2014.*

– Estudio de la distribución de hidrógeno en una contención PWR con códigos CFD. Gonzalo Jiménez, Kevin Fernández Cosials, Rubén Matías Martínez, Rafael Bocanegra Melián, Daniel Justo Morato. *40.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Valencia, 2014.*

– Análisis de la instalación de recombinadores pasivos autocatalíticos en C.N. Cofrentes. César Serrano, M.ª del Carmen Molina, Gonzalo Jimenez. *39.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Reus, 2013.*

– Análisis de un accidente LOCA en contención de un reactor PWR-W con el código GOTHIC. Víctor Periañez, Gonzalo Jiménez. *39.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Reus, 2013.*

– Desarrollo de un modelo del NSSS de un reactor PWR con el código termohidráulico GOTHIC

– Modelo termohidráulico de GOTHIC 8.0 para el análisis de PAR en C.N. Cofrentes. Gonzalo Jimenez, Emma López-Alonso, M.ª del Carmen Molina, Javier García, César Serrano, César Queral, Eduardo Gallego. *39.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Reus, 2013.*

– Análisis termohidráulico best-estimate de un accidente en contención de un reactor PWR-W con el código GOTHIC mediante un modelo termohidráulico 3D detallado. Rafael Bocanegra Melián, Gonzalo Jiménez. *39.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Reus, 2013.*

– Room Heat-Up Analysis with GOTHIC code. Gonzalo Jiménez, Jose Miguel Olza. *36.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Santiago, 2010.*

Premios:

– Premio a la mejor ponencia en la categoría «Simulación con códigos numéricos +3D» por la ponencia «The effect of conservative hypotheses over 3D and Lumped Containment Evaluation Models of Almaraz» en la *45.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Vigo, 2019.*

– Premio a la mejor ponencia en la categoría «Seguridad Nuclear» por la ponencia «LBLOCA simulation in an AP1000®-PCS 3D MODEL WITH THE GOTHIC CODE» en la *44.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Ávila, 2018.*

– Premio a la mejor ponencia en la categoría «Póster» por la ponencia «Steam condensation simulation in a scaled IRWST-ADS simulator with GOTHIC 8.1» en la *43.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Málaga, 2017.*

– Premio a la mejor ponencia en la categoría «Ingeniería e Innovación» por la ponencia «Hydrogen Ignition Risk by Passive Autocatalytic Recombiners (PARs) in a PWR-KWU reactor type during an SBO sequence» en la *43.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Málaga, 2017.*

– Premio a la mejor ponencia de la categoría «Nuevos Reactores» por la ponencia «Análisis de un accidente tipo SBLOCA en la contención del reactor AP1000® con el código GOTHIC 8.0» en la *42.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, La Coruña, 2015.*

– Premio a la mejor ponencia en la categoría Seguridad Nuclear por la ponencia «Estudio de la distribución de hidrógeno en una contención PWR con códigos CFD» en la *40.ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, Valencia, 2014.*

Otros méritos:

– Organización del segundo GOTHIC training en Europa, 24-28 junio de 2019. Instructores: John M. Link (ZACHRY) y Gonzalo Jiménez (UPM).

– Organización del primer GOTHIC training en Europa, 25-29 mayo de 2015. Instructores: Nathan Carsten (NAI) y Gonzalo Jiménez (UPM).

– Ponencia invitada en el GOTHIC European Users Group Meeting de 2017: «Advanced 3D containment modelling for DBA and severe accident with GOTHIC» Gonzalo Jiménez, Kevin Fernández-Cosials, Rafael Bocanegra, Samanta Estévez, Zuriñe Goñi, Laura Hornillos.

– Ingeniero responsable del código GOTHIC en Westinghouse Electric Spain (2009-2011): Gonzalo Jiménez Varas.

8. Resumen curricular de los investigadores.

Investigador principal.

Gonzalo Jiménez Varas es Licenciado en Física (Universidad Complutense de Madrid), Máster en Generación Eléctrica (Universidad de Zaragoza), Máster en Ciencia y Tecnología Nuclear (Universidad Politécnica de Madrid) y Doctor en Ciencia y Tecnología Nuclear por la UPM. Desde 2005 ha trabajado en seguridad nuclear y protección radiológica en Naturgy y en la ETSI Minas (UPM), incorporándose a Westinghouse Electric Spain en 2008 dentro del European Trainee Program, donde ha participado en varios proyectos de APS y Termohidráulica en las oficinas de España y Bélgica. En 2011 se incorpora como profesor en la ETSI Industriales (UPM), donde investiga en Seguridad Nuclear. En estos años en la ETSII, ha dirigido más de 20 proyectos de investigación con las principales empresas del sector nuclear, ha publicado 40 artículos JCR y dirigido siete tesis doctorales. Actualmente es coordinador del proyecto europeo AMHYCO dentro del programa Horizon2020.

Investigadores de apoyo al proyecto.

Prof. Eduardo Gallego, ingeniero industrial (1982) y doctor en ingeniería nuclear por la UPM (1990), tiene una dilatada experiencia académica en Seguridad Nuclear, impartiendo docencia en la materia desde 1986. Como investigador, ha liderado multitud de proyectos europeos en el área de Seguridad Nuclear de los programas Euratom FP4 (PHEBEN, COBE, HYMI, VOASM, BE-EJ-PSA2), FP5 (PHEBEN2, COLOSS, THENPHEBISP, EURSAFE), FP6 (SARNET) y FP7 (CP-ESFR, SARGEN-IV). Ha participado en multitud de proyectos de investigación relacionados con el accidente severo y la gestión del hidrógeno.

Investigador junior.

Este puesto estaría cubierto por un graduado en ingeniería, deseablemente con una titulación de máster en ciencia y tecnología nuclear o equivalente y con experiencia en termohidráulica y simulación numérica.

ANEXO 2

Memoria Económica

1. Instalaciones y equipamiento para la realización del proyecto.

El área de tecnología nuclear del Departamento de Ingeniería Energética de la Universidad Politécnica de Madrid cuenta con los medios necesarios para la realización de los trabajos incluidos en el acuerdo de colaboración.

En la parte de software, cuenta con:

- Licencias de GOTHIC 8.3 y 8.4 (y futuras actualizaciones)
- Licencias de ANSYS Fluent y CFX

En lo correspondiente al hardware, cuenta con:

- Dos Workstation i7 de 6 cores y 64 Gb de RAM
- Un servidor de cálculo de 56 cores y 128 Gb de RAM

Para trabajos que requieran de un mayor esfuerzo computacional, se cuenta con recursos adicionales del centro de cálculo de la UPM (Cesvima).

El uso de todos estos equipos e instalaciones será sufragado con los gastos generales del convenio.

2. Presupuesto.

El coste total del convenio se ha calculado sobre la base de los costes que se detallan a continuación.

2.1 Costes de personal:

Los costes de personal aportados por la UPM se han calculado en base a la normativa de aplicación en esta entidad. Se ha estimado todo con un alcance temporal de 4 años

Para la ejecución del proyecto se ha estimado una necesidad de recursos humanos de una persona experta durante todo el año, junto con una persona que se encargue de la dirección del proyecto y otra persona dando apoyo técnico.

La persona involucrada en el proyecto a tiempo completo será un investigador/a, que contará con un contrato laboral durante los cuatro años de duración del mismo.

El coste por hora para dirección y apoyo técnico implicados es el siguiente:

- Gonzalo Jiménez Varas: 32,8 euros/hora.
- Eduardo Gallego Díaz: 48,9 euros/hora.

El compromiso del personal investigador es de 378 h/año para el director del proyecto (Prof. Gonzalo Jiménez) y de 100 h/año para el profesor que apoya técnicamente al proyecto (Prof. Eduardo Gallego). Estas horas de dedicación aportadas al proyecto son exclusivas y no compartidas con otros proyectos de investigación.

El coste del personal a contratar asciende a 99.727,74 euros, según se indica a continuación:

Un contrato laboral \times 4 años \times 24.931,94 euros/año = 99.727,74 euros (estas cantidades incluyen: Salario bruto + Cuota patronal + Indemnización fin de contrato).

La cantidad correspondiente a estas contrataciones de personal se desglosa en tabla adjunta en apartado 2.1, y será aportada por el CSN.

En lo que se refiere a la coordinación del CSN, se ha estimado en 20 horas/año. Atendiendo a lo establecido en la Resolución de la Secretaría General del CSN por la que se aprueba la tabla anual de costes de las direcciones técnicas del CSN aprobada el 31 de marzo de 2022, el coste/hora para un técnico nivel 27 de la dirección técnica de seguridad nuclear que realizaría las tareas de coordinación, sería de 95,63 euros/hora.

	Euros
Costes directos. Costes de personal.	45,08
Costes indirectos DTSN.	12,77
Repercusión de costes administrativos.	37,79
Total coste/hora.	95,63

Por lo tanto, la aportación no dineraria del CSN al proyecto asciende a 7.650,40 euros. Con estos costes y la estimación de horas prevista para el proyecto se obtiene un gasto total de personal de 176.531,14 euros según figura en la tabla que se adjunta.

Personal que participa en el proyecto	Coste horario (Euros/hora)	Horas/año dedicación al proyecto	Años	Coste imputable al proyecto (Euros)	Aportación del CSN (Euros)	Aportación de la UPM (Euros)
Gonzalo Jiménez Varas.	32,80	378	4	49.593,60	0,00	49.593,60
Eduardo Gallego Díaz.	48,90	100	4	19.560,00	0,00	19.560,00
Contrato laboral (Salario bruto + Cuota patronal + Indemnización fin de contrato).			4	99.727,74	99.727,74	0,00
Coordinación del CSN.	95,63	20	4	7.650,40	7.650,40	0,00
Total.				176.531,74	107.378,14	69.153,60

2.2 Costes de viajes y dietas:

a) Viajes a congresos: habrá participación en al menos un congreso nacional o/e internacional al año. Se estima un coste de 2.000 euros por cada asistencia a congresos.

b) Viajes del director y/o miembros del equipo para asistir a las reuniones del proyecto PANDA y THEMIS: se estiman cuatro reuniones por año, de acuerdo a experiencias previas de proyectos de la OECD/NEA. Se estima un coste de 800 euros por cada asistencia a reunión.

c) Estancias de investigación del investigador contratado a tiempo completo: una estancia de al menos 3 meses y deseable dos estancias de 3 meses, como experiencia de proyectos previos (GO-MERES).

Se adjunta tabla con los gastos previstos para esta partida económica.

Costes de viajes y dietas:

Concepto	Número al año	Coste por viaje (Euros)	Años	Coste imputable al proyecto (Euros)	Aportación del CSN (Euros)	Aportación de la UPM (Euros)
Asistencia a las reuniones del proyecto OCDE-PANDA y THEMIS.	4 (x dos personas)	800	4	25.600,00	25.600,00	0,00
Asistencia a congresos y seminarios.	1	2.000	4	8.000,00	8.000,00	0,00
Estancias de investigación.	1	6.000	1	6.000,00	6.000,00	0,00
Total.				39.600,00	39.600,00	0,00

2.3. Costes de material y otros gastos:

El 15 % del canon de la UPM corresponde a los costes de material asociados a los recursos informáticos, de espacio físico y gastos corrientes.

Gastos de material y gastos generales:

Concepto	Coste año (euros)	Años	Coste imputable al proyecto (Euros)	Aportación del CSN (Euros)	Aportación de la UPM (Euros)
Canon UPM 15% (*).	6.146,81	4	24.587,24	24.587,24	0,00
Total.			24.587,24	24.587,24	0,00

(*) El cálculo del canon se corresponde con un 15% del total de la aportación económica dineraria del CSN. Por tanto, si la aportación de costes de personal y de costes de viajes y dietas asciende a $99.727,74 + 39.600,00 = 139.327,74$ euros durante los cuatro años, y esto representa el 85% del total (el otro 15% es el canon), el total es $= 139.327,74/0.85 = 163.914,99$ euros. Y el canon es igual a 15% de esa cantidad, es decir: $163.914,99 \cdot 0.15 = 24.587,24$ euros.

3. Costes totales del proyecto.

Con los datos expuestos, los costes totales del proyecto ascienden a 240.718,98 euros, de los cuales la aportación del CSN será de euros 171.565,38 (163.914,98 € en forma dineraria), y la de la UPM de 69.153,60 euros. La aportación del CSN se corresponde con un 71 % del coste total del proyecto, y la de la UPM supone un 29 % de los gastos totales del proyecto.

Concepto	Coste imputable al proyecto (Euros)	Aportación del CSN (Euros)	Aportación de la UPM (Euros)
Personal.	176.531,74	107.378,14	69.153,60
Viajes y dietas.	39.600,00	39.600,00	0,00
Canon UPM 15 %.	24.587,24	24.587,24	0,00
Total.	240.718,98	171.565,38	69.153,60

De las actividades previstas en este convenio no se deriva ninguna prestación de servicios ni suministro alguno, por lo que el mismo no está sujeto a la normativa de aplicación del Impuesto sobre el Valor Añadido. Sus fines son de interés general, promoviendo la I+D+i, con la transferencia de la misma hacia el tejido productivo como elemento impulsor de la productividad y competitividad.

4. Distribución del presupuesto aportado por el CSN.

Para el buen desarrollo de las actuaciones del proyecto, se estima un calendario a lo largo de cinco ejercicios presupuestarios para la contribución económica dineraria del CSN, a fin de coadyuvar a la financiación de los gastos derivados, de la siguiente forma (todas las cantidades reflejadas corresponden a euros):

	2023	2024	2025	2026	2027
Costes de personal a cargo del proyecto.	6.232,98	24.931,94	24.931,94	24.931,94	18.698,94
Viajes y dietas.	2.475,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	7.425,00
Costes de material y gastos generales.	1.536,70	6.146,80	6.146,80	6.146,80	4.610,14
Aportaciones económicas a realizar por CSN.	10.244,68	40.978,74	40.978,74	40.978,74	30.734,08

Cada uno de los pagos se realizará previa entrega por parte del coordinador del proyecto de la documentación mencionada en la Memoria Técnica correspondiente a cada hito y que consistirá en un informe de progreso de las tareas y objetivos marcados para cada período.

Como calendario de pagos se establece un pago cada semestre o trimestre, (dependiendo del periodo), resultando la siguiente tabla (importe indicado en euros):

2023-T4	2024-S1	2024-S2	2025-S1	2025-S2	2026-S1	2026-S2	2027-S1	2027-T3
10.244,68	20.489,37	20.489,37	20.489,37	20.489,37	20.489,37	20.489,37	20.489,37	10.244,71

El primer pago se efectuará transcurrido un mes desde la fecha en la que causa efecto el convenio y tras la puesta en marcha del proyecto por parte de la UPM.

En lo referido al último pago, se presentará con un mes de antelación un informe que resuma las conclusiones y recomendaciones de la totalidad de los trabajos realizados dentro de este convenio, haciendo referencia a toda la documentación generada a lo largo del mismo. El libramiento del último pago quedará condicionado a la presentación del informe final citado.

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.

El abono de dichas cantidades se hará efectivo mediante transferencia a la cuenta de la Universidad Politécnica de Madrid-Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT), c/c ES36- 2100-9194-1722-0060-0055 de Caixa Bank, P.º de la Castellana, 51, planta 3, 28046 Madrid, especificando en cada abono la referencia indicada en la nota de cargo correspondiente.