



ACUERDO DEL CONSEJO DE POLÍTICA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN POR EL QUE SE ESTABLECE EL SEGUNDO MARCO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES COMPLEMENTARIOS QUE FORMAN PARTE DEL COMPONENTE 17 DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA, DENOMINADO “REFORMA INSTITUCIONAL Y FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN”.

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (en adelante, PRTR) traza la hoja de ruta para la modernización de la economía española, la recuperación del crecimiento económico y la creación de empleo, para la reconstrucción económica sólida, inclusiva y resiliente, tras la crisis de la COVID-19, y para responder a los retos de la próxima década. Este Plan recibe la financiación de los fondos *Next Generation EU*, entre ellos el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (en adelante, MRR).

El PRTR, estructurado en treinta componentes, incluye un conjunto de reformas e inversiones que lo convierten en una herramienta para transformar el modelo productivo de España a través de la transición energética, la digitalización, la cohesión territorial y social, y la igualdad. El componente 17 del citado Plan, denominado “Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación”, pretende reformar el Sistema Español de Ciencia, Tecnología y de Innovación para adecuarlo a los estándares internacionales y permitir el desarrollo de sus capacidades y recursos. Se propone utilizar los recursos públicos para realizar cambios rápidos que adapten y mejoren la eficacia, la coordinación y colaboración y la transferencia entre los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología y de Innovación y la atracción del sector privado, con gran impacto a corto plazo sobre la recuperación económica y social del país.

El compromiso claro del país de incrementar y acelerar la inversión en I+D+I de forma sostenible a largo plazo, hasta alcanzar la media europea en 2027, requerirá de cambios estructurales, estratégicos y de digitalización para lograr un sistema eficiente. En este componente 17 se marca una orientación estratégica y coordinada que permitirá la inversión en áreas prioritarias de I+D+I y el incremento del volumen de ayudas públicas a la innovación empresarial, en particular a las pequeñas y medianas empresas.

La necesidad de reforzar y mejorar la gobernanza de la política de investigación e innovación ha sido puesta de manifiesto en diversas recomendaciones en el marco del semestre europeo. Con este objetivo, el componente 17 incluye medidas para una mejor gobernanza mediante la creación de los Planes Complementarios con las Comunidades Autónomas (en adelante, Planes Complementarios), un nuevo instrumento para establecer colaboraciones entre el Estado y las Comunidades Autónomas en acciones de I+D+I en las que confluyan prioridades comunes de los



planes regionales y del plan estatal (es decir, de las Estrategias de Especialización Inteligente S3), que permitan establecer sinergias, aumentando la eficacia de las políticas públicas en ciertas áreas estratégicas. Estos planes tendrán financiación conjunta y permitirán alinear la ejecución de fondos regionales, estatales y europeos.

Los Planes Complementarios, fruto de la coordinación entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas, tienen como objetivo: Fomentar la coordinación de las capacidades regionales en investigación e innovación incluidas en las estrategias regionales y estatal de la S3, en todas las áreas; impulsar las fortalezas nacionales en áreas donde España ha demostrado una indudable capacidad de liderazgo, como se demuestra en Europa y el sistema de investigación e innovación internacional, en biotecnología aplicada a la salud, biodiversidad, agroalimentación, ciencias marinas y materiales avanzados; fortalecer las excelentes capacidades nacionales existentes para ocupar nichos competitivos en tecnologías clave que son los buques insignia de las actuales políticas europeas de I+D+i, en comunicación cuántica, energía e hidrógeno renovable; impulsar y potenciar el desarrollo de la industria científica nacional aprovechando al máximo la contribución de nuestro país a las infraestructuras de investigación internacionales y europeas, en astrofísica y física de altas energías.

El componente 17 “Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación” del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España contempla como acciones, en el marco de la medida “Planes Complementarios con las Comunidades Autónomas” (inversión I1), la firma de ocho convenios.

Para el año 2021, esta medida incluye el compromiso de alcanzar el objetivo 258, que consta de la firma de cuatro convenios entre las Comunidades Autónomas y el Ministerio de Ciencia e Innovación (en adelante, MCIN) por un importe mínimo de 140.000.000 euros.

Con objeto de cumplir con dicho objetivo, en 2021 se suscribieron cuatro convenios que establecen un protocolo general de actuación en el que se desarrollará la colaboración entre la Administración General del Estado, a través del MCIN y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en su caso, y las administraciones de las Comunidades Autónomas para la ejecución de programas conjuntos de I+D+i en las áreas de Biotecnología aplicada a la Salud, Ciencias Marinas, Comunicación Cuántica y Energía e Hidrógeno Verde.

Asimismo, las Disposiciones Operativas del Plan de Recuperación prevén, como indicador de cumplimiento del objetivo 258.1, la firma de otros cuatro convenios antes de que finalice 2025. Con objeto de cumplir con este objetivo 258.1, está prevista la firma de cuatro convenios marco que establecen un protocolo general de actuación en el que se desarrollará la colaboración entre la Administración General del Estado, a través del MCIN, y las Administraciones de las Comunidades Autónomas para la implementación de los Planes Complementarios, basados en la ejecución de programas de I+D+i (en adelante, los Programas o el Programa) en las áreas de (i) Agroalimentación, (ii) Astrofísica y Física de Altas Energías, (iii) Biodiversidad y (iv) Materiales



Avanzados. Estos convenios establecen en su cláusula primera que dichos Programas se ejecutarán de acuerdo con las condiciones acordadas sectorialmente en el Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación.

Durante la fase de implementación y seguimiento se garantizará, en coordinación con los Ministerios responsables de las políticas sectoriales, que la ejecución de estos Programas es coherente con otras estrategias y planes existentes en materia de política energética, medioambiental, agraria, industrial o sanitaria, y contribuye a la generación de sinergias con otras actuaciones que forman parte del PRTR, en particular con los Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) que se están desarrollando, entre otros, en los ámbitos de salud de vanguardia, vehículo eléctrico y conectado, cadena agroalimentaria inteligente y sostenible, así como en el sector aeroespacial.

Asimismo, los Planes Complementarios serán coherentes con los ámbitos de actuación y objetivos marcados en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 y sus respectivos planes de desarrollo estatales y regionales, así como el marco estratégico de energía y clima establecido por, entre otros, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050, la Estrategia Española de Economía Circular, la Estrategia Española de Bioeconomía, España Digital 2025, la Estrategia de Digitalización del Sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural, la Estrategia para la Adaptación de la Costa a los Efectos del Cambio Climático y la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. De manera análoga, estos planes contribuirán a los objetivos establecidos en la Hoja de Ruta del Hidrógeno, una apuesta por el hidrógeno renovable, y en la Estrategia de Almacenamiento Energético.

Esta medida no tiene asociada una etiqueta verde ni digital en los términos previstos por los anexos VI y VII del Reglamento 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

En cumplimiento de lo dispuesto en el Plan de Recuperación, en el Reglamento (UE) 2021/241 de 12 de febrero de 2021, y su normativa de desarrollo, en particular la Comunicación de la Comisión Guía técnica sobre la aplicación del principio de «no causar un perjuicio significativo» en virtud del Reglamento relativo al Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, así como con lo requerido en la Decisión de Ejecución del Consejo relativa a la aprobación de la evaluación del plan de recuperación y resiliencia de España (CID), todas las actuaciones financiadas que se lleven a cabo en el marco de este Acuerdo, deben respetar el llamado principio de «no causar un perjuicio significativo» (principio DNSH por sus siglas en inglés, *Do No Significant Harm*). Ello incluye el cumplimiento de las condiciones específicas previstas en el componente 17, Inversión 1 en la que se enmarca y, especialmente, las recogidas en los apartados 3 y 8 del documento del Componente del Plan. Será necesario presentar evaluación del cumplimiento del principio DNSH, conforme a la lista de verificación de la Guía técnica sobre la aplicación del



principio de la Comisión Europea, pudiendo utilizar la metodología establecida en el Reglamento del MRR, para identificar cuáles de los seis objetivos medioambientales del Reglamento de Taxonomía requieren una evaluación sustantiva y para cuáles podrá ser suficiente un enfoque simplificado.



En virtud de lo anterior, este Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación, adopta el siguiente

ACUERDO

Primero. Objeto

El presente acuerdo tiene por objeto establecer el procedimiento y las condiciones para continuar con la implementación de los Planes Complementarios mediante los siguientes cuatro Programas:

1. **Agroalimentación:** El Programa, denominado “Programa AGROALNEXT”, tiene por objetivo impulsar la transformación del sector agroalimentario en un escenario más verde, sostenible, saludable y digital, superando la brecha entre los descubrimientos científicos, el desarrollo de tecnología y su implementación.

En la ejecución del Programa colaborarán las Comunidades Autónomas de La Rioja, Región de Murcia, Comunitat Valenciana, Aragón y Comunidad Foral de Navarra. La Comunidad Foral de Navarra asumirá la coordinación del Programa en sus aspectos científico-técnicos y administrativos. Los objetivos, líneas de actuación y resultados esperados del Programa se detallan en el Anexo I del presente Acuerdo.

2. **Astrofísica y Física de Altas Energías:** El Programa, denominado “Tecnologías avanzadas para la exploración del universo y sus componentes”, está diseñado para dar un salto cualitativo en la participación española en la siguiente generación de proyectos internacionales líderes en el área de Astrofísica y Física de Altas Energías, con un énfasis particular en sus aspectos más tecnológicos.

En la ejecución del Programa colaborarán las Comunidades Autónomas de Cataluña, Andalucía, Cantabria, Comunitat Valenciana, Aragón e Illes Balears. La Comunidad Autónoma de Cataluña asumirá la coordinación del Programa en sus aspectos científico-técnicos y administrativos. Los objetivos, líneas de actuación y resultados esperados del Programa se detallan en el Anexo II del presente Acuerdo.

3. **Biodiversidad:** El Programa, denominado “Exploración, análisis y prospectiva de la Biodiversidad: Posibles respuestas a la estrategia 2030 de Desarrollo Sostenible en un escenario de Cambio Global”, está enfocado en el desarrollo de soluciones que estén centradas en la naturaleza, y que tengan en cuenta como inciden en ella las actividades antrópicas, para detener la crisis de la biodiversidad a la vez que permitan la mitigación y adaptación de los sistemas naturales al cambio climático.



En la ejecución del Programa colaborarán las Comunidades Autónomas de Galicia, Andalucía, Principado de Asturias, Canarias, Extremadura e Illes Balears. La Comunidad Autónoma de Extremadura asumirá la coordinación del Programa en sus aspectos científico-técnicos y administrativos. Los objetivos, líneas de actuación y resultados esperados del Programa se detallan en el Anexo III del presente Acuerdo.

4. **Materiales Avanzados:** El Programa, denominado “Materiales con funcionalidades avanzadas para la nueva transformación tecnológica”, trata de consolidar la actividad de I+D+I en el área de Materiales Avanzados, apoyando el liderazgo científico en líneas estratégicas y potenciando la colaboración entre las Comunidades Autónomas participantes a través de un programa director de investigación, de la generación y atracción de talento y del refuerzo de las infraestructuras científicas existentes, así como fomentar sinergias entre centros de investigación, centros tecnológicos y empresas para acelerar la innovación y el desarrollo tecnológico.

En la ejecución del Programa colaborarán las Comunidades Autónomas de País Vasco, Cataluña, Comunitat Valenciana, Aragón, Comunidad de Madrid y Castilla y León. La Comunitat Valenciana asumirá la coordinación del Programa en sus aspectos científico-técnicos y administrativos. Los objetivos, líneas de actuación y resultados esperados del Programa se detallan en el Anexo IV del presente Acuerdo.

Segundo. Financiación de los Programas.

Los Programas de I+D+I contarán para su ejecución con aportaciones del MICIN, con cargo a fondos del PRTR, y con aportaciones de las Comunidades Autónomas. Los importes en el ámbito de cada Comunidad Autónoma, así como su distribución entre los Programas de I+D+I en los que participan, se resumen a continuación.

La aportación de MCIN está financiada por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea, establecido por el Reglamento (UE) 2020/2094 del Consejo, de 14 de diciembre de 2020, por el que se establece un Instrumento de Recuperación de la Unión Europea para apoyar la recuperación tras la crisis de la COVID-19, y regulado según Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. Dicha financiación queda legalmente vinculada a la realización de las inversiones recogidas en este Acuerdo, medidas integradas en el PRTR.



COMUNIDAD AUTÓNOMA	ÁREAS DE INTERÉS	FONDOS DEL PRTR	FONDOS AUTONÓMICOS
País Vasco	Materiales Avanzados	5.559.000 €	4.641.000 €
Cataluña	Astrofísica y Física de Altas Energías	7.474.700 €	7.474.599 €
	Materiales Avanzados	8.200.000 €	6.865.000 €
Galicia	Biodiversidad	12.339.056 €	10.660.944 €
Andalucía	Astrofísica y Física de Altas Energías	5.100.000 €	2.750.000 €
	Biodiversidad	3.218.883 €	2.781.117 €
Principado de Asturias	Biodiversidad	1.072.961 €	927.039 €
Cantabria	Astrofísica y Física de Altas Energías	450.000 €	300.000 €
La Rioja	Agroalimentación	3.776.500 €	2.033.500 €
Región de Murcia	Agroalimentación	5.560.000 €	3.000.000 €
Comunitat Valenciana	Agroalimentación	5.850.000 €	3.150.000 €
	Astrofísica y Física de Altas Energías	5.248.760 €	2.826.249 €
Aragón	Materiales Avanzados	6.080.000 €	3.920.000 €
	Agroalimentación	2.280.000 €	1.220.000 €
	Astrofísica y Física de Altas Energías	2.900.000 €	1.561.537 €
Canarias	Materiales Avanzados	2.000.000 €	1.080.000 €
	Biodiversidad	12.339.056 €	10.660.944 €
Comunidad Foral de Navarra	Agroalimentación	12.160.529 €	6.550.003 €
Extremadura	Biodiversidad	3.347.640 €	2.892.360 €
Illes Balears	Astrofísica y Física de Altas Energías	1.000.000 €	1.000.000 €
	Biodiversidad	2.682.404 €	2.317.000 €
Comunidad de Madrid	Materiales Avanzados	6.063.761 €	4.436.239 €
Castilla y León	Materiales Avanzados	1.800.000 €	1.200.000 €
SUMA:		116.503.250 €	84.247.531 €



La aportación del PRTR está prevista con cargo a la partida 28.50.46QA.75903 del presupuesto del MCIN y, para ello, este Ministerio impulsará la aprobación de un Real Decreto que permita su instrumentación, conforme lo dispuesto en el artículo 28.2 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones. A esos efectos se tendrán en cuenta las medidas de agilización de subvenciones previstas en el capítulo V del Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre, por el que se aprueban medidas urgentes para la modernización de la Administración Pública y para la ejecución del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

La transferencia de los fondos por parte del MCIN correspondientes a cada Comunidad Autónoma se llevará a cabo en un único libramiento, previa aprobación de las oportunas resoluciones de concesión. Los citados instrumentos recogerán las obligaciones asumidas en el presente Acuerdo.

Cualquier cambio que afecte de manera significativa a la naturaleza de las actuaciones contempladas en los anexos, deberá ser sometida a la autorización del MCIN previa valoración de los correspondientes Comités de Coordinación, regulados en el apartado octavo de este acuerdo, que deberán pronunciarse sobre la adecuación científico-técnica de la modificación con los objetivos del programa.

Las condiciones de ejecución que, en su caso, puedan acordarse en el seno del Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación y que comporten obligaciones económicas para las Administraciones firmantes, quedarán condicionadas a sus respectivas disponibilidades presupuestarias y a que se lleve a cabo la preceptiva tramitación para la aprobación del gasto, de conformidad con su normativa de aplicación.

Tercero. Plazos de ejecución.

Cada Programa tendrá una duración máxima de tres años, contados a partir de la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» del Real Decreto citado en el apartado anterior.

La imputación de gastos relacionados con la ejecución de los Programas estará limitada a actividades realizadas durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2021 y la finalización del Programa a los tres años desde la citada publicación.

Cuarto. Entidades ejecutoras

Las entidades ejecutoras de los programas que reciban fondos públicos deberán reunir los requisitos establecidos en el artículo 13 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, y no estar incurso en ninguna de las circunstancias señaladas en los apartados 2 y 3 de dicho artículo. Asimismo, deberán cumplir las obligaciones recogidas en el artículo 14 de la citada Ley.



Quinto. Gastos elegibles para actividades financiadas con cargo al PRTR.

La elegibilidad de gastos con cargo al PRTR está sujeta al Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021, por el que se establece el MRR, y los futuros desarrollos que pueda tener dicho reglamento.

Los principios de actuación y obligaciones establecidos por el MRR, así como los compromisos adquiridos a través del PRTR, conllevan las siguientes limitaciones en lo relativo a los gastos elegibles:

- La imputación de **gastos de personal** está limitada a nuevas contrataciones de personal temporal y a los costes de personal indefinido para actividades de I+D+I directamente relacionadas con la ejecución de los Programas. Están excluidos los costes de personal funcionario, laboral fijo y estatutario según lo define el Real Decreto Legislativo 5/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto Básico del Empleado Público. La ayuda del Mecanismo no sustituirá, excepto en casos debidamente justificados, a los gastos presupuestarios nacionales ordinarios.
- La imputación de **gastos de equipamiento** está limitada a la adquisición de equipamiento nuevo necesario para la ejecución de los Programas.
- La imputación de **gastos de obras civiles** está limitada a obras de acondicionamiento necesarias para la puesta en marcha del equipamiento adquirido con cargo a los Programas.
- La imputación de **otros gastos** está limitada a gastos no recurrentes y estrictamente relacionados con la ejecución de los Programas que no se corresponden a costes de personal y equipamiento incluyendo, entre otros, costes de bienes fungibles y subcontrataciones hasta el límite permitido por la Ley General de Subvenciones.
- Se podrán imputar **costes indirectos** hasta un quince por ciento (15%) de la suma de los costes directos debidamente justificados en los términos que se establecen en la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y Real Decreto 887/2006, de 21 de julio por el que se aprueba su reglamento.
- No se podrán imputar **costes financieros** ni **impuestos indirectos**, tales como el Impuesto sobre el Valor Añadido y el Impuesto General Indirecto Canario.
- No se financiarán **gastos presupuestarios ordinarios** y **recurrentes**. Todos los gastos deberán responder de manera indubitada a la naturaleza de la actividad de I+D+I seleccionada para su financiación por el MRR y deberán contribuir a los hitos y objetivos de la medida.



Sexto. Gastos elegibles para actividades financiadas con aportaciones de las Comunidades Autónomas.

La elegibilidad de gastos con cargo a fondos autonómicos está sujeta a la normativa vigente de cada Comunidad Autónoma. En el caso de aportar financiación obtenida a través de otros fondos o de terceros, será de aplicación la normativa correspondiente. A estos efectos y de conformidad con el artículo 9 del Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el MRR, los proyectos de inversión podrán recibir ayuda de otros programas e instrumentos de la Unión, siempre que dicha ayuda no cubra el mismo coste y no se incurra en supuestos de doble financiación, para lo que se determinarán las actuaciones concretas que conformen dichos programas de I+D+I y que vayan a ser objeto de financiación exclusiva con cargo al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Conllevan las siguientes particularidades en lo relativo a los gastos elegibles:

- Se podrán imputar como de **gastos de personal** la contratación nueva de personal temporal así como el personal laboral indefinido regulado por el Real decreto Ley 32/2021, los costes de personal indefinido para actividades de I+D+I directamente relacionadas con la ejecución de los Programas, así como los costes de personal funcionario, laboral fijo y estatuario según lo define el Real Decreto Legislativo 5/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto Básico del Empleado Público, siempre que se pueda acreditar documentalmente su dedicación al programa, pudiendo ser objeto de cofinanciación con cargo a fondos regionales de la Unión Europea
- La imputación de **gastos de equipamiento** no está limitada a la adquisición de equipamiento nuevo y podrá incluir costes de amortización de equipamiento estrictamente relacionado con la ejecución del Programa y acreditados por un sistema de seguimiento e imputación de horas y financiados con fondos propios.
- La imputación de **otros gastos** está limitada a gastos no recurrentes y estrictamente relacionados con la ejecución del Programa que no se corresponden a costes de personal y equipamiento incluyendo, entre otros, costes de bienes fungibles y subcontrataciones, siempre que estén vinculadas a la actuación financiada y dentro de los porcentajes que cada CCAA tenga fijadas en su normativa reguladora.
- No se podrán imputar **costes financieros ni impuestos indirectos**, tales como el Impuesto sobre el Valor Añadido y el Impuesto General Indirecto Canario, pero con la excepción de la parte no recuperable de los impuestos indirectos que se hayan imputado y justificado debidamente a ayudas con cargo a fondos regionales de la Unión Europea.
- Se podrán financiar **gastos con cargo a fondos regionales de la Unión Europea**, dentro del periodo de elegibilidad y relacionados con la ejecución de los Programas, siempre y cuando cumplan los principios de adicionalidad y complementariedad de acuerdo con el artículo 9



Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021, por el que se establece el MRR. En ningún caso el MRR, o cualquier otro fondo europeo, podrá utilizarse para financiar dos veces el mismo coste. Para ello, los agentes autonómicos encargados de la financiación y seguimiento de los Programas deberán disponer de los mecanismos adecuados para evitar dicha doble financiación.

- Se podrán financiar gastos con cargo a otros **fondos de terceros**, dentro del periodo de elegibilidad y relacionados con la ejecución de los Programas, siempre y cuando los fondos no procedan de la Administración General del Estado y cumplan el principio de ausencia de doble financiación.
- Se podrán imputar **costes indirectos** hasta un quince por ciento (15%) de la suma de los costes directos debidamente justificados en los términos que se establecen en la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y Real Decreto 887/2006, de 21 de julio por el que se aprueba su reglamento.

Séptimo. Justificación de las aportaciones del MCIN y de las Comunidades Autónomas.

Para las aportaciones procedentes del PRTR, la justificación de los fondos se hará una vez finalizados los programas, mediante la presentación de una cuenta justificativa ante la Secretaría General de Investigación del MCIN antes del 30 de septiembre de 2025.

La cuenta justificativa comprenderá:

- Memoria técnica descriptiva de las actividades realizadas. Se detallarán asimismo los procedimientos implantados para evitar el daño significativo al medioambiente, y para prevenir, detectar y corregir el fraude, la corrupción y el conflicto de interés en las actividades que se han instrumentado a través de los Programas. En el supuesto de que existan ayudas de estado, se incluirán las medidas tomadas para su control.
- Relación detallada de gastos y pagos realizados con los fondos percibidos.
- Relación detallada de otros ingresos o ayudas que hayan financiado la actividad objeto de la transferencia, con indicación de su importe y procedencia.
- En su caso, acreditación del reintegro al Tesoro Público del remanente no utilizado, así como de los intereses derivados de los mismos.
- Acreditación de la publicidad realizada.
- Indicación del lugar y el órgano de custodia de la documentación justificativa original.

Los gastos derivados de los fondos aportados por las Comunidades Autónomas deberán ser acreditados, mediante declaración responsable del representante que designe la Comunidad



Autónoma ante el MCIN, antes del 30 de septiembre de 2025. En todos los casos, los documentos acreditativos del gasto y del pago podrán ser solicitados a la Comunidad Autónoma y el MCIN podrá efectuar las verificaciones técnicas y económicas oportunas sobre las justificaciones presentadas y quedarán sometidos a las actividades de control que corresponden a la Intervención General del Estado y al Tribunal de Cuentas.

Octavo. Gobernanza.

El seguimiento de lo establecido en el presente Acuerdo se realizará a través de la Comisión constituida para el seguimiento del Acuerdo de 8 de noviembre de 2021 en los mismos términos que figuran en el citado acuerdo.

La Comisión de Seguimiento se apoyará en los Comités de Coordinación de los Programas. Para ello, cada Comunidad Autónoma designará un coordinador científico y un coordinador administrativo para cada Programa en el que participa. Los representantes de la Comunidad Autónoma que coordina un Programa actuarán como presidentes de sus respectivos comités.

En los Comités de Coordinación participará un miembro designado por el MCIN.

Se contará también con un representante de los departamentos ministeriales con competencias en el desarrollo de las políticas sectoriales de energía, medio ambiente o agricultura según corresponda, con objeto de aprovechar las sinergias, optimizar la utilización de los fondos del PRTR y conseguir los objetivos perseguidos en áreas estratégicas.

Las funciones de los Comités de Coordinación serán las siguientes:

- Velar por la correcta coordinación y ejecución de los Programas.
- Documentar incidencias en el desarrollo de los Programas y comunicarlos a la Comisión de Seguimiento.
- Proponer a la Comisión de Seguimiento modificaciones de los Programas para su aprobación en beneficio de la consecución de los objetivos previstos y resultados esperados de acuerdo con los planes de trabajo recogidos en los Anexos del presente Acuerdo, garantizando su alineamiento y sinergia con los Planes y Estrategias previstos en otros componentes del PRTR.
- Proponer a la Comisión de Seguimiento la incorporación de otras Comunidades Autónomas siempre que contribuyan a los objetivos establecidos en el punto anterior.
- Elaborar los informes científico técnicos intermedio y final de los Programas y elevarlos a la Comisión de Seguimiento para su aprobación.
- Asesorar e informar a la Comisión de Seguimiento en los aspectos científico-técnicos y administrativos de los Programas.



- Valorar la pertinencia científico-técnica de las modificaciones sustanciales de los programas y determinar su viabilidad con los objetivos de estos.

Noveno. Obligaciones del MCIN.

El MCIN se compromete a:

- Tramitar los instrumentos oportunos y en los términos previstos en el presente Acuerdo, para hacer efectivas las aportaciones recogidas en este acuerdo, condicionado a la existencia de crédito presupuestario.
- Impulsar y velar por el buen desarrollo de las actuaciones objeto de este Acuerdo.
- Prestar el asesoramiento necesario, en el ámbito de sus competencias, sobre las distintas cuestiones que puedan surgir respecto a la ejecución de las actuaciones previstas en el presente Acuerdo.
- Colaborar y coordinar a las Comunidades Autónomas participantes en cada Programa con el fin de garantizar la buena ejecución del objeto de este Acuerdo y el desarrollo correcto de cada Programa.
- Cumplir, en el desarrollo y ejecución de los Programas, con las exigencias derivadas del Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el MRR, recogidas en el Anexo V.

Décimo. Obligaciones de las Comunidades Autónomas.

Las Comunidades Autónomas que participan en cada programa se comprometen a:

- Suscribir el Convenio marco correspondiente al programa en el que está prevista su participación con anterioridad al 31 de marzo de 2022.
- Llevar a cabo la ejecución de las medidas propuestas en cada Programa, una vez reciban la aportación del PRTR, en el plazo máximo establecido en presente Acuerdo, así como a supervisar su correcta ejecución.
- Promover sus aportaciones conforme a lo previsto en este acuerdo.
- Garantizar la gobernabilidad y sostenibilidad de sus proyectos.
- Coordinarse y colaborar entre ellas y con el MCIN para el desarrollo de los objetivos de los Planes Complementarios y de las estrategias comunes que favorezcan su implementación.



- Afectar los ingresos que reciban del MCIN, respetando en todo caso las normas de elegibilidad previstas en el MRR, debiendo remitir con la periodicidad, procedimiento y formato, y con referencia a las fechas contables que establezca la autoridad responsable del MRR, información sobre el seguimiento de la ejecución contable de los gastos imputados a proyectos, con la debida identificación de dichos proyectos o iniciativas a través del código de referencia único del programa o mecanismo de la Unión Europea, y de la entidad u organismo a que correspondan. La información se emitirá de conformidad con lo dispuesto en el artículo 46.2 del Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre y las Órdenes Ministeriales HFP/1030/2021 y HFP/1031/2021, de 29 de septiembre.
- Realizar la verificación económico-administrativa y científico-técnica de sus respectivos proyectos con anterioridad al 30 de septiembre de 2025, en los términos establecidos en el apartado séptimo del presente acuerdo.
- Serán responsables de la fiabilidad y el seguimiento de la ejecución de las inversiones indicadas, de manera que pueda conocerse en todo momento el nivel de consecución de cada inversión y de hitos y objetivos que se hayan establecido al respecto.
- Deberán establecer mecanismos que aseguren que las actuaciones a desarrollar por terceros contribuyen al logro de las inversiones previstas y que dichos terceros aportan la información que, en su caso, fuera necesaria para determinar el valor de los indicadores de seguimiento del PRTR.
- Asumen el mantenimiento de una adecuada pista de auditoría de las actuaciones realizadas en el marco de los Programas y la obligación de mantenimiento de la documentación de soporte. El suministro de información se realizará en los términos que establezca el Ministerio de Hacienda de conformidad con la normativa nacional y de la Unión Europea.
- Cumplir, en el desarrollo y ejecución de los Programas, con las exigencias derivadas del Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el MRR, recogidas en el Anexo V.

Undécimo. Control, incumplimiento, reintegros y sanciones.

Procederá el reintegro total o parcial de los fondos:

- En el supuesto de que una Comunidad Autónoma no realice el gasto previsto con cargo al PRTR, deberá reintegrar al Estado los fondos recibidos no invertidos.
- En el supuesto de que una Comunidad Autónoma no destine total o parcialmente los fondos percibidos del PRTR a las actuaciones previstas en este Acuerdo, deberá reintegrar los fondos al Estado por el importe indebidamente utilizado.



- Los ejecutores finales de los fondos públicos estarán sujetos a las actuaciones de control que lleven a cabo las instituciones facultadas para ello por la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, y obligados a facilitar cuanta información les sea requerida por la Intervención General de la Administración del Estado, por el Tribunal de Cuentas, y por los órganos competentes europeos.
- El incumplimiento total o parcial de los requisitos y obligaciones que se establezcan en la correspondiente resolución de concesión dará lugar, previo el oportuno expediente de incumplimiento, a la pérdida del derecho al cobro de la ayuda y/o a la obligación de reintegrar ésta y los intereses de demora correspondientes, conforme a lo dispuesto en el Título II de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, y en el Título III de su Reglamento.
- En el caso de no lograrse, en todo o en parte los objetivos previstos con la medida, o de no poder acreditar el logro de los objetivos por falta de fiabilidad de los indicadores reportados, cada Comunidad Autónoma deberá reintegrar los fondos recibidos cuando el incumplimiento impida el retorno de fondos europeos al Tesoro, por el importe del retorno no percibido, en parte proporcional a su participación en la medida.
- Cualquier irregularidad que afecte a medidas bajo la responsabilidad de una Comunidad Autónoma determinada, en cualquier control desarrollado por autoridades nacionales o de la Unión Europea, que impida el retorno de fondos al Tesoro, implicará el reintegro del importe del retorno no percibido en relación con las actuaciones bajo la responsabilidad del participante.
- En caso de incumplimiento de las condiciones asociadas al principio de «no causar un perjuicio significativo» (DNSH).
- No facilitar las funciones de seguimiento y control, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 46.2 del Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre.

Los ejecutores finales de los fondos públicos quedarán sujetos al régimen de infracciones y sanciones establecido en el Título IV de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre General de Subvenciones.

En caso de que alguna de las entidades, que perciba financiación para la realización de los Programas previstos en el presente Acuerdo, incurra en cualquiera de las causas de reintegro previstas en el artículo 37 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, corresponderá exclusivamente a dicha entidad hacer frente a tales obligaciones, sin que tal exigencia pueda ser extendida solidariamente a las restantes entidades que perciban financiación con cargo a lo previsto en este Acuerdo, aun cuando estas puedan participar, conjuntamente con la entidad incurso en causa de reintegro, en Programas en común.



Los eventuales reintegros a que hubiera lugar por no realizarse el gasto o, en su caso, por no poder cumplir total o parcialmente con los objetivos previstos, se tramitarán conforme a lo establecido en el artículo 7, regla séptima, de la Ley 22/2021, de 28 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2022.

Decimosegundo. Vigencia del Acuerdo

Este acuerdo estará vigente mientras subsistan obligaciones científicas derivadas del Anexo II del presente acuerdo, administrativas o de control, derivadas de los Planes Complementarios y de sus instrumentos de desarrollo.

Decimotercero. Principio de igualdad.

El principio de igualdad de trato y oportunidades, y la participación equilibrada de mujeres y hombres en todos los ámbitos a los que se refiere el presente Acuerdo, informarán la aplicación del mismo. Los responsables de la ejecución de los Programas procurarán de forma activa la integración de esos principios en las iniciativas que se lleven a cabo en el marco del presente Acuerdo, así como la ejecución y desarrollo del conjunto de actividades.

Decimocuarto. Régimen jurídico

Durante la ejecución de cada programa, las Comunidades Autónomas participantes deberán observar la normativa comunitaria, nacional y regional que resulte de aplicación y, entre otras, las siguientes normas:

- a) Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y Real Decreto 887/2006, de 21 de julio por el que se aprueba su reglamento.
- b) Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- c) En caso de que las Comunidades Autónomas firmantes no hayan dictado su propia normativa reguladora en materia de subvenciones, Orden EHA/1434/2007, de 17 de mayo, por la que se aprueba la norma de actuación de los auditores de cuentas en la realización de los trabajos de revisión de cuentas justificativas de subvenciones, en el ámbito del sector público estatal, previstos en el artículo 74 del Reglamento de la Ley General de Subvenciones.
- d) Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria.
- e) Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre, por el que se aprueban medidas urgentes para la modernización de la Administración Pública y para la ejecución del PRTR.



-
- f) Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero, por el que se establece el MRR.
 - g) Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088.
 - h) Reglamento (UE) 651/2014 de la Comisión, de 17 de junio de 2014, por el que se declaran determinadas categorías de ayudas compatibles con el mercado interior en aplicación de los artículos 107 y 108 del Tratado y toda la normativa sobre Ayudas de Estado.
 - i) Reglamento (UE, Euratom) 2018/1046 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de julio de 2018, sobre las normas financieras aplicables al presupuesto general de la Unión.
 - j) Comunicación de la Comisión (2021/C 58/01). Guía técnica sobre la aplicación del principio de “no causar un perjuicio significativo” en virtud del Reglamento relativo al MRR.
 - k) Guía (UE) de Estados Miembros publicada el 22 de enero de 2021 (SWD (2021) 12 part 1/2).
 - l) Orden HFP/1031/2021, de 29 de septiembre, por la que se establece el procedimiento y formato de la información a proporcionar por las Entidades del Sector Público Estatal, Autonómico y Local para el seguimiento del cumplimiento de hitos y objetivos y de ejecución presupuestaria y contable de las medidas de los componentes del PRTR.
 - m) Orden HFP/1030/2021, de 29 de septiembre, por la que se configura el sistema de gestión del PRTR.



ANEXO I

PLAN DE TRABAJO Y FINANCIACIÓN PROPUESTA PARA EL PROGRAMA DE I+D+I EN EL AREA DE AGROALIMENTACIÓN.

TÍTULO DESCRIPTIVO DEL PROGRAMA

PROGRAMA AGROALNEXT. CONTRIBUCIÓN A LA TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO EN UN ESCENARIO MÁS VERDE, SOSTENIBLE, SALUDABLE Y DIGITAL: SUPERANDO LA BRECHA ENTRE LOS DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS, EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA Y SU IMPLEMENTACIÓN.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN (LA)

- **LA-1:** PRODUCCIÓN PRIMARIA SOSTENIBLE. TRANSICIÓN ECOLÓGICA.
- **LA-2:** GARANTÍA DE SUMINISTRO DE ALIMENTOS SANOS, SEGUROS, SOSTENIBLES Y ACCESIBLES.
- **LA-3:** TRANSICIÓN DIGITAL DEL SECTOR AGROALIMENTARIO.
- **LA-4:** ECONOMÍA CIRCULAR.
- **LA-5:** INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA PARA LA TRANSFORMACIÓN.
- **LA-6:** REFUERZO DE INFRAESTRUCTURAS Y RECURSOS PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DE LAS ENTIDADES DE I+D+I Y EL IMPULSO DE LA TRANSFERENCIA AL MERCADO.
- **LA-7:** COORDINACIÓN, DIFUSIÓN Y FORMACIÓN.

COMUNIDADES AUTÓNOMAS PARTICIPANTES

- La Rioja
- Región de Murcia
- Comunitat Valenciana
- Aragón
- Comunidad Foral de Navarra



BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Entre los grandes retos de innovación estatal y europea destaca el desarrollo de una cadena agroalimentaria inteligente y sostenible, capaz de producir alimentos saludables en cantidad suficiente, en un entorno de economía circular y digitalizada. Esta necesidad viene dada por los importantes retos a los que se enfrenta el sector: **aumento de la demanda mundial de alimentos** en un 70% en 2050 para alimentar a 10.000 millones de personas, teniendo en cuenta el aumento de la **obesidad y patologías relacionadas** con una alimentación excesiva o incorrecta. Por otra parte, el sistema alimentario es responsable del 25% de las emisiones de CO₂, del uso del 70% del agua dulce, del 50% de la tierra habitable y de la pérdida de biodiversidad y es, por tanto, un gran **contribuyente al cambio climático**. A su vez el cambio climático afecta negativamente por la presión sobre la disponibilidad de agua, degradación de suelos, descenso de rendimientos de cosecha, etc.

Atendiendo a estos retos, y considerando el potencial innovador en el ámbito agroalimentario español, se propone la ejecución del Programa **AGROALNEXT**. El **propósito** final de **AGROALNEXT** es **favorecer la doble transformación, digital y sostenible del sector agroalimentario, para así incrementar su competitividad y alcanzar los objetivos climáticos y medioambientales** fijados en el Pacto Verde, a la vez que se garantiza el suministro de **alimentos sanos, seguros, sostenibles y accesibles a la población**, como persigue la **Estrategia de la Granja a la Mesa** de la UE.

El Programa se basa en que la transformación del sistema agroalimentario se hará realidad gracias a **la ciencia, la tecnología y la innovación**. Se trata de una transformación, por tanto, basada en el **conocimiento**, pero en un conocimiento de alta aplicabilidad que pueda ser **transferido e implantado en el sector**. Será entonces cuando la innovación ocurra. Por tanto, las tecnologías/ innovaciones deben generarse, desarrollarse, hacerse accesibles y aplicarse de manera coordinada y coherente con otras palancas de cambio, requiriendo de acciones individuales y colectivas, con un enfoque holístico (multidisciplinar) y colaborativo entre actores y regiones. Teniendo en cuenta este enfoque, el programa pretende **solventar la brecha existente entre conocimiento e innovación tecnológica, dinamizando y acompañando la transición digital y ecológica del sector hacia modelos innovadores, seguros y resilientes**, favoreciendo los cuatro pilares de la sostenibilidad: ambiental, social, económica, y de gobernanza.

Para ello, el programa abordará los siguientes **objetivos específicos**: 1) **Investigar y generar nuevos conocimientos** de alta aplicabilidad y **oportunidades de innovación**. Se desarrollará y aplicará una estrategia de I+D+i para el desarrollo de ideas innovadoras, con la ejecución de proyectos propios y la participación en propuestas competitivas de carácter nacional e internacional. 2) Conectar y formar agentes: **demostrar, transferir y difundir conocimiento y**



soluciones, a nivel nacional e internacional. Se desarrollarán herramientas para la aplicación de una estrategia de transferencia y explotación de los desarrollos con la colaboración participativa de las empresas. 3) **Adquirir talento, equipamiento e instalaciones y fomentar la colaboración** entre los organismos de investigación **para una I+D+i excelente y eficaz**, con llegada a mercado. 4) **Promover la cooperación y el desarrollo de sinergias claves** en innovación, internacionalización y desarrollo sostenible.

AGROALNEXT va a ser abordado de forma conjunta por cinco CCAA: **Aragón, Comunidad Foral de Navarra, Comunitat Valenciana, La Rioja y Región de Murcia**, en las cuales el sector agroalimentario tiene una gran relevancia. Las cinco CCAA van a compartir objetivos, compromisos y herramientas, aprovechándose de la colaboración y las sinergias existentes entre ellas.

En el Programa colaborarán los principales actores de los ecosistemas de I+D+i de estas regiones, que aportan competencias multidisciplinares relevantes y complementarias en los ámbitos de actuación del programa. Así todas las CCAA participan en la consecución de los resultados (nuevas tecnologías, soluciones, metodologías, herramientas, etc.), para el beneficio conjunto del sector.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

LÍNEA 1. PRODUCCIÓN PRIMARIA SOSTENIBLE. TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Se pretende el desarrollo e impulso de sistemas de producción primaria sostenibles, basados en la naturaleza y el entorno, adaptados al cambio climático. Se persigue mejorar el uso de los recursos e insumos implicados en la producción primaria agrícola y ganadera, así como incrementar la capacidad de respuesta, desde la investigación y el sector productivo, al reto del cambio climático.

Actuación 1.1. Sistemas integrados/ecológicos de fertilización y control de plagas y enfermedades para la reducción de la contaminación y de la dependencia de plaguicidas y fertilizantes: Se llevarán a cabo proyectos de soluciones basadas en la naturaleza y servicios ecosistémicos: control biológico de plagas, insectos polinizadores, biofertilizantes microbianos, bioestimulantes, etc. Se llevarán a cabo proyectos demostrativos en condiciones reales sobre las soluciones propuestas, el manejo agroecológico de cultivos representativos con incidencia en la reducción del uso de fertilizantes de síntesis y de pesticidas químicos, así como aumento de la producción ecológica. Asimismo, se llevará a cabo la creación de programas de certificación de plantas libres de patógenos.



Actuación 1.2. Adaptación al cambio climático. Resiliencia de la producción agrícola frente a los efectos del cambio climático y la escasez hídrica y su papel en mitigar riesgos para la sociedad. Se desarrollarán estrategias encaminadas al aumento en la producción de los cultivos, a la resistencia frente a plagas y enfermedades, y a una mejor adaptación al cambio climático. Desde la Rioja, se pondrá en marcha una red de parcelas experimentales de última generación enfocadas a la mitigación de los efectos del cambio climático en la vitivinicultura, mediante la consideración de nuevos clones, nuevas variedades y portainjertos y adecuadas técnicas de cultivo. Se abordará la investigación y desarrollo de ecoesquemas mediterráneos extensivos (almendro,-vid,-olivo) e intensivos (horticultura, citricultura, frutal de hueso) adaptados a la Agricultura Ecológica (AE).

Actuación 1.3. Mejora genética. Investigación, desarrollo e introducción de nuevas variedades y portainjertos. Se acometerán actuaciones para el mantenimiento, recuperación y mejora de variedades de conservación. De este modo, se abordará la caracterización, la selección y la introducción de nuevas variedades y de clones de frutales, de especies hortícolas, de cítricos, de plantas aromático-medicinales y de vid con menos necesidades hídricas y nutricionales, y mejor adaptadas al cambio climático en zonas social y medioambientalmente vulnerables.

Actuación 1.4. Manejo agroecológico del suelo: restauración y aumento de la fertilidad. Conservación de suelos y paisaje. Se generará nuevo conocimiento acerca de los procesos de degradación de suelos y se propondrán prácticas beneficiosas para su restauración y su mantenimiento de forma sostenible. Se llevarán a cabo proyectos demostrativos sobre manejo de suelos para frenar la desertización, mejora de la captura de carbono, retención de humedad y aumento de la fertilidad, a través del incremento de la materia orgánica y de otras prácticas (optimización del pastoreo, mínimo laboreo, cosecha de agua keyline, rotación de cultivos, ...).

Actuación. 1.5. Reducción del uso de plásticos en agricultura. Se propondrán iniciativas para el desarrollo de plásticos biodegradables y/o fotoselectivos.

Actuación 1.6. Ganadería sostenible y eficiente y Bienestar animal. Se abordarán adaptaciones destinadas a mejorar el bienestar animal, entre las que se incluyen: nuevas estrategias nutricionales, manejo optimizado en granja con reducción emisiones amoníaco y gases GEI, reducción de la huella hídrica y transformación in-situ y ex-situ deyecciones ganaderas, así como el desarrollo de instalaciones ganaderas avanzadas climáticamente y la reducción de vertidos residuales (pérdidas de nutrientes, minerales y materia orgánica) de las instalaciones acuícolas, así como diseño de nuevas instalaciones ganaderas adaptadas al cambio climático.

Actuación 1.7. Desarrollo de estrategias para mejorar la reproducción y sanidad animal: Se incluyen iniciativas para el diagnóstico y control de patógenos (virus y bacterias) emergentes y utilización de estrategias productivas que reduzcan el uso de antibióticos.

Actuación 1.8. Manejo y optimización del ciclo del agua y su aprovechamiento en el sector agroalimentario. Se desarrollarán diferentes técnicas y estrategias enfocadas a una



optimización del ciclo del agua en el sector, tanto desde un punto de vista productivo (riego eficiente, desalobración y desnitrificación de recursos no convencionales) como sostenible (sistemas de alarma e integración de datos para mantenimiento y la calidad de los recursos hídricos).

Actuación 1.9. Investigación en gobernanza de recursos hídricos basados en sistemas integrados de gestión del agua. Se considerará el estudio de distintas estrategias, incluyendo fuentes de distintas procedencias, calidad, distribución y usos para toma de decisiones.

Actuación 1.10. Innovación en la regulación de la producción agraria sostenible. Desde La Rioja se desarrollará un nuevo modelo de regulación para evaluar en qué medida las explotaciones vitícolas riojanas incorporan en su gestión criterios de producción sostenible. Se diseñará un Modelo de Producción Agrícola Sostenible que permita evaluar de forma objetiva y cuantificable en qué medida las explotaciones hacen un uso eficaz y sostenible de los nuevos conocimientos considerando: Gestión del agua, del suelo, Impacto en la atmósfera, Gestión de la Biodiversidad y energética. Tras ello, se realizará un proyecto piloto en el sector para evaluar su perfil de sostenibilidad actual.

Los Resultados esperados son: 1) Desarrollo de nuevos productos y metodologías de nutrición vegetal y control de plagas y enfermedades y de patógenos de suelo (bioestimulantes, pesticidas basados en elicitores, agentes de biocontrol, fitófagos y enemigos naturales, compuestos activos), 3) Desarrollo de sistemas de producción agrícolas sostenibles, resilientes y adaptados al cambio climático, basados en la utilización y optimización de recursos, 3) Optimización de sistemas agrícolas extensivos mediterráneos, de cultivos emergentes y de cultivos hortícolas bajo invernadero, con objeto de aumentar su resiliencia y mitigar los efectos del cambio climático, 4) Conservación y recuperación de variedades locales, diversificación y mejora genética de las variedades y portainjertos existentes, y promoción de nuevos genotipos adaptados al cambio climático y la resistencia a patógenos, 5) Desarrollo de programa de certificación de plantas con garantía genética y sanitaria, 6) Propuestas de prácticas agroecológicas y de agricultura de conservación y de prácticas de manejo de suelo sostenible, y sus servicios ecosistémicos en agroecosistemas de secano, 7) Identificación de indicadores para detectar procesos de degradación del suelo y sus consecuencias ambientales para otros recursos naturales como las aguas superficiales y/o subterráneas, 8) Tecnologías innovadoras para la gestión y reducción de plásticos en la agricultura y obtención de materiales alternativos sostenibles, 9) Desarrollo de estrategias de ganadería sostenible y de bienestar animal para una producción sostenible y eficiente, adaptada al cambio climático y con una menor reducción de emisiones y vertidos residuales, 10) Selección genética y desarrollo de nuevos métodos que incrementen la fertilidad y la seguridad en el empleo de las tecnologías de la reproducción, 11) Desarrollo de nuevos sistemas de diagnóstico rápido, programas sanitarios y nuevos tratamientos (vacunas, bioactivos) para el control de infecciones/enfermedades en explotaciones ganaderas, reduciendo así el uso de antibióticos, 12) Modelos de gobernanza y



tecnologías para mejorar la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos en la cadena agroalimentaria y desarrollo y aplicación de estrategias de riego eficiente (riego deficitario controlado, riego de precisión, riego subterráneo), 13) Optimización de los procesos de extracción, recuperación y desalobración de agua, 14) Modelos para evaluación del perfil de sostenibilidad.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A1.5	A1.6	A1.7	A1.8	A1.9	A1.10
Aragón	X	X	X	X	X	X	X	X		
Com. Foral de Navarra	X	X	X							
Comunitat Valenciana	X	X	X	X	X	X	X	X		
La Rioja	X	X	X							X
Región de Murcia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

LÍNEA 2. GARANTÍA DE SUMINISTRO DE ALIMENTOS SANOS, SEGUROS, SOSTENIBLES Y ACCESIBLES

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Su objetivo pasa por el desarrollo de sistemas de elaboración de alimentos innovadores y sostenibles, que cubran las necesidades de los consumidores y de la sociedad en el marco de una alimentación más nutritiva y saludable y con un menor impacto medioambiental, asegurando la seguridad alimentaria, a la vez que se crean nuevas oportunidades para nuevos negocios. Se pretende apoyar la transición hacia una alimentación con mayor presencia de alimentos basados en plantas y mayor diversificación de las fuentes de materias primas.

Actuación 2.1. Alimentación y Salud. Se abordará el desarrollo de estrategias innovadoras en el diseño de alimentos saludables, incluyendo la creación de nuevos conceptos y reformulaciones positivas que permitan generar productos y servicios que contribuyan a la salud, combinando conveniencia, sabor, precio y disponibilidad. Específicamente se abordará el diseño de alimentos destinados a grupos de población con necesidades nutricionales especiales (alimentación especial, deportiva, infantil y geriátrica). Más allá se identificarán vías de trabajo y conceptos con potencial para el impulso y desarrollo de la nutrición personalizada. Se llevarán a cabo estudios para entender los factores que influyen en la aceptabilidad de los alimentos saludables por parte del consumidor, que servirán de base para la promoción del consumo de alimentos / dietas saludables y sostenibles

Actuación 2.2. Investigación e impulso de nuevas fuentes de alimentos. Se llevarán a cabo actividades de investigación y desarrollo de procesos de obtención de nuevas fuentes de materias primas, con especial foco en proteínas alternativas (microorganismos, microalgas, insectos, cultivo celular, pseudocereales, entre otras). Se generará nuevo conocimiento sobre



su calidad nutricional, seguridad, alergenicidad e impacto medioambiental, así como sobre su uso e impacto en la elaboración de alimentos (beneficios y puntos críticos). Se identificarán fuentes de proteína (o materias primas para generar nuevas fuentes de proteína) infrautilizadas en España y se impulsarán nuevas oportunidades para su aprovechamiento y valorización.

Actuación 2.3. Nuevas tecnologías y sistemas de procesado de alimentos: Se desarrollarán tecnologías innovadoras de procesado de alimentos más sostenibles y respetuosas con las características intrínsecas beneficiosas de los productos, mitigando posibles contaminantes del procesado (altas presiones, pulsos eléctricos, plasma frío, ...). Se explorará la fermentación como vía para la obtención de nuevos/mejores alimentos. Asimismo, se perseguirán nuevos conceptos y tecnologías para la estructuración y texturización de alimentos (impresión 3D, extrusión, ...), que permitan utilizar nuevos ingredientes (proteínas vegetales, células, subproductos, ...), generando productos alimentarios que permitan cumplir las expectativas del consumidor de apariencia, sabor, textura, conveniencia, precio, ... De forma transversal, se estudiarán los efectos de nuevos sistemas/tecnologías de procesado sobre la seguridad, la calidad y la vida útil de los alimentos.

Actuación 2.4. Obtención de ingredientes, aditivos y nutraceuticos mediante tecnologías innovadoras y sostenibles. Se acometerá la investigación y el desarrollo de estrategias dirigidas a producir (bio)moléculas y productos con alto valor añadido para el sector alimentario, así como de complementos nutricionales. En este contexto, principalmente se tendrán en cuenta bioprocesos basados en microorganismos, enzimas, o cultivos vegetales, y procesos de extracción con tecnologías que permitan mejorar la calidad y el rendimiento del producto final. Se pondrá especial foco en el uso de subproductos y residuos agroalimentarios como sustratos y material de partida.

Actuación 2.5. Desarrollo de nuevos envases / conceptos de envasado que contribuyan a la sostenibilidad del producto. En este sentido, se considerarán iniciativas para el impulso de embalajes sostenibles-biodegradables, con el objetivo de reducir el sobre-empaquetado y minimizar el impacto derivado del envasado, concretamente en el desarrollo y optimización de bioplásticos. Se abordará la identificación y desarrollo de la aplicación de aditivos que protejan al alimento del deterioro y complementen a los materiales de envasado en la consecución de una adecuada vida útil, lo que constituirá la base para el desarrollo de envases activos, incorporando los aditivos conservantes. Se pretende trabajar en el desarrollo de sistemas de gestión avanzada de plásticos agrícolas y sistemas de gestión-reciclaje de envases prácticos, así como en el estudio y desarrollo de sistemas de biodegradación de materiales mediada por microorganismos-insectos-lombrices.

Actuación 2.6. Calidad y Seguridad alimentaria. Se llevarán a cabo actuaciones dirigidas al control de peligros emergentes asociados con el cambio climático, con cambios en los sistemas de producción y procesado, y con las nuevas formas de consumo. Se pretende así el desarrollo de tecnologías más eficientes para la detección de diferentes contaminantes y patógenos, así



como evaluación de la exposición de la población a éstos. Además, se abordará el estudio y evaluación de distintas estrategias de mitigación y su eficacia para la reducción de peligros biológicos y químicos. De forma específica para el sector vitivinícola, desde La Rioja se pondrá en marcha la ampliación de la capacidad científica y técnica de los laboratorios de la Estación Enológica de Haro para la mejora del control de la calidad, la seguridad y la trazabilidad de los vinos.

Actuación 2.7. Investigación de Mercado de nuevos productos y servicios: desarrollo de producto, segmentación de mercado y etiquetado por sostenibilidad. Se realizarán estudios de evaluación de la generación de valor percibida por el consumidor de las diferentes innovaciones en los alimentos (nuevas fuentes, nuevos ingredientes, nuevas tecnologías y sistemas de procesado) y detección de las vías de comunicación óptimas para generar comprensión del mensaje y valor del producto. Se pretende evaluar la contribución de las innovaciones en sostenibilidad en la generación de valor del producto. Se abordarán estudios dirigidos a la optimización del etiquetado que transmitan información de la sostenibilidad del producto y de su trazabilidad, y la consideración de las redes sociales como plataformas de agregación de información para la evaluación de nuevos productos.

Los resultados esperados son: 1) Nuevas propuestas y soluciones de diseño, formulación y proceso para la elaboración de alimentos de calidad nutricional, funcional saludable y sensorial diferenciada, seguros y adaptados a las necesidades de la población, 2) Nuevos desarrollos para la nutrición personalizada 3) Desarrollo de nuevas fuentes alimentarias alternativas y nuevos alimentos generados a partir de ellas, 4) Generación de productos de alto valor añadido: extractos, ingredientes, aditivos y nutracéuticos, 5) Desarrollo de envases más sostenibles, 6) Generación de conocimiento y capacidades para el control de riesgos microbiológicos y químicos, fraudes y trazabilidad, 7) Propuestas para conectar con el consumidor, 8) Creación de oportunidades para el desarrollo de nuevas empresas / cadenas de valor.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A2.1	A2.2	A2.3	A2.4	A2.5	A2.6	A2.7
Aragón	X			X	X	X	X
Comunidad Foral de Navarra	X	X	X	X			
Comunitat Valenciana	X	X	X	X	X	X	X
La Rioja						X	
Región de Murcia	X	X	X	X	X	X	X



LÍNEA 3. TRANSICIÓN DIGITAL DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El objetivo principal es proveer de inteligencia, eficiencia, y por ende sostenibilidad, a cada una de las etapas y actores de la cadena agroalimentaria, incluyendo las entidades de I+D+i, por medio del uso y desarrollo de tecnologías de vanguardia. Las soluciones propuestas se conseguirán a través de la recogida de datos, la fusión y el tratamiento, el análisis inteligente y la provisión de servicios. Se pretende incrementar así la incorporación de TICs en el sector agroalimentario y en la I+D+i nacional.

Actuación 3.1. Agricultura de precisión. Se abordará el desarrollo de sistemas de sensorización local y remota, integración de datos, Inteligencia Artificial (IA), Impacto y aplicabilidad del 5G, Edge computing y otras tecnologías disruptivas para tomar decisiones con mayor precisión, con el fin de mejorar la productividad de los cultivos y disminuir su impacto medioambiental. Se llevarán a cabo actividades de demostración de las soluciones propuestas.

Actuación 3.2. Investigación y desarrollo de aplicaciones digitales para el pequeño y mediano productor. Se propondrá el desarrollo de prototipos y herramientas de actuación digital, especialmente adaptadas a pequeños productores que, por cuestiones de coste y operabilidad, no pueden acceder a sistemas complejos que implican una fuerte inversión financiera, sobre todo relativas a reducciones de costes energéticos.

Actuación 3.3. Investigación en sistemas de modelado, predicción y gemelo digital para toma de decisiones. En producción primaria y procesado de alimentos, se afrontará el desarrollo de modelos para extraer patrones e información de relevancia que permitan generar conocimiento susceptible de ser utilizado en la operativa de las empresas agrarias y agroalimentarias, para así optimizar sus procesos productivos y asegurar la calidad y la seguridad de los productos que se obtienen, con especial foco en ecosistemas vulnerables.

Actuación 3.4. Investigación en tecnologías disruptivas y soluciones avanzadas para mejorar la monitorización inteligente de huertos y granjas mediante integración de datos y uso de la IA (Impacto del 5G y Edge Computing en entornos agrícolas y explotaciones con poca conectividad).

Actuación 3.5. Nuevos sistemas de monitorización rápida de parámetros de calidad y seguridad alimentaria. Se llevarán a cabo actividades de investigación y desarrollo de nuevos sistemas y técnicas innovadoras, rápidas y no invasivas para determinar calidad, seguridad alimentaria y adulteración o fraude en alimentos (biosensores, tecnologías espectroscópicas, ultrasonidos, ...). Adicionalmente, se trabajará en el uso eficiente de los datos generados por este tipo de sistemas.

Actuación 3.6. Digitalización de los sistemas de seguridad y calidad en producción, postcosecha, transporte y distribución eficiente en la huella de carbono. Se abordarán estudios de digitalización de los sistemas de seguridad y calidad de cultivos en todos los ámbitos de la cadena, con especial atención a los aspectos relacionados con la trazabilidad de los productos y



el mantenimiento de sus propiedades durante los procesos de transformación, almacenaje y transporte.

Actuación 3.7. Investigación en el diseño de mecanismos de innovación en la comercialización basados en modelos predictivos y big data. Se desarrollarán modelos de *Dynamic Pricing*, que adapten el precio de los alimentos en función de la calidad y la disponibilidad, beneficiando a consumidores y minoristas, y evitando así el desperdicio de comida. Adicionalmente, se explorarán vías de personalización de la experiencia del usuario. Basándose en las transacciones previas, se pueden realizar recomendaciones de compra que sean habituales, más saludables o que tengan un buen compromiso entre calidad y precio de acuerdo con los requisitos del comprador.

Actuación 3.8. Desarrollo de plataformas para almacenamiento, gestión y tratamiento de datos de I+D+I. Se requiere de infraestructuras tecnológicas que den respaldo a las necesidades de cálculo, generación de información, análisis, almacenamiento, y procesado de datos masivos (en gran parte generados por tecnologías ómicas). Desde La Rioja, se abordará la inversión de una plataforma digital que facilite infraestructura, servicios y productos orientados a alta capacidad de cálculo y herramientas de análisis de datos masivos, para la inclusión de modelos de Inteligencia Artificial en sus estudios. Esta plataforma permitirá la creación de un repositorio de datos relacionados con la vitivinicultura y actividades relacionadas. Asimismo, y desde Navarra, se trabajará en el desarrollo de una plataforma para el almacenamiento, tratamiento y modelización de datos relacionados con alimentación y salud, calidad y seguridad alimentaria. En el mismo contenido, Murcia propone el desarrollo de un DATALAKE con herramientas para la explotación de los datos del sector agrario basado en IA y Big Data espacial, que estará a disposición de todo el sector productivo.

Los resultados esperados son: 1) Desarrollo de técnicas Big Data, de algoritmos de aprendizaje - IA y plataformas informatizadas para distintas aplicaciones: gestión del agua de riego, control del estado del cultivo y necesidades agronómicas, detección de anomalías en productos o enfermedades en ganado o plagas en cultivos, cálculo de la huella hídrica y balance de carbono en tiempo real, ..., 2) Desarrollo de metodologías para el análisis inteligente de imágenes satelitales e imágenes hiperespectrales y multiespectrales, 3) Diseño, desarrollo y validación de herramientas digitales, prototipos y sistemas automáticos adaptados a pequeñas explotaciones, 4) Desarrollo de modelos de evaluación, predicción y simulación de cuencas, ecosistemas y procesos productivos, 5) Desarrollo de nuevos dispositivos y sensores rápidos de análisis, 6) Desarrollo de mecanismos de ingestión de datos de múltiples fuentes heterogéneas desde diferentes dispositivos IIoT (Industrial Internet of Things), desde el campo hasta la mesa, 6) Desarrollo de un sistema de registro distribuido (p.ej., blockchain, grafos acíclicos dirigidos) para la trazabilidad de todos los procesos, 7) Desarrollo e implementación de un dispositivo de registro y envío online de las principales variables ambientales responsables del deterioro de calidad de productos perecederos durante su vida comercial y predicción de la vida útil remanente, 8)



Propuestas de nuevos modelos de Dynamic Pricing y personalización de recomendaciones de compra, 9) Creación y puesta en marcha de plataformas de almacenamiento, análisis y modelización de datos de distintas fuentes, 10) Atracción de startups y empresas basadas en innovación de dato que construyan nuevos productos y servicios.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A3.1	A3.2	A3.3	A3.4	A3.5	A3.6	A3.7	A3.8
Aragón	X	X						
Com. Foral de Navarra	X		X		X			X
Comunitat Valenciana	X	X		X	X	X		X
La Rioja	X							X
Región de Murcia	X	X	X	X	X	X	X	X

LÍNEA 4. ECONOMÍA CIRCULAR

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los objetivos son reducir las pérdidas, las emisiones y los residuos generados por el sector, y de aquellos que no se pueden evitar, generar oportunidades de aprovechamiento y procesos *win-win* en su gestión, que tecnológicamente se transforman en valor del sector, aumentando la circularidad del sector. Esto abrirá oportunidades de desarrollo de nuevas cadenas de valor basadas en el cierre de ciclos, así como el desarrollo nuevos sistemas productivos familiares e industriales, dimensionados a la realidad del mundo rural, siguiendo los principios de la bioeconomía circular.

Actuación 4.1. Estrategias para la reducción y mitigación de emisiones y gases de efecto invernadero y conservación de suelos en producción agropecuaria, Se pondrán en marcha proyectos para el manejo optimizado en granja con reducción de emisiones de amoníaco y gases GEI, de reducción huella hídrica y de transformación *in-situ* y *ex-situ* de deyecciones ganaderas, así como para el impulso del desarrollo de instalaciones ganaderas avanzadas climáticamente.

Actuación 4.2. Valorización de residuos y subproductos, Se plantea la realización de actividades de investigación, desarrollo y demostración de nuevas rutas de valorización de sub-productos y residuos agrícolas, ganaderos y alimentarios, a través de la obtención de compuestos de valor añadido: nutrientes, aminoácidos, compuestos con capacidades tecnológicas y funcionales, nanopartículas, bioplásticos y biocombustibles, por vía extractiva o fermentativa. Adicionalmente, se estudiarán estrategias innovadoras que permitan maximizar el rendimiento y la calidad de los procesos de obtención. Se llevará a cabo una actividad conjunta de las cinco CCAA de puesta en común y difusión sobre las vías de aprovechamiento y valorización de biomasa agroindustrial con alto potencial de implementación (viables a nivel técnico-económico). Se impulsarán proyectos demostrativos sobre nuevas cadenas de valor en cultivos familiares e industriales representativos en Aragón (p.ej., plantas aromáticas y medicinales,



cultivos energéticos, ...), con inclusión de los diferentes eslabones desde la producción al consumidor, siguiendo los principios de la economía circular, el cierre de ciclos de nutrientes y la reducción de emisiones.

Actuación 4.3. Reducción de residuos, circularidad de nutrientes. Agrocompostaje. Una vía de trabajo es la optimización del uso de subproductos y de residuos que contienen nutrientes para fertilización. Desde la generación de nuevos fertilizantes orgánicos, con mejores características y eficiencia, hasta el desarrollo de su aplicación para maximizar su uso y beneficios. En este contexto, se abordará el diseño y desarrollo de prácticas de agrocompostaje y se impulsarán sistemas de producción mixtos ganadería-agricultura, que permitan una óptima utilización de los nutrientes. En producción ganadera, se explorará el potencial de la optimización de las dietas para la reducción de elementos potencialmente tóxicos en flujos residuales. Asimismo, se llevará a cabo una actividad conjunta de las 5 CCAA de puesta en común y difusión de vías para aprovechamiento de nutrientes.

Actuación 4.4. Mejora de la sostenibilidad de la producción agrícola y de la producción de alimentos mediante análisis de ciclo de vida de alternativas de manejo y tecnológicas. Se impulsarán estudios dedicados a la identificación de los efectos ambientales generados por el desarrollo de estrategias de producción agrícola sostenibles, promoviendo tecnologías y prácticas que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático sobre la agricultura.

Actuación 4.5. Economía y gestión de los recursos naturales y del medio ambiente en la cadena agroalimentaria. En Murcia se abordará la identificación de medidas e incentivos socioeconómicos necesarios para la demanda y adopción de prácticas, técnicas, tecnologías y sistemas de gestión de la producción y comercialización de productos adaptadas a las nuevas condiciones climáticas y de disponibilidad de recursos naturales, dirigidas a maximizar el beneficio de los diferentes agentes de la cadena de valor agroalimentaria y del bienestar de la sociedad. Asimismo, y desde Aragón, se llevará a cabo un proyecto demostrativo sobre producción agrícola, ganadera y forestal en espacios de la Red Natura2000 y sus zonas periféricas, acometiéndose estrategias de manejo sostenible, aumento de la resiliencia y de la oferta de productos y servicios de calidad diferenciada a la sociedad.

Actuación 4.6. Reutilización del agua. Aprovechamiento agronómico de fuentes alternativas de agua y su repercusión en la seguridad y calidad de los alimentos. Se impulsarán estudios y estrategias encaminadas a potenciar la reutilización de aguas residuales de origen urbano o industrial en el sector agrícola, asegurando un tratamiento adecuado y un uso eficiente de este importante recurso circular para el sector agrario.

Los resultados esperados son: 1) Identificación, aplicación y promoción de prácticas, medidas y soluciones de reducción de emisiones (o su toxicidad o impacto ambiental) en el sector agroalimentario, 2) Propuestas de uso de coberturas vegetales y mulchings que contribuyan a la reducción de las quemadas incontroladas y de la erosión hídrica y eólica del suelo, 3) Desarrollo y propuesta de sistemas de fertilización orgánica, así como de agrocompostaje para promover



la circularidad en el uso de nutrientes y mejorar los suelos, 4) Elaboración de Catálogos de vías de valorización y de generación de productos secundarios a partir de residuos, a disposición del sector agroalimentario, 5) Generación de prototipos innovadores de bioproductos de interés para su utilización en las industrias alimentaria, nutracéutica, cosmética, farmacia o química, 6) Desarrollo de sistemas de producción combinada de peces y plantas, 7) Identificación de oportunidades para el desarrollo de nuevos negocios/cadenas de valor basados en la economía circular, 8) Identificación de prácticas y tecnologías para contribuir a la adaptación climática y sostenibilidad en la producción agrícola, 9) Creación de incentivos socioeconómicos para favorecer la producción sostenible, 10) Aumento de superficie con gestión sostenible de pastos y bosques en la Red Natura2000 y aumento de la producción ganadera ecológica y aumento de cadenas cortas de comercialización de productos y servicios en las zonas periféricas de espacios naturales, 11) Mejora de la gobernanza de los espacios naturales y de los servicios de los ecosistemas que proporcionan, 12) Protocolos para el aprovechamiento y la reutilización de agua en sistemas agrícolas, ganaderos y alimentarios, 13) Conocimiento sobre los efectos agronómicos, el impacto y la viabilidad económica de la progresiva sustitución de recursos hídricos convencionales por no convencionales.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A4.1	A4.2	A4.3	A4.4	A4.5	A4.6
Aragón	X	X	X		X	
Comunidad Foral de Navarra		X	X			
Comunitat Valenciana	X	X	X	X	X	X
La Rioja		X	X			
Región de Murcia	X	X	X	X	X	X

LÍNEA 5. INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA PARA LA TRANSFORMACIÓN

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los objetivos implican, por una parte, transferir el conocimiento y las soluciones generadas, facilitar la prueba y escalado de las mismas, conseguir llegar a los innovadores y a los *early adopters*; por otra, obtener información del mercado y sus necesidades, para orientar y mejorar la investigación y las soluciones generadas, facilitando su adopción. Para ello, se hace necesario conectar a todos los agentes que participan en la cadena de valor. Se pretende así fortalecer el impacto de la I+D+i, incrementando la explotación de los resultados de investigación y aumentar la incorporación de soluciones y tecnologías avanzadas e innovadoras en la industria agroalimentaria.

Actuación 5.1. Creación de un entorno de conexión entre las CCAA para la transferencia de I+D. En este contexto se planteará la creación de un “Laboratorio de ideas” conjunto entre las



cinco CCAA participantes, que permita identificar oportunidades, proponer entornos de demostración y elaborar hojas de ruta para avanzar en el nivel de madurez tecnológica (TRL), en colaboración con los Innovation Hub regionales y otros nodos/oficinas de innovación.

Actuación 5.2. Hub de Innovación y Transformación. Desde Navarra se creará un hub de innovación Food Tech que constituirá una estructura de apoyo y conexión de agentes de I+D+i y del sector agroalimentario para potenciar la transferencia de tecnología. El hub abordará, entre otras, las siguientes actividades: 1) Creación de un ecosistema de alto potencial innovador. Atracción de stakeholders: inversores, industria, startups, 2) Vigilancia y exploración tecnológica, modelos de negocio, experiencias de éxito, 3) Enfoque de las líneas de investigación con visión de negocio y generación de itinerarios de innovación para cada una, 4) Desarrollo de programas para el impulso de la innovación ligada a mercado y nuevos modelos de negocio, 5) Sandbox: creación de entornos de prueba controlados para el desarrollo, prueba y validación de prototipos, generando oportunidades para la I+D y la industria, con orientación a mercado, 6) Despliegue de una red de Startups que incluirá acciones de screening de soluciones innovadoras disponibles, testeos y pilotos, 7) Creación e impulso de un ecosistema de Co-packing/Co-Manufacturing donde poder escalar soluciones, 8) Evaluación y definición de modelos de negocio y transferencia de IP que permitan una sostenibilidad en el tiempo del Hub, 9) Difusión a nivel nacional e internacional a través de eventos/acciones de visibilidad para la dinamización de actividades y ecosistema así como el posicionamiento internacional de los resultados del Hub. Como soporte, se desarrollará una plataforma digital que contará con diferentes módulos de trabajo, facilitando la colaboración entre agentes en el desarrollo de soluciones tecnológicas y para la adopción de las mismas.

Actuación 5.3. Desarrollo de una plataforma holística y transversal para servicios agroalimentarios basados en tecnologías de IA y IoT Se desarrollará una plataforma de gestión de datos e información de sensores IoT para integrar con otras fuentes de datos en abierto.

Actuación 5.4 Potenciación de las unidades de transferencia, gestión, proyectos europeos y divulgación del conocimiento científico. Desde La Rioja se llevará a cabo la creación de una oficina de transferencia de conocimiento de la información (OTRI). Esta unidad contempla la constitución de un equipo multidisciplinar que gestione la captación de proyectos, la firma de contratos de I+D, la tramitación de aquellas actividades que den lugar a una propiedad industrial o el establecimiento de colaboraciones internacionales. Asimismo, se busca transferir de forma eficiente el esfuerzo realizado por el ICVV y que sirva para el desarrollo de unidades de investigación conjuntas con el tejido productivo, la mejora de la sostenibilidad económica del ICVV, vía proyectos y contratos, y la internacionalización, abriendo nuevas posibilidades de cooperación con otras entidades. En Aragón se potenciará la Oficina de Proyectos del CITA, la cual tendrá un papel protagónico en el desarrollo y gestión de este Plan Complementario.

Los resultados esperados son: 1) Hub de innovación y transferencia en funcionamiento, 2) Generación de IP / soluciones tecnológicas innovadoras con potencial de ser explotadas y



comercializadas por empresas nacionales, 3) Atracción y creación de nuevas empresas innovadoras (de base tecnológica y start-ups), 4) Atracción y captación de fondos internacionales, 5) Aumento de la capacitación de agentes de las cadenas mediante actividades de transferencia, 6) Identificación de ideas y soluciones con potencial de transferencia a nivel nacional, 7) Desarrollo de módulos de Inteligencia artificial para realizar análisis de los datos y modelos de predicción y tendencias para el desarrollo de servicios agroalimentarios, 8) Incremento de proyectos de I+D+i integrando Centros Tecnológicos y de investigación junto con empresas agroalimentarias nacionales e internacionales, 8) Catálogo de Oferta Tecnológica (conocimientos, tecnología e infraestructuras, patentes, registros, etc.) que responda a las necesidades tecnológicas del sector.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A5.1	A5.2	A5.3	A5.4
Aragón	X			X
Comunidad Foral de Navarra	X	X		
Comunitat Valenciana	X		X	
La Rioja	X			X
Región de Murcia	X		X	

LÍNEA 6. REFUERZO DE INFRAESTRUCTURAS Y RECURSOS PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DE LAS ENTIDADES DE I+D+I Y EL IMPULSO DE LA TRANSFERENCIA A MERCADO

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El objetivo principal es mejorar la capacidad científica e innovadora de los equipos de investigación para mantener y reforzar su posición de liderazgo y vanguardia en el contexto nacional e internacional. Se considera el aumento de la competitividad nacional para atracción de fondos a través de convocatorias europeas en el marco del programa Horizon Europe. Además, se pretende contar con recursos que permitan de una forma ágil y dinámica, el desarrollo, testeo y demostración de soluciones de I+D, para acelerar su implantación y llegada al mercado.

Actuación 6.1. Puesta en marcha y potenciación de bancos de material vegetal y microorganismos. Desde La Rioja, se crearán Banco internacional de referencia de microorganismos de interés enológico, incluyendo conservación de cepas y desarrollo de una base de datos con las referencias que lo integrarían, poniéndose a disposición de la comunidad científica y del sector enológico. Desde Navarra, se mejorará la capacidad del cepario de CNTA para la incorporación y conservación de microorganismos de potencial industrial, principalmente bacterias lácticas, levaduras y hongos y células animales y vegetales. Desde Murcia se realizará una



catalogación del material genético público regional, focalizando en la mejora de las colecciones de cítricos, el desarrollo de un banco de semen de gallina murciana y otras especies ganaderas adaptadas al cambio climático, y la potenciación de la colección MAPYS (microorganismos de interés para la agricultura, la postcosecha y la sostenibilidad). En el CITA de Aragón, se potenciarán las actividades existentes y desarrollarán otras nuevas en los bancos de germoplasma de especies hortícolas y frutales.

Actuación 6.2. Inversiones, puesta en marcha y mejora de infraestructuras y equipamiento de investigación, desarrollo, demostración y transferencia. Desde Aragón se abordará la mejora de equipamientos e infraestructuras en el CITA de Zaragoza: laboratorio P2 para organismos nocivos de cuarentena de los vegetales, estaciones de control individual de alimentación animal, salas de crío-conservación y respiración para análisis de CO₂, O₂, etileno, etc. en frutas y hortícolas, cámara de conservación de semillas para banco de germoplasma hortícola, equipamientos de laboratorio, etc. La Rioja llevará a cabo la adecuación y puesta en marcha de un nuevo laboratorio de I+D aplicada en el ICVV. Constará de: 1) un laboratorio de referencia nacional de análisis sensorial enfocado al sector vitivinícola, 2) un laboratorio destinado a la extracción de ADN antiguo, principalmente dirigido al análisis de muestras arqueológicas de vid con el objetivo de contribuir a conocer el origen de la viticultura en la Península Ibérica y 3) un insectario, que servirá para dar respaldo a la investigación en lucha integrada de plagas y enfermedades de la vid. En Navarra, se desplegará un conjunto de espacios de investigación y espacios de prueba controlados (*Sand-box*) en las siguientes áreas: bioprocesos, sensores, impresión 3D, biorrefinería y prácticas agrícolas sostenibles que contarán con el equipamiento necesario para la realización de pruebas de concepto, pruebas de escalado, generación de prototipos para demostración, etc., así como laboratorios de apoyo y cocina. Se facilitará el acceso a start-ups y empresas que aporten soluciones. En Murcia se desarrollarán infraestructuras dedicadas al desarrollo controlado de cultivos y la mejora de parcelas experimentales, así como de laboratorio integral de digitalización y equipamiento de apoyo a las infraestructuras existente como secuenciadores, un biomódulo de cámara de crecimiento de plantas y la dotación de un laboratorio para estudios de biodisponibilidad, incluyendo los estudios de microbiota. También se adquirirá equipamiento analítico (triple cuadrupolo acoplado a un sistema de cromatografía líquida) que dará cobertura a ensayos de metabolómica y proteómica.

Actuación 6.3. Captación de talento para la transición ecológica y digital. Atracción de talento nacional e internacional que permita el desarrollo del programa con el máximo nivel de excelencia. Aragón acometerá la contratación de tres investigadores postdoctorales durante una duración de dos a tres años para reforzar las labores de investigación relacionadas con los proyectos demostrativos de las LÍNEAS 1 y 4 u otras áreas de investigación estratégicas relacionadas y contempladas en el Plan Estratégico del CITA. Desde La Rioja se pretende la contratación de dos investigadores por un periodo de tres años para reforzar las labores de investigación relacionadas con los proyectos de las LÍNEAS 1 y 4 u otras áreas de investigación



estratégicas relacionadas. Navarra prevé la contratación de 3 investigadores postdoctorales para impulsar de manera específica las LÍNEAS 2, 3 y 4. Desde Murcia y Comunitat Valenciana se potenciará la contratación de talento asociado a las diferentes líneas de actuación recogidas en esta memoria.

Los resultados esperados son: 1) Aislamiento, caracterización, conservación y valoración de microorganismos y células con potencial industrial, 2) Potenciación de colecciones existentes y desarrollo de nuevos bancos genéticos que garanticen la biodiversidad, 3) Capacidades de I+D+i mejoradas, en vanguardia y competitivas, 4) Aumento de las capacidades de transferencia y formación en los aspectos desarrollados en las LÍNEAS 1, 2, 3 y 4.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A6.1	A6.2	A6.3
Aragón	X	X	X
Comunidad Foral de Navarra	X	X	X
Comunitat Valenciana			X
La Rioja	X	X	X
Región de Murcia	X	X	X

LÍNEA 7. COORDINACIÓN, DIFUSIÓN Y FORMACIÓN

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los objetivos son, por una parte, promover el óptimo aprovechamiento de los recursos de I+D+i existentes, evitando la duplicidad de esfuerzos o acciones ineficientes, y generar oportunidades para la colaboración entre los agentes científico-técnicos de las CCAA participantes. Por otra parte, se pretende dar a conocer al sector agroalimentario y a la sociedad los avances científico-técnicos generados en las líneas de actuación del programa, fomentando la adopción de innovación, optimizando así el impacto científico, tecnológico, social y económico del programa.

Actuación 7.1. Promoción de la cooperación y coordinación científica entre las CCAA. Se definirá una estructura interna del proyecto, que, a través de reuniones periódicas de seguimiento, evaluará los avances de las diferentes líneas, identificará y coordinará actuaciones de trabajo transversales e identificará acciones estratégicas comunes. Se plantea además la creación de centros virtuales inter CCAA para la compartición de recursos, infraestructuras y realización de experimentación.

Actuación 7.2. Organización de jornadas, cursos, talleres y seminarios (presenciales y online). Se llevarán a cabo actividades de forma conjunta entre las CCAA participantes para difundir los avances de las líneas de actuación sobre aspectos aplicados de transición verde y digital, desarrollos en alimentación saludable y economía circular. Concretamente se plantea la



realización de 2 eventos de difusión (presencial u on-line) de carácter técnico dirigidos principalmente al sector agroalimentario. Se llevará a cabo la definición de la audiencia objetivo, definición y preparación del contenido, difusión para la máxima participación y organización y realización de los eventos.

Actuación 7.3. Desarrollo de un sistema de demostración y acompañamiento a agricultores y ganaderos en la transición ecológica. Con ello se pretende la implantación de "Laboratorios vivos" para fomentar la colaboración entre los diferentes agentes implicados en el sector primario. Concretamente, desde el CITA de Aragón se proponen varios proyectos demostrativos y actividades de acompañamiento relacionados con el manejo agroecológico de suelos y cultivos, nuevas cadenas de valor y producción ganadera y forestal en espacios de la Red Natura 2000 (ver detalles en las Actuaciones 1.1, 1.4, 4.3 y 4.5). Asimismo, Murcia propone la creación de "living labs" demostrativos de las diferentes actuaciones recogidas en la propuesta global. Se plantea la colaboración empresarial en dichos "living labs".

Actuación 7.4 Fomento de congresos y actividades para la difusión y promoción de la actividad investigadora. La Rioja, Murcia y Comunitat Valenciana abordarán la organización y proyección de congresos y eventos científicos, como eventos de referencia internacional de comunicación científica en los ámbitos de las diferentes líneas de actuación recogidas en la propuesta.

Actuación 7.5 Acciones enmarcadas dentro de la política Open Science (ciencia abierta). Desde Valencia y Murcia se hará una contribución al fomento del desarrollo de ciencia abierta para la difusión y la promoción de los resultados obtenidos en el programa.

Los resultados esperados son: 1) Optimización de los recursos de las CCAA participantes, 2) Realización de eventos de científico-técnicos difusión e intercambio de información de amplio alcance, 3) Aumento de la capacitación de productores y otros agentes de la cadena de valor mediante actividades de transferencia y formación, 4) Mejora de los procesos de transferencia al sector por medio de la publicación en abierto de los resultados científico-técnicos obtenidos.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s):

CCAA	A7.1	A7.2	A7.3	A7.4	A7.5
Aragón	X	X	X		
Comunidad Foral de Navarra	X	X			
Comunitat Valenciana	X	X	X	X	X
La Rioja	X	X		X	
Región de Murcia	X	X	X	X	X



CRONOGRAMA TRIMESTRAL

Líneas de actuación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
LIA 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

FINANCIACIÓN

Aportaciones del MCIN

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
La Rioja	310.870 €	715.989 €	2.257.054 €	492.587 €	3.776.500 €
Región de Murcia	2.941.313 €	702.269 €	1.191.203 €	725.215 €	5.560.000 €
Comunitat Valenciana	1.767.784 €	299.081 €	3.020.092 €	763.043 €	5.850.000 €
Aragón	875.520 €	981.052 €	126.037 €	297.391 €	2.280.000 €
Comunidad Foral de Navarra	3.429.100 €	1.815.000 €	5.330.273 €	1.586.156 €	12.160.529 €
SUMA	9.324.587 €	4.513.391 €	11.924.659 €	3.864.392 €	29.627.029 €

Aportaciones de las Comunidades Autónomas

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
La Rioja	167.391 €	385.533 €	1.215.337 €	265.239 €	2.033.500 €
Región de Murcia	1.200.699 €	491.190 €	916.807 €	391.304 €	3.000.000 €
Comunitat Valenciana	951.884 €	161.044 €	1.626.202 €	410.870 €	3.150.000 €
Aragón	468.480 €	524.949 €	67.440 €	159.131 €	1.220.000 €
Comunidad Foral de Navarra	3.986.956 €	294.750 €	1.413.949 €	854.348 €	6.550.003 €
SUMA	6.775.410 €	1.857.466 €	5.239.735 €	2.080.892 €	15.953.503 €



ANEXO II

PLAN DE TRABAJO Y FINANCIACIÓN PROPUESTA PARA EL PROGRAMA DE I+D+I EN EL AREA DE ASTROFÍSICA Y FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS.

TÍTULO DESCRIPTIVO DEL PROGRAMA

TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA EXPLORACIÓN DEL UNIVERSO Y SUS COMPONENTES.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN (LA)

- **LA-1:** Desarrollo de instrumentación de vanguardia para futuros experimentos de Física de Partículas y Nuclear.
- **LA-2:** Desarrollo de instrumentación astrofísica de vanguardia para ICTS, proyectos ESFRI en astronomía, y misiones espaciales.
- **LA-3:** Experimentos de ondas gravitacionales y astronomía de multi-mensajeros.
- **LA-4:** Grandes cartografiados astronómicos.
- **LA-5:** Búsquedas directas de materia oscura.
- **LA-6:** Física de neutrinos.
- **LA-7:** Exploración espacial con pequeños satélites.
- **LA-8:** Computación, *big data* e inteligencia artificial.

COMUNIDADES AUTÓNOMAS PARTICIPANTES

- Cataluña
- Andalucía
- Cantabria
- Comunitat Valenciana
- Aragón
- Illes Balears



BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El estudio del origen y posterior evolución del universo, uno de los retos científicos más colosales, se aborda desde dos áreas científicas complementarias: la astrofísica, que se encarga del estudio de las estructuras del cosmos, y la física de altas energías, que estudia los componentes básicos de la materia. Los proyectos en estas dos disciplinas necesitan de grandes colaboraciones que trabajan en grandes instalaciones internacionales con planes estratégicos con cuyas líneas principales se alinea este programa. Ambos campos requieren de instrumentación científica de vanguardia para garantizar un progreso sostenido en nuestra adquisición de conocimientos de frontera. Por otra parte, en muchas ocasiones, esta instrumentación se puede después seguir desarrollando para darle usos en campos de la ciencia con aplicaciones más inmediatas a retos sociales directos.

El principal objetivo de esta propuesta es dar un salto cualitativo en la participación española en la siguiente generación de proyectos internacionales líderes en astrofísica y física de altas energías, con un énfasis particular en sus aspectos más tecnológicos. Al mismo tiempo, se pretende potenciar la sinergia existente entre las comunidades de física de altas energías y astrofísica tanto a nivel autonómico como nacional, incrementando la visibilidad y peso específico en las colaboraciones internacionales para acometer objetivos más ambiciosos. Y también se pretende involucrar al tejido industrial interesado en ciencia, permitiéndole participar en los estadios más tempranos de los proyectos a los que pueden acceder los consorcios formados por grupos españoles.

A tal efecto, se establecen dos líneas de actuación amplias, una en desarrollo de instrumentación de vanguardia para física de partículas y nuclear (LIA1), por un lado, y otra en desarrollo de instrumentación de vanguardia para futuros proyectos de astrofísica (LIA2), por el otro. En ambos casos, se escogen proyectos internacionales líderes en su campo y con una participación importante de la comunidad española, con particular énfasis en proyectos del CERN y la ESA, ESFRIs e ICTSs.

Otras cuatro líneas de actuación están enfocadas a áreas más concretas de investigación: una en ondas gravitacionales y astronomía multi-mensajero (LIA3), un área muy nueva con un potencial enorme, con nuevos proyectos en el horizonte, como AdV+ en Italia, AdLIGO+ en Estados Unidos, y el Einstein Telescope en Europa; una centrada en grandes cartografiados astronómicos (LIA4), donde se potencian las sinergias entre cartografiados en tierra, como J-PAS y J-PLUS en el Observatorio de Javalambre y LSST en Chile, con cartografiados desde el espacio, como Gaia o Euclid, ambos de la ESA; otra sobre búsqueda directa de materia oscura (LIA5), tanto en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) como en otras grandes instalaciones internacionales (p.ej., IAXO); y finalmente una centrada en la física de neutrinos (LIA6), a caballo entre la astrofísica y la física de altas energías, donde España lidera un experimento puntero como NEXT en el LSC y aspira a jugar papeles determinantes en DUNE (Estados Unidos), Hyper-K (Japón) y KM3NeT (Mar Mediterráneo).



Una séptima línea de actuación se centra en la exploración espacial del sistema solar y sistemas exoplanetarios con pequeños satélites (LIA7), con una evidente capacidad tractora para el tejido productivo. La octava y última línea, transversal a todas las demás, se focaliza en la computación para la explotación de datos científicos (medidas experimentales, simulaciones numéricas y modelos teóricos y fenomenológicos), primando los aspectos de manejo de grandes cantidades de datos (*big data*) como los que producirán los experimentos mencionados más arriba y los algoritmos con los que explotarlos: *data science*, *deep learning* y otras técnicas de inteligencia artificial (LIA8).

En todas las líneas se enfatiza la vertiente tecnológica y se potencia la transferencia de conocimiento a la sociedad. Cabe destacar que en todas las líneas de actuación participan al menos dos comunidades autónomas, en la gran mayoría participan tres o más, y en la línea transversal de computación participan todas.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

Línea de Actuación 1: Desarrollo de instrumentación de vanguardia para futuros experimentos de Física de Partículas y Nuclear

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

La Física de Altas Energías (FAE) tiene como objetivo principal para las próximas décadas el estudio del recién descubierto bosón de Higgs. La fase de alta luminosidad del *Large Hadron Collider* (HL-LHC) en el CERN, que comenzará en 2027, es el primer paso en el estudio de precisión de las propiedades del Higgs. Los estudios seguirán con la construcción de una “Factoría de Higgs”, primera prioridad en la *European Strategy for Particle Physics* adoptada por el Consejo del CERN en 2020, que podría estar operativa en la segunda mitad de la década de 2030. También en la lista de objetivos, y según el *Nuclear Physics European Long Range Plan* publicado en 2017, está el estudio de la estructura de los núcleos atómicos y las propiedades de la materia en condiciones astrofísicas extremas recreadas en el laboratorio. Desarrollar las tecnologías necesarias para la construcción de los detectores del futuro, consolidar las capacidades y coordinación entre los grupos españoles involucrados, así como involucrar al tejido industrial interesado en desarrollar estas tecnologías son los objetivos primordiales de esta línea de actuación. Reforzar el avance y la coordinación en el análisis y explotación de los datos, fenomenología y análisis teóricos está también entre las principales aspiraciones.



Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Las comunidades científicas que participan en esta línea de actuación son Andalucía (AN), Aragón (AR), Cantabria (CAN), Cataluña (CAT) y la Comunidad Valenciana (CV).

AN participará en la explotación de las infraestructuras europeas de Física Nuclear (FAIR y CERN ISOLDE & n_TOF), junto con CAT y CV, y en la implantación de la técnica IBIC (*Ion Beam Induced Current*) en el Centro Nacional de Aceleradores (CNA), para el estudio de los daños producidos por la irradiación en dispositivos semiconductores, así como la mejora de su Sistema de Espectrometría de Masas (AMS).

CAT y CV seguirán trabajando conjuntamente en el diseño y construcción del calorímetro hadrónico de ATLAS para el HL-LHC. Por su parte CAT seguirá trabajando, además, en el desarrollo y construcción de los detectores más internos de píxeles (3D) y temporales (LGAD) de ATLAS, mientras que CV diseñará y construirá el detector de trazas (microbandas de silicio) también de ATLAS. Además de en ATLAS, CAT y CV, participarán en la construcción y diseño del detector de trazas y calorímetro del experimento LHCb para la fase HL-LHC. CAT también desarrollará una nueva tecnología de foto-detección con resolución temporal de ps para el RICH de LHCb. CAN y AR, por su parte, participarán en el desarrollo y construcción de los detectores de píxeles (3D) y temporales (LGADs) del detector CMS.

AR, CAN, CAT y CV trabajarán conjuntamente en el desarrollo de tecnologías de alta granularidad en detección de trayectorias y en medida de energía, con excelente precisión espacial y temporal (DMAP, LGAD) y en desarrollar calorimetría 5D. Para ensayar estos sensores se propone construir, conjuntamente, un demostrador de detector para la futura Factoría de Higgs que incluya planos espaciales con tecnología DMAP, planos temporales basados en LGADs y un prototipo de calorímetro 5D. AR, CAN, CAT y CV buscan aplicar estas tecnologías de detección a campos como la imagen médica, la monitorización de terapia hadrónica y la detección de luz sincrotrón. CV trabajará, además, en el desarrollo de tecnologías para monitorización de los haces de partículas en los futuros colisionadores y otras aplicaciones a menor energía en colaboración con centros tecnológicos nacionales e industria, explorando tanto tecnologías de silicio como de RF.

Resultados esperados:

- Construcción de los detectores y su electrónica para la fase de alta luminosidad de LHC.
- Desarrollo de nuevas tecnologías de detectores y electrónica asociada. Construcción de un demostrador de las tecnologías para los nuevos detectores de la Factoría de Higgs.
- Fabricación de un monitor de haz tratando de optimizar el uso de detectores semiconductores.
- Actualización y mejora de los laboratorios con instrumentación de vanguardia y, en particular, la mejora de las instalaciones del CNA.



- Desarrollo de instrumentación para la participación en experimentos de Física Nuclear enfocada a la astrofísica.
- Aumento de la implicación del tejido industrial español en los estadios más tempranos del diseño de los detectores y aceleradores del futuro.

Línea de Actuación 2: Desarrollo de instrumentación astrofísica de vanguardia para ICTS, proyectos ESFRI en astronomía, y misiones espaciales.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El estudio del origen y evolución del universo se aborda desde la astrofísica a través del estudio de las estructuras del cosmos. Las observaciones astrofísicas necesitan del desarrollo continuo de instrumentación científica de vanguardia. En esta línea, pues, se contemplan desarrollos de instrumentación de última generación para ICTS, proyectos ESFRI en astronomía y misiones espaciales de interés astrofísico, que garanticen liderazgo y alta visibilidad internacional. Estos desarrollos se realizarán con participación de la industria española, contribuyendo al aumento de sus capacidades de innovación y su competitividad internacional.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Se contemplan las siguientes actuaciones, donde se indica para cada una de ellas la comunidad autónoma implicada.

A1: Nueva instrumentación de vanguardia para ICTS astronómicas. i) Espectroscopía bidimensional de gran campo para el Observatorio de Calar Alto (CAHA). El nuevo instrumento proporciona una combinación de nuevas capacidades en campo de visión, resolución espacial y cobertura espectral que lo hacen altamente competitivo. Se propone contribuir al diseño óptico-mecánico del nuevo instrumento, así como la adquisición de los detectores necesarios. El proyecto se lidera desde Andalucía (AN). Los proyectos de legado asociados cuentan con la participación de científicos de diversas comunidades (LIA4). ii) En lo que respecta al Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), desde AR se pretende reforzar los desarrollos tecnológicos relacionados con la cámara panorámica JPCam y su telescopio JST250 para la puesta en marcha del cartografiado J-PAS, así como equipamiento de laboratorio de electrónica avanzada asociado (línea de actuación 4).

A2: Desarrollos instrumentales para proyectos ESFRI en astronomía: i) Desarrollo del diseño preliminar de los *Tunable Imaging Spectrometers* (TIS) del Telescopio Solar Europeo (EST) y trabajos preparatorios para el diseño crítico (AN); ii) Participación en los instrumentos de segunda generación (MOSAIC y HIRES) del Extremely Large Telescope (ELT) (AN); iii) Desarrollo de un sensor pixelado basado en fotomultiplicadores de silicio (SiPM), con su propio ASIC de lectura, para la mejora de las cámaras de los telescopios Cherenkov/CTA (CAT) y desarrollo de



herramientas de análisis de datos, control y monitorización para CTA (AN, CTA); iv) Explotación de datos del Event Horizon Telescope (EHT) y estudios de diseño para el Next Generation EHT (AN, CV). Las actuaciones de computación para el Square Kilometer Array (SKA) se incluyen en la línea de actuación 8.

A3: Desarrollos instrumentales para misiones espaciales: i) Desarrollo del sistema de *trigger* de la misión espacial HERD de detección de rayos cósmicos y gamma, basado en FPGAs, y desarrollo de un ASIC para el detector de partículas cargadas de HERD (CAT); ii) Desarrollo y fabricación del modelo de ingeniería de la cámara Wide Field Monitor (WFM) de la misión de rayos X eXTP, incluyendo sistema óptico, colimador lateral y estructura de soporte (CAT); iii) Evaluación de las tecnologías propuestas para el sistema de lectura y control de la termometría de los telescopios MHFT de la misión LiteBIRD de polarización del fondo cósmico de microondas (CAN).

Resultados esperados:

- Detectores de alta sensibilidad para el nuevo espectrógrafo 2D de gran campo para CAHA.
- Compleción instrumental de JPCam@JST250 e implementación de su laboratorio de electrónica.
- Diseño preliminar de los *Tunable Imaging Spectrometers* (TIS) del Telescopio Solar Europeo.
- Desarrollo de un sensor pixelado basado en fotomultiplicadores de silicio (SiPM) para la mejora de las cámaras de los telescopios Cherenkov de CTA. Desarrollo de herramientas de análisis de datos de rayos gamma.
- Desarrollos para los instrumentos MOSAIC y HIRES de ELT.
- Desarrollo del sistema de *trigger*, basado en FPGAs, y ASICs para HERD.
- Desarrollo y fabricación del modelo de ingeniería de la cámara Wide Field Monitor de eXTP.
- Identificación de la tecnología apropiada para el sistema de lectura y control de la termometría de los telescopios MHFT de la misión LiteBIRD de polarización del fondo cósmico de microondas.

Línea de Actuación 3: Experimentos de ondas gravitacionales y astronomía de multi-mensajeros

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los objetivos de esta línea incluyen aspectos de instrumentación, computación y metodologías de análisis y explotación científica de los datos de los experimentos de ondas gravitacionales terrestres y en el espacio, así como la combinación con datos de telescopios en diferentes frecuencias del espectro electromagnético y telescopios de neutrinos (astrofísica de multi-mensajeros).

Los grupos involucrados aspiran a obtener un liderazgo en su participación en LIGO-Virgo-KAGRA, la misión LISA de la ESA y el observatorio Einstein Telescope (ET), recientemente incluido



en la hoja de ruta europea ESFRI-2021. Para ello, los grupos se embarcan en el desarrollo de técnicas de computación avanzada para simulaciones y minado de datos, incluyendo aspectos de inteligencia artificial; en el desarrollo y optimización del procesado y flujo de datos de Advanced LIGO (aLIGO) y Advanced Virgo (AdV); y en la definición del futuro sistema de procesado y gestión de datos y distribución de alertas de ET. En paralelo, se van a desarrollar nuevas tecnologías de instrumentación, detalladas en el siguiente párrafo, para los interferómetros AdV, ET y LISA.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Las Comunidades Autónomas involucradas son Cataluña (CAT), Baleares (IB) y Valencia (CV). Los grupos en CAT, IB y CV comparten intereses en áreas relacionadas con la participación en el comisionado y observaciones de LIGO-Virgo-KAGRA, y en la caracterización, análisis y explotación científica de los datos de la red de detectores. Asimismo, se han identificado sinergias en áreas relacionadas con el desarrollo de técnicas avanzadas de computación e inteligencia artificial. CAT, IB y CV participarán en actividades del *Observational Science Board* y *Instrument Science Board* de ET, con la misión de diseñar el experimento. IB y CV participan en búsquedas de contrapartidas electromagnéticas de señales gravitatorias. IB y CV desarrollarán técnicas de computación avanzada para simulaciones numéricas y *machine learning* y minado de datos. CAT e IB están involucradas en la definición del sistema de procesado y gestión de datos y distribución de alertas de ET y estudios en cosmología, búsqueda de materia oscura y tests de relatividad general usando ondas gravitacionales. Esta actuación fortalecerá estas contribuciones coordinadas.

Por otro lado, los grupos llevarán a cabo desarrollos específicos. Los centros catalanes contribuirán a la instrumentación de los experimentos, incluyendo: el desarrollo de deflectores instrumentados con sensores de silicio en ultra-vacío para los espejos principales de AdV y ET, con el fin de controlar la luz difusa; la mejora del sistema de fotodiodos de posicionamiento para la reducción del ruido cuántico en AdV; y el desarrollo de sensores de alta precisión de temperatura y metrología, incluyendo *optical frequency combs*, para LISA, ET y ELGAR.

En IB está prevista la creación del laboratorio de ondas gravitacionales e instrumentación astrofísica que permita la participación en desarrollos computacionales e instrumentales para aLIGO, AdV, LISA, ET y telescopios solares. En él se llevará a cabo el desarrollo y caracterización de sensores ambientales y sísmicos de alta precisión.

En CV se participará en la adquisición de nuevas estaciones de bombeo para los tubos de vacío de AdV. Además, CV y IB también desarrollarán actividades de I+D+I en el campo de la astrofísica computacional enfocadas hacia la modelización numérica de diversas formas de onda



Resultados esperados:

- Aumento de la competitividad de los grupos en el campo emergente de ondas gravitacionales y astrofísica de multi-mensajeros.
- Aumento de la participación en la instrumentación a desarrollar e implementar en los detectores actuales (AdV y aLIGO) y futuros (LISA, ET).
- Aumento de la participación y liderazgo en el desarrollo de futuros experimentos (LISA, ET) y en los *Science Boards* de Instrumentación y Observación.
- Desarrollo de tecnología en un entorno de muy alta precisión y su transferencia a la industria.

Línea de Actuación 4: Grandes cartografiados astronómicos

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los grandes cartografiados astronómicos proporcionan estudios sistemáticos de grandes volúmenes del universo que resultan esenciales para su comprensión y la de sus componentes. Actualmente, grandes experimentos internacionales se encuentran en distintas fases de desarrollo, gestionados y explotados científicamente por grandes colaboraciones internacionales que España lidera y/o en las que participa activamente. El cartografiado J-PAS (con su antecesor J-PLUS), que se desarrolla desde el Observatorio Astrofísico de Javalambre y cuyo objetivo principal es el estudio de la naturaleza de la energía oscura, es un constituyente principal de esta línea, habida cuenta del fuerte liderazgo nacional y su carácter transversal. También incluimos otros cartografiados en marcha como Gaia y QUIJOTE, y los próximos de WEAVE, Euclid, los nuevos cartografiados de CAHA, así como SKA (y sus precursores), LSST, LiteBIRD y Athena. Todos producirán grandes cantidades de datos que permitirán investigar cuestiones fundamentales para la astrofísica y la cosmología, desde la estructura y origen de la Vía Láctea hasta la estructura a gran escala del universo, la física de la inflación cósmica y la naturaleza de la energía oscura.

El objetivo de esta línea es el apoyo de aquellos grandes cartografiados astronómicos con fuerte participación española en aspectos críticos y esenciales para su éxito y para el liderazgo nacional. En concreto, en función del grado de desarrollo de dichos proyectos, se pretende potenciar: el impulso de la pronta explotación científica y del liderazgo nacional en los cartografiados, lo que en muchos casos pasa por la contratación de personal científico-técnico para tareas y líneas de investigación concretas; las inversiones en I+D+i relativas a su instrumentación de vanguardia, como inversiones en instrumentación, equipamientos científicos y/o sus infraestructuras; y otras actuaciones, como contratación de servicios a empresas tecnológicas, desarrollo de software y herramientas de análisis de datos, *big data* astronómico, entre otras.



Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

En lo que respecta a los cartografiados J-PAS/J-PLUS, se pretende reforzar los desarrollos tecnológicos relacionados con JPCam y equipamientos de laboratorio de electrónica avanzada asociados (AR), que se incluyen en la LIA2, así como la explotación científica de J-PAS/J-PLUS en aspectos de Vía Láctea, evolución de galaxias y cosmología y la de sus sinergias con otros cartografiados como Gaia, WEAVE, Euclid, SKA, Quijote, LiteBIRD y Athena (AR, AN, CAN, CAT, CV). Asimismo, por parte de AR, se prevé la contratación de servicios de ingeniería relacionados con JPCam y JST250 a empresas especializadas, así como inversiones y subcontratación de servicios para la compleción y mejora del centro de datos de la Unidad de Procesado y Archivo de Datos (UPAD) del CECA para J-PAS/J-PLUS (véase también la línea de actuación 8).

En lo referente a otros cartografiados, cabe destacar la contribución de AN a los cartografiados de legado de los precursores de SKA, a los cartografiados de CAHA (CAVITY, CARMENES+, KOBE) y a WEAVE, existiendo sinergias con la CV en CAVITY y WEAVE. La principal contribución de CAT se concentra en el desarrollo de algoritmos y software para la explotación científica de Gaia, Euclid y LSST, incluyendo sinergias con otros cartografiados como WEAVE y JPLUS/JPAS. Además, desde CAT se desarrollarán técnicas de computación avanzada aplicadas a astronomía multi-mensajero y cosmología. De modo similar, CAN desarrollará herramientas de *big data* y estudios de viabilidad para los cartografiados en que participa. En la parte más teórica, la CV persigue además el desarrollo de simulaciones teóricas para CAVITY y del simulador de Athena X-IFU, en colaboración con CAN.

Resultados esperados:

- Refuerzo del liderazgo nacional en los grandes cartografiados internacionales como J-PAS/J-PLUS, Gaia, Euclid, WEAVE, LSST, Athena, etc.
- Compleción instrumental de JPCam e implementación de su laboratorio de electrónica. Compleción y mejora del centro de datos de J-PAS/J-PLUS.
- Establecimiento de sinergias J-PAS/J-PLUS-WEAVE-Gaia-Euclid-LSST en campos que suponen un potencial y valor añadido único.
- Desarrollo de algoritmos y herramientas de *big data* para la explotación científica de Gaia y sus sinergias con otros cartografiados.
- Impulso del desarrollo de los cartografiados de legado de CAHA y de su preparación y explotación científica.
- Desarrollo de herramientas de *big data* para la explotación científica de los cartografiados indicados. Simulaciones teóricas para CAVITY y desarrollo del simulador de Athena X-IFU.
- Desarrollo de herramientas para la calibración y el estudio de la polarización del fondo cósmico de microondas para LiteBIRD.



Línea de Actuación 5: Búsquedas directas de materia oscura (MO)

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El objetivo de esta línea es llevar a cabo una serie de actuaciones experimentales, de desarrollo tecnológico, y fenomenológicas para la detección directa de MO en un amplio rango de masas, desde el axión de μeV al WIMP de 100 GeV. Gran parte de la actividad experimental en esta LIA se realiza en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC), una ICTS de referencia en el ámbito de la astrofísica de partículas.

En relación con la búsqueda del axión, destacan las acciones enmarcadas en la colaboración internacional IAXO, en la que los grupos españoles tienen un papel de liderazgo. Por un lado, se planea contribuir a la construcción del experimento BabyIAXO de búsqueda de axiones solares, especialmente del imán superconductor y de los subsistemas de detección de rayos-X de ultra-bajo fondo, incluyendo un prototipo a instalar en el LSC. Por otro lado, en el contexto del proyecto RADES, se planea construir varios demostradores de haloscopios de axiones, con tecnologías basadas en cavidades de radiofrecuencia en campos magnéticos, que se alojarán en el imán de BabyIAXO y en un imán y refrigerador a adquirir por el LSC. En particular, se pretende extender el rango de frecuencia de RADES a la banda W, mediante el uso de detectores superconductores KIDs, para cuyo desarrollo se planea la construcción de una nueva infraestructura criogénica en Cantabria. A nivel teórico/fenomenológico, se propone el análisis del potencial del axión de QCD y sus implicaciones cosmológicas en el crecimiento de estructuras.

En relación con la búsqueda de WIMPs, se incluyen acciones enmarcadas en varios experimentos con tecnologías complementarias para cubrir distintos rangos de masas. Por un lado, se propone una mejora de radiopureza y lectura óptica de los detectores del experimento ANAIS, actualmente en operación en el LSC, para mantener su liderazgo en el estudio de la modulación anual de WIMPs. Por otra parte, en el experimento DAMIC-M se propone la optimización de los niveles de ruido en el *skipper* CCD a baja temperatura para explorar un rango de masas de MO desde el eV hasta ~ 10 GeV. Por último, se pretende reducir el fondo inducido por radón en el experimento TREX-DM, en operación en el LSC, buscando señales de WIMPs de baja masa. De manera transversal, se proponen acciones de caracterización del fondo de neutrones, tanto en el LSC como en superficie.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Las Comunidades Autónomas involucradas son Aragón (AR), Cantabria (CAN), Cataluña (CAT) y la Comunidad Valenciana (CV).

En lo que respecta a axiones, se pretende contribuir a la construcción del imán superconductor de BabyIAXO (AR) y a las líneas de detección de rayos-X (AR), equipadas con detectores Micromegas de bajo ruido radioactivo y electromagnético (AR), y en particular con una nueva



electrónica de adquisición radiopura (CAT). En el contexto del proyecto RADES, se prevé contribuir al montaje de un haloscopio de axiones usando el imán de BabyIAXO, así como de otros dos demostradores de haloscopios en bandas X y W respectivamente en el LSC (AR,CAT,CV,CAN), este último equipado con sensores cuánticos (KIDs, TES, SNPD) para cuyo desarrollo y cualificación se construirá un nuevo laboratorio criogénico (CAN). En particular, se va a mejorar el sistema de adquisición y tratamiento de datos de RADES y su extensión a la banda W (CAT, CV, CAN). Asimismo, se propone el desarrollo e implementación de una tecnología basada en cinta superconductora de alta temperatura (HTS) para recubrir el interior de las cavidades resonantes (CAT). Se utilizará un imán de 16 T para medir las propiedades mecánicas y superconductoras de los HTS, y se evaluará su posible modificación para albergar temporalmente alguna de las cavidades de RADES (CAT).

En lo que respecta a WIMPs, se desarrollarán prototipos de detectores para ANAIS con SiPM y cristales enfriados a 100K, y se buscará la reducción del fondo con un blindaje activo de Ar o Xe líquido (AR). Se contribuirá a la puesta en servicio de una instalación en el LSC para el crecimiento de cristales radiopuros (AR). Se estudiará y optimizará el ruido del skipper CCD usado en el proyecto DAMIC-M para aumentar la sensibilidad a la detección directa de WIMPs y, también, otros candidatos a MO como el *dark photon*, con masa (energía) por encima del eV (CAN). Por otro lado, se profundizará en el estudio y mitigación del fondo inducido por emanación de Radón en TREX-DM (AR). Finalmente, se propone la realización de una campaña de medida de caracterización de neutrones en el LSC (CAT,CV).

Resultados esperados:

- Construcción y caracterización de prototipos de detector Micromegas de ultra-bajo ruido radioactivo y electromagnético para BabyIAXO, incluyendo uno en el LSC.
- Construcción y puesta en marcha del experimento BabyIAXO.
- Un sistema demostrador de haloscopio de axiones para masa en torno al μeV , instalable en BabyIAXO, otro en banda X y otro en banda W en el LSC (RADES). Incluye la construcción y evaluación de cavidades resonantes con recubrimientos HTS para las cavidades RADES.
- Construcción de un laboratorio criogénico en Cantabria para desarrollo y caracterización de detectores cuánticos para detección de MO (KID, TES, SNPD) y capacitación del tejido industrial local en tecnologías criogénicas.
- Construcción de un demostrador de la nueva técnica de detección, NaI100K.
- Instalación para crecimiento y caracterización de cristales NaI radiopuros en el LSC.



Línea de Actuación 6: Física de neutrinos

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Los neutrinos son las únicas partículas que prueban irrefutablemente que el marco teórico actual para describir las leyes fundamentales de la naturaleza está incompleto. España participa en tres experimentos internacionales complementarios. DUNE (oscilaciones de neutrinos) pretende aclarar si la jerarquía de masas de los neutrinos es normal o invertida y mostrar si la simetría combinada de conjugación de carga y paridad se viola en el sector de los leptones. Si así fuera, esta medida podría ayudar a entender la predominancia de la materia sobre la antimateria en el universo. NEXT (desintegración doble beta sin neutrinos en el estado final) está enfocado a determinar si los neutrinos son de tipo Dirac o Majorana, mediante la detección de una reacción que ocurre sólo en unos pocos núcleos atómicos. Finalmente, KM3NeT es un experimento que usa como medio de detección el agua del mar para medir las propiedades de los neutrinos atmosféricos, así como descubrir fuentes astrofísicas capaces de producir neutrinos de muy altas energías.

Los tres experimentos miden y explotan las propiedades de la luz producida bien al interactuar los neutrinos con el medio sensible que conforma cada detector (argón en DUNE, agua en KM3NeT) o bien en las desintegraciones nucleares que tienen lugar en ellos (xenón en NEXT). Por este motivo, además de contribuir al diseño construcción y futura operación de estos detectores, se contemplan los objetivos de desarrollar tecnologías de fotodetectores de última generación e instrumentación asociada a sistemas de adquisición distribuidos con niveles de sincronización sin precedentes y calibraciones temporales ultra-precisas. Consolidar las capacidades y coordinación entre los grupos españoles implicados, así como involucrar al tejido industrial interesado en desarrollar estas tecnologías son también objetivos de esta propuesta. También se aspira a avanzar en la modelización de interacciones de neutrinos para la interpretación de la respuesta de los detectores y la reducción de errores sistemáticos en las medidas.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Andalucía y la Comunidad Valenciana colaborarán en las siguientes actuaciones: desarrollo de un nuevo sistema de detección de luz más eficiente para DUNE, basado en el uso de dispositivos fotosensibles de gran área (ARAPUCAS o similares); perfeccionamiento del sistema de adquisición distribuido y las calibraciones temporales ultra-precisas para alcanzar resoluciones de una fracción de nanosegundo en KM3NeT; construcción de laboratorios ópticos para el desarrollo y la caracterización espectroscópica de nuevos fotosensores de gran área; creación de laboratorios para el desarrollo de detectores masivos criogénicos (en fase gaseosa y líquida) que permitan medir con resoluciones nunca alcanzadas los mecanismos de producción de luz de centelleo en detectores de gases nobles. La Comunidad Valenciana también estará



involucrada en la mejora del sistema de fotodetección del detector NEXT en el LSC. El objetivo es reducir la contaminación radiactiva dentro del detector, reemplazando fotomultiplicadores convencionales por fotodetectores de silicio que permitan una medida precisa de la energía de los sucesos registrados. Finalmente, Cataluña trabajará en el desarrollo de fotosensores para la siguiente generación de detectores de neutrinos.

Resultados esperados:

- Desarrollo de fotosensores de última generación con su electrónica asociada para su utilización en experimentos de neutrinos.
- Desarrollo de sistemas de adquisición distribuidos y de calibración con sincronización temporal de nueva generación.
- Creación de laboratorios ópticos y criogénicos para aumentar nuestra contribución y capacidad de liderazgo en experimentos internacionales de primer orden.
- Fortalecimiento de la colaboración con empresas nacionales, con el fin de aumentar su capacidad de contribuir al desarrollo de instrumentación avanzada en física de neutrinos.

Línea de Actuación 7: Exploración espacial con pequeños satélites

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El acceso al espacio está experimentando una revolución gracias a la reducción de costes de los lanzamientos y la aparición de soluciones satelitales compactas (*Cubesats*), lo que permite tiempos de desarrollo mucho más cortos y costes mucho más bajos. Esto está generando un rico ecosistema industrial y tecnológico, y de análisis y procesamiento de datos. El uso de pequeños satélites para astrofísica y ciencias planetarias aún está empezando, pero tiene un gran potencial para realizar investigaciones de vanguardia y generar *know-how* en la industria local. Proponemos desarrollar: 1) subsistemas clave de pequeños satélites como parte de la contribución española a la misión ESA / Comet Interceptor (AN); y 2) una misión espacial completa basada en una plataforma *Cubesat* (CAT).

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

El trabajo en Andalucía se realizará en el marco de la misión ESA-JAXA *Comet Interceptor*, de clase F, que se lanzará en 2029. Tres pequeñas naves obtendrán mediciones multipunto del núcleo y coma de un cometa utilizando nueve instrumentos, siendo el primer ejemplo europeo de exploración del espacio exterior basado en pequeños satélites. Las actividades estarán dirigidas al desarrollo de unidades de control de potencia y manejo de datos (PHU, DHU) y módulos de suministro de potencia (PSM) para tres cámaras a bordo de dos naves espaciales, y un espectrómetro de masas. También se contemplan sensores magnéticos. El desafío es construir sistemas basados en arquitecturas simples y componentes miniaturizados



(procesador, memoria, comunicación, convertidores AC/DC, control de instrumentos), al tiempo que se garantiza un alto rendimiento, eficiencia y fiabilidad. La aplicabilidad de estos sistemas es amplia y se puede llevar a misiones interplanetarias (estudios in situ del Sol o de Marte, u observación de la Tierra orientada al estudio del cambio climático).

El trabajo en Cataluña se centrará en el diseño completo, integración, verificación, lanzamiento y operaciones de un *CubeSat*. La misión propuesta es un satélite de fotometría absoluta global (*PhotSat*) que escaneará todo el cielo disponible cada 1-2 días en múltiples bandas (UV / visible) con una precisión mejor que 10^{-3} en fuentes brillantes ($G < 12$, $\sim 5 \cdot 10^6$ objetos). Los casos científicos son numerosos, relacionados con la astrofísica de alta cadencia en el dominio temporal: variabilidad estelar, monitoreo de asteroides, transitorios, etc. La misión *PhotSat* complementará las medidas de las estrellas más brillantes desde tierra (por ejemplo, con LSST) y proporcionará datos clave para caracterizar objetivos para misiones espaciales (por ejemplo, JWST, ESA/Ariel). Las actividades incluirán el diseño de todos los elementos (mecánicos, térmicos, eléctricos, detectores, electrónica, procesamiento, comunicaciones, control, órbita), algunos utilizando soluciones desarrolladas por AN. La integración se realizará utilizando las instalaciones y la mano de obra de ingeniería del IEEC y el IFAE (CAT). Las operaciones científicas utilizarán la estación terrestre del Observatorio del Montsec y el conocimiento heredado de la misión Gaia. Los productos de datos finales se generarán y se harán (parcialmente) públicos en un breve período de tiempo para que la comunidad internacional pueda beneficiarse de un sistema de respuesta rápida.

Resultados esperados:

- Desarrollo y fabricación de modelos de calificación de ingeniería altamente miniaturizados de PSM, PHU y DHU ($10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ y 600 g) para cuatro de los nueve instrumentos de la misión *Comet Interceptor*. Estos sistemas también se podrán implementar en otras plataformas e instrumentos.
- Proporcionar un monitoreo continuo de alta precisión de las fuentes del cielo "brillante", incluidas las estrellas, los transitorios, los objetos del Sistema Solar y otros. Esto tendrá un impacto directo en programas en curso como el cartografiado CARMENES-PLUS, las operaciones y la participación en la misión ESA/Ariel, y varios otros. La mayoría de estos casos científicos son de interés directo para grupos de CAT y AN y otros institutos de investigación de toda España, que serán invitados a contribuir a la fase de explotación científica.
- Desarrollo de capacidades de misión de extremo a extremo (en institutos académicos y en proveedores de tecnología locales) para futuros proyectos y colaboraciones internacionales.
- Además del impacto científico directo, este proyecto aumentará significativamente las capacidades a lo largo de la cadena de valor completa del ecosistema español en aplicaciones de *NewSpace*.



Línea de Actuación 8: Computación, *big data* e inteligencia artificial

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

La computación masiva y el *data science* juegan un papel clave y transversal en la consecución de los objetivos científicos del programa de Astrofísica y Física de Altas Energías, y también en la transferencia de tecnología. Tanto los métodos desarrollados como los científicos e ingenieros formados pueden contribuir a las necesidades de la transición digital.

La explotación de grandes volúmenes de datos científicos, como los que producen los experimentos de este programa, requiere plataformas de *big data* y cálculo científico, y equipos humanos que actúen como facilitadores de su utilización, multiplicando su potencial científico. En las comunidades españolas de Astrofísica y Física de Altas Energías hay infraestructuras punteras y grupos con reconocimiento mundial en este ámbito, y esta línea de actuación les capacitará para liderar la gestión y explotación de los nuevos conjuntos masivos de datos que se producirán en los experimentos descritos en las otras líneas de este programa. En consecuencia, los objetivos son:

- Potenciar las capacidades computacionales de la comunidad científica española en Astrofísica y Física de Altas Energías, tanto con la provisión de nuevos equipos informáticos como con la consolidación de los equipos humanos existentes para su explotación.
- Aprovechar al máximo las capacidades actuales de las infraestructuras existentes de análisis de *big data*, expandiendo su capacidad y su ambición, hasta tener en España un *hub* de datos de astronomía multi-mensajero único en Europa.
- Conseguir una masa crítica de investigadores que desarrollen algoritmos de inteligencia artificial y *data mining* en este campo, con posibilidades de transferencia al sector productivo.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Grupos de las seis CC.AA. implicadas en el programa participarán de manera coordinada en nuevas iniciativas transversales de desarrollo de herramientas de análisis de *big data* e inteligencia artificial, y en una red de infraestructuras de computación enfocada a las necesidades de este programa:

Andalucía: Andalucía participará en la preparación del análisis de los datos masivos del cartografiado J-PAS en colaboración con Aragón. También se completará el desarrollo de un prototipo de SKA Regional Center (SRC), una plataforma hardware, software y de servicios integrada en una red internacional. Este SRC apoyará el procesamiento y análisis de datos interferométricos y la reproducibilidad de los resultados científicos (principios FAIR). La implementación del SRC permitirá la capacitación de personal en áreas de impacto social como *big data*, *data science* o *green computing*, y constituirá un vehículo de colaboración y atracción de talento.



Aragón: El cartografiado de galaxias J-PAS en el CEFGA producirá una gran cantidad de datos. Aragón jugará un papel determinante en las iniciativas relacionadas con la explotación de grandes volúmenes de datos producidos por grandes cartografiados astronómicos con fuerte implicación española, como J-PAS. Para dar apoyo a esta línea, se procederá a la renovación parcial del equipo de la Unidad de Procesado y Archivo de Datos (UPAD) del CEFGA (ver la línea de actuación 4), así como al desarrollo de software, *big data* y técnicas de inteligencia artificial.

Baleares: Los grupos en la Universitat de les Illes Balears (UIB) desarrollarán técnicas de computación avanzada para simulaciones y minado de datos aplicadas a ondas gravitacionales y astronomía multi-mensajero. En paralelo, se adquirirá un superordenador regional con soporte para aprendizaje automático de alto rendimiento dedicado a la astrofísica computacional, en las áreas de ondas gravitacionales y física solar, y se apoyará a los grupos científicos que lo explotarán.

Cantabria: Desarrollo de herramientas de *big data* y *machine learning* para su aplicación al procesamiento y análisis de los datos reales y simulados producidos en J-PAS, Euclid, SKA, QUIJOTE, LiteBIRD y Athena. Aplicación de técnicas de *machine learning* al análisis de datos del LHC: integración de GPU y FGPA en la *Grid*; aplicación al *trigger* de estos procesadores, entre otras aplicaciones.

Cataluña: El Port d'Informació Científica (PIC), uno de los nodos de la nueva ICTS distribuida de datos dentro de la RES, ya sirve de plataforma de datos de varios proyectos mencionados en las otras líneas. Con esta propuesta, se expandirá su parte dedicada al acceso eficiente a grandes conjuntos de datos astrofísicos (CosmoHub) para convertirlo en un verdadero *hub* de astronomía multi-mensajero, único en Europa, dando servicio a las comunidades española e internacional del campo. A tal fin, además de proveerse de equipos informáticos, será necesario fortalecer el equipo humano responsable del desarrollo de herramientas para la gestión de alertas y planificación (*scheduling*). Más generalmente, se reforzarán los equipos que trabajan en la generación, gestión y explotación de datos masivos de los experimentos descritos anteriormente, consolidando y expandiendo su *know-how* en las herramientas necesarias para hacer efectiva la *data science*, así como desarrollos de computación avanzada para la descripción de fenómenos astrofísicos complejos.

Valencia: Con su nodo local de la RES y ARTEMISA, la comunidad valenciana cuenta con una infraestructura de cálculo, basada en CPUs y GPUs, orientada a la supercomputación, el aprendizaje profundo y la inteligencia artificial. El programa permitirá su actualización y explotación, potenciando el grupo humano dedicado al desarrollo de algoritmos. También se fortalecerán tanto el equipo humano como el equipamiento para la simulación, gestión y explotación de datos masivos de los experimentos en colisionadores de las próximas décadas, empezando con el HL-LHC. Asimismo, se potenciará el desarrollo de la astrofísica y cosmología computacional, en colaboración con Baleares.



Resultados esperados:

- Fortalecimiento y actualización de la infraestructura informática ya existente, dedicada y puntera, con nodos especializados en Cataluña (potenciando sus aspectos de *big data* dedicados a astronomía multi-mensajero), Valencia (potenciando sus capacidades en supercomputación e inteligencia artificial), Baleares (centrado en computaciones y simulaciones masivas), Aragón (datos de cartografiados masivos), Cantabria (potenciando el procesado de datos para experimentos de astrofísica y física de partículas, y misiones espaciales) y Andalucía (con la compleción del prototipo del SKA Regional Center).
- Con la citada infraestructura, provisión del soporte necesario al resto de líneas de investigación en este programa.
- Desarrollo de algoritmos de *big data*, *data science* e inteligencia artificial para uso en las líneas de actuación de este programa y más allá, incluyendo su transferencia al sector productivo.

La Comunidad Autónoma de Cataluña prevé materializar su participación en este Programa mediante un convenio con el Consorcio Institut de Física d'Altes Energies (IFAE) que actuará como entidad ejecutora de los fondos indicados en el apartado "Financiación" del presente anexo al Acuerdo.

CRONOGRAMA TRIMESTRAL

Líneas de actuación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
LIA 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



FINANCIACIÓN

Aportaciones del MCIN

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
Cataluña	4.795.914 €	61.000 €	1.642.825 €	974.961 €	7.474.700 €
Andalucía	1.590.000 €	2.744.783 €	100.000 €	665.217 €	5.100.000 €
Cantabria	82.400 €	308.904 €	- €	58.696 €	450.000 €
Comunitat Valenciana	2.357.826 €	1.835.165 €	371.148 €	684.621 €	5.248.760 €
Aragón	1.528.239 €	272.000 €	721.500 €	378.261 €	2.900.000 €
Illes Balears	720.000 €	143.000 €	6.565 €	130.435 €	1.000.000 €
SUMA	11.074.379 €	5.364.852 €	2.842.038 €	2.892.191 €	22.173.460 €

Aportaciones de las Comunidades Autónomas

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
Cataluña	1.677.347 €	2.481.652 €	2.340.652 €	974.948 €	7.474.599 €
Andalucía	2.116.304 €	275.000 €	- €	358.696 €	2.750.000 €
Cantabria	260.870 €	- €	- €	39.130 €	300.000 €
Comunitat Valenciana	1.353.539 €	904.217 €	199.852 €	368.641 €	2.826.249 €
Aragón	690.915 €	666.943 €	- €	203.679 €	1.561.537 €
Illes Balears	327.000 €	540.000 €	2.565 €	130.435 €	1.000.000 €
SUMA	6.425.975 €	4.867.812 €	2.543.069 €	2.075.529 €	15.912.385 €



ANEXO III

PLAN DE TRABAJO Y FINANCIACIÓN PROPUESTA PARA EL PROGRAMA DE I+D+I EN EL AREA DE BIODIVERSIDAD.

TÍTULO DESCRIPTIVO DEL PROGRAMA

EXPLORACIÓN, ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DE LA BIODIVERSIDAD: POSIBLES RESPUESTAS A LA ESTRATEGIA 2030 DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN UN ESCENARIO DE CAMBIO GLOBAL.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN (LA)

- **LA-1:** Plataformas para la observación de la biodiversidad con tecnologías aeronáuticas y aeroespaciales.
- **LA-2:** Monitorización y seguimiento de la biodiversidad.
- **LA-3:** Inventario de los servicios ecosistémicos.
- **LA-4:** Evaluación y mitigación del impacto del cambio global sobre la biodiversidad.
- **LA-5:** e-Infraestructura integrada de observación de la Biodiversidad (e-IIOB).
- **LA-6:** Red de Centros para el estudio y gestión de la Biodiversidad.

COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y ENTIDADES PARTICIPANTES

- Galicia
- Andalucía
- Principado de Asturias
- Canarias
- Extremadura
- Illes Balears



BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Hoy día se reconoce que la naturaleza y la Biodiversidad que la constituye se encuentran en el epicentro de los retos sociales y económicos a los que nos enfrentamos. Una acción conjunta y urgente desde todos los vértices, incluyendo la política, se antoja prioritaria y debe ser un elemento transversal en las distintas estrategias nacionales e internacionales. Se entiende como necesario el desarrollo de soluciones que estén centradas en la naturaleza, y que tengan en cuenta como inciden en ella las actividades antrópicas, para detener la crisis de Biodiversidad a la vez que permitan la mitigación y adaptación de los sistemas naturales al cambio climático.

Aunque el valor de 170.000 trillones de dólares en el que se tasa el valor intrínseco de la biodiversidad es un valor un tanto etéreo, parece mucho más realista el valor de 170-190.000 billones de dólares que es el aportado por los servicios ecosistémicos y que no deja de ser el equivalente a dos veces el PIB mundial.

El traslado de estas líneas argumentales a nivel nacional y de manera específica a la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología (EECTI) se muestra en su anexo II: Alimentación, Bioeconomía, Recursos Naturales y Medio Ambiente, que persigue: “Soluciones a problemas ambientales adaptados a la singularidad, diversidad y riqueza del patrimonio natural; Macroecología y biogeografía; Interacciones ecológicas y especies invasoras; Meta-genómica y genómica ambiental; Cambio climático e impacto en las interacciones biosfera-atmósfera-oceános y su impacto en la eco-fisiología; Paleo-oceanografía; Microbiología marina”, siendo esta EECTI la columna vertebral del objeto de este Proyecto.

Estos objetivos perseguidos por la EECTI vigente se desarrolla en gran medida en el escenario del “Big Data” dónde la importancia de los datos para dar respuestas a estos desafíos aumenta de manera notable. Se hace necesaria la obtención de series temporales de datos de orígenes diversos (Sensores remotos, datos terrestres o marinos sobre el terreno, datos experimentales, ciencia ciudadana) y, en la medida de lo factible, la adquisición de los datos debe estar lo más automatizada posible. Además, es importante la escala temporal (series temporales cortas o históricas) y la escala geográfica (local, regional, nacional, etc.). Aspectos todos ellos que forman el eje vertebrador del presente proyecto.

Como respuesta a la situación anteriormente expuesta el presente Plan Complementario de I+D+I sobre Biodiversidad pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Promover un polo de innovación y desarrollo industrial, utilizando nuevas tecnologías disruptivas en el ámbito aeroespacial, como plataformas satelitales, pseudo-satelitales (HAPS) y drones aéreos (UAVs) y marinos (USVs-ROB), para la observación de la tierra y la obtención, tratamiento y análisis inteligente de datos, economía del Dato, para la



mejora y gestión inteligente de los servicios prestados por las administraciones públicas y, simultáneamente, de otros servicios prestados por entidades privadas.

- Diseñar, validar e implementar una red de seguimiento del papel de la biodiversidad, de los servicios ecosistémicos y de la gestión adaptativa de los recursos renovables en un gradiente de ambientes con diferentes grados de antropización, tanto marítimos-terrestres como insulares-continentales.
- Estudiar, evaluar y proponer acciones de mitigación del Impacto del Cambio Global sobre la Biodiversidad, analizando la influencia del uso y ocupación del territorio, el impacto de las invasiones biológicas y el análisis de resiliencia de la Biodiversidad frente al Cambio Climático.
- Desarrollar una red de centros (e-infraestructura y físicos) que pretende incardinar una serie de iniciativas de diferentes comunidades autónomas dirigidas al estudio o gestión de la Biodiversidad desde diferentes puntos de vista y con una fuerte coordinación y complementariedad.

El desarrollo de estos objetivos promueve una serie de acciones conjuntas, que acometen una buena parte de los retos propuestos por la actual Estrategia Española de Ciencia y Tecnología.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

- **Línea de Actuación 1: Plataformas para la Observación de la Biodiversidad con tecnologías aeronáuticas y aeroespaciales.**

En esta LIA se desarrollarán las plataformas tecnológicas para misiones de observación, captura y procesamiento de datos de Biodiversidad. Entre los desarrollos se incluyen los siguientes:

- Desarrollo y despliegue de plataformas HAPS (High Altitud Pseudosatellites Systems) y/o UAS (Unmanned Aerial Systems) para misiones de biodiversidad, incluyendo el apoyo y soporte necesario para la realización de las misiones, las simulaciones y ensayos necesarios y los sistemas de comunicaciones, meteorología y control de vuelo asociados.
- Desarrollo y despliegue de plataformas USVs para misiones de biodiversidad marina.
- Desarrollo de sistemas de comunicaciones, transmisión y procesado de datos entre HAPS y/o UAS y/o USVs y el centro e-IIOB.



- **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA.**

Galicia se centrará en el desarrollo y despliegue de plataformas UAS y USVs y de los sistemas de comunicaciones entre HAPS, UAS, USVs y e-IIOB. Se incluye la adaptación a las misiones de biodiversidad y a la sensórica embarcada necesaria para las mismas.

Canarias se centrará en el desarrollo y despliegue de plataformas HAPS y/o UAS y en su adaptación para la realización de misiones de biodiversidad en vuelos BVLOS (más allá de línea de vista) con sensores embarcados, así como en los sistemas transmisión, recepción y procesamiento de datos a su Geo Information Center (GIC), y los sistemas, equipamientos y procesos de comunicaciones y control de vuelo.

Ambas Comunidades: el diseño asociado de conceptos operacionales y de espacio aéreo UTM (Unmanned Aircraft System Traffic Management), así como los procedimientos y los análisis de riesgos requeridos, las simulaciones y vuelos de prueba e integración correspondientes y, en su caso, la prestación de los servicios de UTM requeridos. En el caso de que fuese necesario: el diseño de espacio aéreo superior ATM (Air Traffic Management), los procedimientos asociados y la coordinación ATM / UTM, así como el desarrollo de plataformas de prestación de servicios Urban Space (U-Space, USSP Urban Space Service Provider) para operaciones de tráfico no tripulado o mixto (tripulado y no tripulado) y sus equipamientos e infraestructuras asociadas.

- **Resultados esperados.**

Se dispondrá de diferentes plataformas tanto de tipo HAPS y/o UAS y/o USVs, aptas para embarcar sensores y realizar misiones de Observación y/o monitorización de la Biodiversidad. Estas plataformas dispondrán de los equipos adecuados para comunicarse entre sí, así como con plataformas HAPS y/o UAS y/o USVs con el e-IIOB y/o con los centros de control de vuelo y/o los proveedores de servicios de navegación aérea.

Se dispondrá de al menos una plataforma de tipo HAPS y/o UAS en vuelos BVLOS (Beyond Visual Line of Sight), apta para realizar misiones de Observación y/o monitorización de la Biodiversidad. Estas plataformas dispondrán de los equipos adecuados para comunicarse con otras plataformas de tipo HAPS y/o UAS y/o USVs o satelitales y/o con el e-IIOB y/o con los centros de control de vuelo y los proveedores de servicios de navegación aérea.

Diseño de espacio UTM y/o ATM y prestación de servicios y control de vuelos de HAPS y/o UAS en misiones de monitorización de biodiversidad

El equipamiento incluye sensores (desarrollo y/o integración de sensores en plataformas), simuladores y aplicaciones de simulación de vuelo y/o misiones, sistemas de navegación adaptados a la gestión del espacio UTM y/o ATM y equipamientos para



prestación de servicios UTM y/o U-Space necesarios, sistemas para comunicaciones móviles mediante células LTE, 5G estándar avanzado, comunicaciones satelitales, monitorización y seguimiento de vuelo radar, enlaces de comunicaciones vía satélite y/o sistemas de comunicación punto a punto.

Canarias espera desarrollar plataformas HAPS y/o UAS en vuelos BVLOS (Beyond Visual Line of Sight), con sensores integrados para la toma de datos de biodiversidad; desplegará sistemas y equipamientos de comunicaciones necesarios; desarrollará, en caso de ser necesario, plataformas de provisión de servicios UTM y los servicios de control de vuelo necesarios.

- **Línea de Actuación 2: Monitorización y Seguimiento de la Biodiversidad.**

Sublínea 2.1. Monitorización y seguimiento de la Biodiversidad mediante plataformas aeroespaciales.

- Desarrollo y/o integración de sensores de observación y/o monitorización de biodiversidad en plataformas HAPS y/o UAS.
- Desarrollo y/o integración de sensores de observación y/o monitorización marítima adaptados a plataformas USVs.
- Desarrollo de misiones de biodiversidad con vuelos de plataformas HAPS y/o UAS y/o USVs
- Transmisión y recepción datos recibidos con sensores a centros de procesos de datos, y el desarrollo de Data Analytics para entrega de información de valor a operadores públicos.

- **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA.**

Canarias y Galicia trabajarán conjuntamente en el desarrollo y/o integración de sensores para la observación de la Biodiversidad para plataformas de tipo HAPS, UAS o USV. Se potenciarán las sinergias entre los diferentes desarrollos a fin de aprovechar al máximo los diferentes tipos de sensores adaptándolos y/o integrándolos en los diferentes tipos de plataformas.

Canarias se centrará especialmente en la integración de sensores en plataformas HAPS y/o UAS, en el desarrollo de misiones de vuelo de biodiversidad (que incluirán el diseño de conceptos operacionales, estructuración y diseño del espacio aéreo, la elaboración de manuales y procedimientos operacionales, los análisis de riesgos, las simulaciones necesarias y la validación con vuelos en tiempo real, etc. (todo lo anterior en varias



iteraciones) así como la certificación o precertificación aeronáutica necesarias y el Data Analytics de Biodiversidad para, a partir de los datos recogidos por los sensores embarcados en plataformas HAPS y/o UAS y/o USVs, combinados con datos procedentes de otras fuentes de datos complementarias (satelitales, meteorológicas, sensores en tierra, bases de datos, etc.), y mediante su procesado, análisis y presentación de soluciones y productos de generación de valor para clientes públicos. Desarrollará en su centro ISSEC el centro de control de desarrollo, gestión y control de misiones (y vuelos de plataformas).

Galicia se centrará en el desarrollo de instrumentación específica para la captación de datos necesarios para las diferentes misiones de observación de la Biodiversidad, así como en los procesos de diseño y planificación de misiones que respondan a las exigencias de los usuarios.

- **Resultados esperados.**

Desarrollar y/o integrar de sensores para la observación de la Biodiversidad en plataformas de tipo HAPS y/o UAS y/o USVs. Se potenciarán las sinergias entre los diferentes desarrollos a fin de aprovechar al máximo los diferentes tipos de sensores, adaptándolos a los diferentes tipos de plataformas. Dada la variedad y diversidad de elementos a observar, se prevé que las tipologías de sensores sean de gran variedad. Para los sistemas HAPS y/o UAS se buscará maximizar las sinergias en los desarrollos, incluyendo sensores de tipo óptico, infrarrojo, multiespectral, radiometría, Radar, LIDAR, video 4K o biosensores que puedan resultar de utilidad para misiones de biodiversidad. Para los sistemas de tipo USV y ROB submarinos se desarrollarán sensores basados en las tecnologías disponibles tales como sónar, detectores químicos y cualquier otra tecnología que pudiera resultar de utilidad.

Desarrollar conceptos operacionales (ConOps), así como su simulación y validación suficiente con vuelos reales (varias iteraciones) para facilitar la realización y/o certificación aeronáutica de las misiones de biodiversidad previstas, como pudieran ser (a nivel orientativo): el control de complejos ambientales; la prevención y lucha contra la contaminación marina y de aguas interiores; la prevención, alerta temprana y gestión en la lucha contra incendios; el apoyo y asistencia en casos de emergencia ambiental; la monitorización de espacios naturales, protegidos y/o zonas sensibles ambientalmente; el control de costas, vertidos, marisqueo ilegal, entre otras

Estructurar el espacio aéreo y desarrollar los procedimientos operacionales, los análisis de riesgos y los sistemas, equipamientos e infraestructuras (meteorológicos, comunicaciones, radar, ADB, etc.) necesarios para el vuelo y su control más allá de línea



de vista (BVLOS) y, en su caso, el desarrollo de plataformas de provisión de dichos servicios (USSP) cuando fuera necesario para realizar dichas misiones, que posibiliten la integración de los vuelos de las plataformas HASP y/o UAS en el espacio aéreo inferior y/o superior, en convivencia segura con el resto de vuelos tripulados.

Sublínea 2.2. Monitorización y seguimiento de la Biodiversidad mediante tecnologías terrestres y marinas. En ellas se perseguirán aspectos tales como:

- El inventario y estudio integrativo de la Biodiversidad desde el terreno.
- Seguimiento automatizado desde el terreno de la Biodiversidad y de los factores abióticos que la determinan
- El uso de los Bioindicadores como método de valoración de la biodiversidad total y su conservación

• **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA.**

Para la monitorización ambiental y de especies silvestres, y de interés para la industria alimentaria, características del ámbito marítimo-terrestre de **Andalucía**, se propone la potenciación de un gran conjunto de datos en red basada en el sistema de información ya existentes (Linaria - actualmente en desarrollo operativo) al que se acoplará una e-Infraestructura de comunicaciones, supercomputación y 'nube' distribuida donde se podrá registrar, entre otras, la diversidad genética de estas especies y su distribución espacial a distintas escalas. Se potenciará la Red de Observatorios de Cambio Climático de Andalucía resolviendo la comunicación con servidores, el almacenamiento en bases de datos y su monitorización. Por último, se pretende establecer redes de monitorización ambiental y de especies características tanto en el ámbito terrestre como en el marítimo. En este último, y entre otros, ligadas a la red de 9 Torres de Eddy covarianza distribuidas en un gradiente de antropización en el territorio andaluz.

Asturias trabajará en la detección y caracterización de la biodiversidad en sus múltiples facetas y en el seguimiento de ecosistemas, poblaciones y comunidades naturales. Se desarrollarán protocolos y metodologías para el seguimiento de la biodiversidad y de otras variables medioambientales fundamentales para su investigación y gestión.

Extremadura pretende implementar un sistema integral de seguimiento terrestre de la biodiversidad y sus interacciones a escala regional y local, mediante la integración de la información masiva que se obtenga a través de redes: 1) equipos de visión nocturna y térmica para videos y fotografía 2) equipos de registro de sonido para la identificación de especies de fauna y 3) transmisores para el seguimiento del movimiento de individuos



a diferentes escalas espaciales. Con ello se obtendrá un conjunto de bioindicadores que puedan aportar información sobre la biodiversidad total y su estado de conservación.

Illes Balears acometerá el Inventario y caracterización de comunidades naturales y especies desde una perspectiva integrativa. Serán prioritarios el estudio de aquellas comunidades, ecosistemas y grupos taxonómicos menos conocidos y característicos o endémicos del territorio insular. Se realizará el seguimiento y evaluación del estado de conservación mediante el empleo de sistemas de monitoreo ambiental y el empleo de especies bioindicadoras e índices bióticos. Se realizará la caracterización genética de las especies y poblaciones locales y se generarán genomas completos de especies protegidas y emblemáticas.

- **Resultados esperados.**

Se obtendrá un conjunto de variables ecosistémicas esenciales y bioindicadores de biodiversidad, que posteriormente podrán ser utilizados como indicadores de la diversidad total, existente a nivel local y regional, y el impacto generado por el cambio y perturbación en el sistema.

La información que se genere permitirá estimar cambios en la riqueza y distribución de la biodiversidad, que servirá de base para la política de conservación a escala regional. Por tanto, la información generada tendrá un elevado potencial de transferencia a los sectores administrativos relacionados con la gestión de los recursos naturales, tanto de especies como de espacios.

Los metadatos que se obtengan serán de una transferencia directa a la comunidad científica por su elevado potencial para responder a preguntas ecológicas claves a una amplia escala geográfica. Estos datos se pueden utilizar para realizar consultas sobre especies, poblaciones, comunidades o ecosistemas, y para producir información útil sobre el comportamiento, la distribución y las interacciones de la vida silvestre.

- **Línea de Actuación 3: Inventario de los Servicios Ecosistémicos**

Se pretende generar información validada científicamente sobre la relación entre la biodiversidad en sus múltiples facetas (i.e., diversidad taxonómica, funcional, de ecosistemas), y las propiedades y servicios ecosistémicos (estabilidad y regulación del clima, formación de suelo, sumideros y reservorios de carbono, recursos pesqueros, hábitats estructurantes, purificación del aire y depuración del agua, control de plagas, polinización, actividades recreativas y turísticas, etc.).



- **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA**

Andalucía propone el desarrollo de un sistema de indicadores y sistemas de prospección y monitorización de funciones y servicios de ecosistémicos, terrestres y acuáticos, en ambientes caracterizados por niveles medios y altos de antropización para poder valorar la posible alteración de estos servicios y su efecto sobre la diversidad de especies clave. La propuesta parte de la caracterización de los sistemas socio ecológicos (SES) de Andalucía y sus dinámicas de cambio, como las unidades territoriales sobre las que estratificar el estudio. Como casos de estudio se trabajará en mayor profundidad analizando la tipología e integrando la información socio económica dispersa entre distintas instituciones de los sistemas estuario-marítimo y forestal con alcornoque (como casos de estudio) e identificar experiencias concretas de los saberes locales y las prácticas eficientes que contribuyan a establecer indicadores para la adecuada gestión de estos y la conservación de su biodiversidad.

Asturias implementará una valoración económica del capital natural, y de las políticas ambientales y de conservación. Esta se utilizaría como guía para caracterizar el sistema socioecológico de Asturias y definir sus cualidades/debilidades para hacer frente al cambio global. Se diseñarán modelos de gestión sostenibles de recursos naturales y servicios ecosistémicos (almacenamiento de carbono, biodiversidad, recursos naturales, calidad ambiental, etc.) y apoyo científico en la valoración de los sectores turístico y primario (p.e. ecocertificación, eficiencia, calidad, resiliencia)

La participación de **Extremadura** incluye el desarrollo de herramientas de optimización para el diseño de paisajes resilientes ante la expansión forestal en tierras abandonadas, mediante la evaluación de los efectos de esta expansión forestal en la disponibilidad del agua, el balance de gases de efecto invernadero, el riesgo de incendio y la biodiversidad. Además, se pretende avanzar en el desarrollo de los modelos derivados de la implantación de los distintos patrones de gestión y las consecuencias que exista para el balance de los servicios ecosistémicos. Se establecerán criterios de utilidad para el diseño de paisajes resilientes en mosaico y el apoyo a las redes socio-ecológicas de los que depende su mantenimiento.

En el ámbito socioeconómico **Extremadura** pretende estudiar modelos, enfoques, metodologías y métricas para cuantificar el valor de los servicios ecosistémicos, y estimar el costo de su degradación en el contexto del cambio global. Igualmente se analizará la Fiscalidad actual y futura basándose en el derecho de Biodiversidad.

En el caso de **Illes Balears**, como territorio insular, la sostenibilidad territorial es fundamental para el bienestar de la sociedad sin dejar de lado un desarrollo socioeconómico equilibrado. Por tanto, las Illes Balears desarrollarán metodología innovadora para la evaluación del estado de conservación de los hábitats y comunidades



marinas y terrestres y determinar el impacto antropogénico (como la urbanización, pesca, aportes terrestres en el mar, basuras, contaminación y eutrofización) sobre los hábitats singulares (como el litoral marino, bosques, hábitats marinos sensibles y esenciales, islotes, etc.). Así mismo, se evaluará el efecto de las áreas protegidas (parques naturales o reservas marinas) o comunidades protegidas (como la comunidad estructurante de praderas de *Posidonia oceánica*) en el mantenimiento de la biodiversidad, las funciones ecológicas y la productividad de los recursos en zonas adyacentes, así como la entrega de los servicios ecosistémicos.

Se desarrollarán aplicaciones y soluciones en relación con la gestión medioambiental y la gestión de residuos, la economía circular, la gestión del agua, actuaciones para mitigar el Cambio Climático, los sistemas inteligentes y eficientes de transporte.

- **Resultados esperados.**

Aportar los indicadores necesarios para el seguimiento de los objetivos socioeconómicos y de desarrollo sostenible de cada región y, de esta manera determinar la capacidad de carga del territorio.

Demostrar los efectos positivos de la protección de los espacios naturales sobre el rendimiento de los ecosistemas, tanto por lo que respecta a la cantidad como a la calidad de los productos, y por tanto a su rendimiento económico o, por lo contrario, proponer cambios en las medidas de gestión de dichas áreas.

La evaluación permitirá la toma de decisiones y mitigación de conflictos relativos a la gestión de los servicios de los ecosistemas, que tengan en cuenta tanto la estructura y funcionamiento de los ecosistemas como de los sistemas sociales.

Se generarán protocolos de sostenibilidad necesarios para la explotación de los recursos (turismo, pesca, agricultura, ganadería) de forma compatible con la conservación del medio y su biodiversidad.

Se desarrollarán las herramientas para transformar los territorios abandonados, permitiendo integrar estos sistemas de explotación en el marco de prevención de incendios, conservación del agua, aumento de la diversidad y mejora de la resiliencia.

Se aportarán métricas a los actores relevantes (públicos y privados) que permitan determinar y justificar desde un punto de vista económico, cuáles son las mejores estrategias para promover el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad.

Los resultados serán directamente transferibles a las administraciones pertinentes y a los gestores privados, para disponer de la información científica necesaria para la gestión



de los recursos agropecuarios y forestales desde la perspectiva de la sostenibilidad y recuperación de los servicios ecosistémicos en los ámbitos marítimo y terrestre.

- **Línea de Actuación 4: Evaluación y mitigación del Impacto del Cambio Global sobre la Biodiversidad**

- Analizar la influencia del uso y ocupación del territorio sobre la Biodiversidad.
- Evaluar el impacto de las invasiones biológicas sobre la Biodiversidad y su control.
- Analizar la resiliencia de la Biodiversidad frente al Cambio Climático.
- Evaluación integral (ecosocioeconómica) del impacto humano sobre los Servicios Ecosistémicos.

- **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA**

Desde **Andalucía** se hará un análisis del impacto de las infraestructuras humanas que generan interrupciones espaciales y funcionales, y cambios de usos, de los espacios que ocupan. Las propuestas se concentran en a) Plataformas Solares Fotovoltaicas, e instalaciones asociadas, sobre los ecosistemas y especies clave características (p.ej. aves esteparias), b) parques eólicos e instalaciones asociadas sobre poblaciones de aves planeadoras (p. ej. carroñeras), c) la red de caminos y carreteras sobre las dinámicas poblacionales de la fauna afectada negativamente o positivamente y d) analizar la idoneidad y factores de riesgo de las playas antropizadas y litorales urbanos para la fauna marítimo litoral en general (p. ej. puesta de tortugas, invertebrados..).

Por Parte de **Andalucía** se desarrollarán pautas para compatibilizar la conservación y mantenimiento de la biodiversidad con el rendimiento de las actividades económicas en ecosistemas naturales antropizados (p. ej. olivares, dehesas, pinares, invernaderos, submareal, intermareal y estuárico, marismas, salinas...). Para ello se propone, a) el establecimiento de ensayos piloto de caracterización y seguimiento de los efectos del cambio global en estos ecosistemas, b) el desarrollo de una evaluación económica de la multifuncionalidad de estos espacios para ampliar la diversidad de las funciones ecosistémicas y el aprovechamiento socioeconómico sostenible y c) un diagnóstico analítico del efecto del uso intensivo de espacios antropizados sobre la biodiversidad y su diversidad funcional.

Se evaluará el efecto disruptor de especies exóticas invasoras sobre las poblaciones de especies autóctonas y sobre la alteración de los servicios ecosistémicos que estas prestan tradicionalmente (dispersión de semillas, relación con los cultivos, cambio de percepción



en la ciudadanía y trasmisión de enfermedades) tanto en el ámbito terrestre como en el marítimo-litoral.

En **Asturias** se analizarán los efectos de las presiones antropogénicas, de forma independiente o acumulada, sobre la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas y sus servicios. Se estudiarán las respuestas y adaptabilidad al impacto del cambio global de los sistemas naturales. En Asturias el desarrollo industrial y urbano ha generado importantes impactos ambientales a través de la contaminación del aire, del agua y de los suelos o de la ocupación y transformación del espacio. La aplicación del conocimiento científico dirigido a una restauración ecológica adaptativa de suelos degradados industriales o post-incendio, y de zonas costeras transformadas, y el desarrollo de nuevas tecnologías de evaluación de los impactos, abren la posibilidad incrementar el valor del patrimonio natural en las zonas de mayor actividad industrial y de densidad de población, contribuyendo a mejorar la calidad de vida.

La participación de **Extremadura** queda referida a la identificación de los factores clave de la heterogeneidad ambiental, a través de un gradiente de intensidad de usos y a diferentes escalas espaciales. Ello contribuirá al conocimiento de aquellas escalas y factores a los que son sensibles los sistemas estudiados.

Asimismo, **Extremadura** el estudio de los efectos, que tanto la urbanización como las invasiones biológicas, están teniendo sobre el desarrollo de las enfermedades zoonóticas y emergentes.

Extremadura también trabajará en la evaluación de aquellos rasgos fisiológicos de las especies exóticas invasoras que las hace sensibles al Cambio Climático global y que podrían facilitar su establecimiento y propagación. Se desarrollarán predicciones integrales del éxito de la invasión y sus rangos de distribución. Por otra parte, se analizarán estos mismos rasgos fisiológicos en especies autóctonas con la finalidad de poner de manifiesto la resiliencia de estas especies al Cambio Climático y de manera muy especial a los eventos climáticos extremos.

Extremadura desarrollará un sistema de decisión multicriterio (SDM) para, a partir de escenarios ambientales de cambio global, analizar y diagnosticar el estado del territorio en relación con la fragmentación de hábitat. El objetivo será priorizar, espacial y temporalmente, acciones orientadas a la mitigación de sus efectos y el aumento de su resiliencia ante el Cambio Climático mediante la disminución de la mencionada fragmentación.

La ocupación del territorio, especialmente la ocupación de la línea de costa, como consecuencia de la explotación turística, y la gran presión que se ejerce sobre el litoral y su biodiversidad, son motivos que serán analizados en las **Illes Balears**. Además, se



evaluará el efecto de la transformación de la línea de costa sobre la biodiversidad y la respuesta de las comunidades litorales y demersales frente al cambio global

Los ecosistemas insulares terrestres son sensibles a las alteraciones y vulnerables frente al asentamiento de especies invasoras. Asimismo, debido a la intensidad del tráfico marítimo en el archipiélago y a migraciones lessepsianas se han incrementado el número de especies de algas e invertebrados alóctonos en los últimos años. Consecuentemente, se desarrollarán programas de detección, seguimiento y evaluación del impacto de especies invasoras en las **Illes Balears**.

Se estudiará la resiliencia en especies endémicas y protegidas frente al cambio global; para ello se desarrollarán programas que contribuyan al estudio interdisciplinar de los ecosistemas, comunidades y especies emblemáticas, incluyendo la variabilidad y conectividad genética de sus poblaciones.

- **Resultados esperados.**

Se espera que los resultados permitan la mitigación de los efectos del cambio global, el seguimiento de procesos ecosistémicos importantes para nuestro bienestar, como la intensificación del uso del territorio, el control de la difusión de especies exóticas invasoras y las enfermedades emergentes. Se propondrán medidas e intervenciones encaminadas a conseguir que los ecosistemas estudiados sean más resilientes, generando productos cartográficos y bases de datos que sirvan como apoyo a las propuestas de medidas en políticas territoriales, de conservación de la biodiversidad y adaptación al Cambio Climático. Los resultados repercutirán en el tejido socioeconómico, con la creación de oportunidades para varios sectores, como el sector rural, pesquero y turístico, a través de la restauración y el reaprovechamiento sostenible de residuos y pasivos antrópicos.

De manera específica se espera alcanzar los siguientes resultados:

Se evaluará el estado de conservación y resiliencia de comunidades biológicas locales a través de estudios integrados de sus poblaciones (p. ej. variabilidad genética, conectividad entre las poblaciones, etc.).

Los resultados permitirán desarrollar y adaptar bioindicadores para mejorar los procesos de toma de decisión y de gestión sostenibles de los recursos naturales en función del grado de antropización histórica de los ecosistemas (p.ej. submareal, intermareal, estuárico, islas e islotes marinos, bosques mediterráneos, alta montaña, matorral...) en base a las necesidades de la sociedad, permitiendo así el desarrollo sostenible de la



región y conocer el alcance de la gestión sostenible e integrada de sus espacios antropizados.

Se sentarán las bases científicas para poder seleccionar áreas donde promover infraestructuras humanas (en el ámbito de la implantación de parques de energías renovables, vías de transporte, litoral urbanizado, ...) con el menor impacto posible sobre las especies más sensibles a su instalación e identificar las zonas que pueden compensar esa afectación mediante la generación de nueva favorabilidad ambiental para ellas.

Se generará y/o actualizarán los catálogos de especies alóctonas e invasoras, la evaluación de sus poblaciones y el impacto sobre las especies y comunidades nativas para asesorar en las medidas de gestión de las mismas.

Conocer los rasgos de la historia de vida de las especies exóticas invasoras servirá para predecir la capacidad de invasión de estas especies, generando un conocimiento que permitirá detectar y explotar sus vulnerabilidades fisiológicas como un posible método de control, atenuándose los costes asociados a este control. Ello derivaría en el desarrollo de medidas de gestión para mitigar los efectos de las especies exóticas e invasoras y potenciar la biodiversidad nativa y sus servicios ecosistémicos en medios urbanos y agrícolas.

Se aportarán estudios sobre enfermedades de transmisión zoonótica y sobre enfermedades emergentes, que serán básicos para otros posibles estudios sanitarios y epidemiológicos relacionados con las enfermedades infecciosas emergentes transmitidas por vectores (p.ej., Zika, Dengue, Chikungunya), cuyo rango de distribución está aumentando en los últimos años, emergiendo y reemergiendo en diversas zonas de España y Europa.

Se producirá cartografía predictiva y de favorabilidad, que aporte información objetiva sobre nuevos rangos de distribución de las especies, realizándose proyecciones de riesgo de extinción, que ayuden a entender la composición, distribución y persistencia de las comunidades en un futuro escenario de aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos. Los resultados permitirán conocer los mecanismos que influyen/determinan la flexibilidad fenotípica de los ajustes fisiológicos y comportamentales de las especies, que es una información básica a la hora de desarrollar estrategias de gestión en la conservación de la Biodiversidad.

También se prevé producir cartografía con la zonificación del territorio para acciones relacionadas con la regeneración natural. Estos resultados serán de especial interés para el aprovechamiento de recursos en zonas forestales y potencialmente forestales. Así mismo, se mejorarán los procesos de toma de decisiones y gestión sostenible de los recursos en función del grado de antropización histórica de los bosques mediterráneos



de cara a las necesidades de la sociedad. Los resultados de estas líneas de trabajo serán transferidos a nivel regional y nacional (OECC, OAPN, MITECO) y al Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE).

Se producirá cartografía bionómica de los litorales regionales que permitan un seguimiento de su evolución. Esto permitirá proponer medidas e intervenciones para incrementar la resiliencia de dichas comunidades, para la conservación y gestión de la biodiversidad y para la adaptación al Cambio Climático en ecosistemas extremadamente vulnerables.

- **Línea de Actuación 5: e-Infraestructura Integrada de Observación de la Biodiversidad (e-IIOB):**

- Front-end de acceso y operación general.
- Centro de desarrollo, gestión y control de Misiones de plataformas UAS y/o HAPS en vuelos fuera de línea de vista (BVLOS)
- Data Analytics. Centro de Proceso de Datos. Laboratorio GeoLab. Centro de desarrollo de soluciones Geo Information Center (GIC)
- Aplicaciones para la observación de la Biodiversidad.

- **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA**

Galicia llevará a cabo el desarrollo y despliegue de un CMPD (Centro de Misión y Proceso de Datos) como componente esencial de la e-IIOB. Asimismo, llevará a cabo el desarrollo y la adaptación de diferentes algoritmos para su aplicación en observación de la Biodiversidad.

Canarias adaptará su infraestructura de datos y desarrollará los equipamientos, infraestructuras y soluciones de comunicaciones a las especificidades requeridas para la recepción, análisis y procesado de datos (Data Analytics) recibidos de sensores integrados en las plataformas HAPS y/o UAS combinados con los recibidos de otras fuentes de datos. Desarrollará los algoritmos, aplicaciones, productos y/o soluciones necesarias para la generación de valor a operadores públicos en biodiversidad. Desarrollará un centro de diseño, simulación, gestión y control y análisis de misiones (incluyendo vuelo y control de espacio aéreo), así como la formación e instrucción necesaria para su desarrollo.



- **Resultados esperados.**

Galicia desarrollará una batería de algoritmos de interpretación de datos de la biodiversidad junto con los elementos que permitan diseñar las misiones y gestionar los datos de forma óptima mediante los procesos de clasificación, catálogo y búsqueda adecuados.

Canarias se centrará en adaptar su infraestructura de datos (CPD existente) y desplegar sistemas y equipamientos de comunicaciones (radioenlaces, voz/datos, 4G/5G, satelitales, radar primario y/o secundario, ADB, APIs, pasarelas de comunicación y transmisión de datos a operadores públicos, etc.) adaptados a las especificidades requeridas para la recepción y procesado de datos.

Realizar Data Analytics de Biodiversidad de los datos captados por sensores embarcados en las plataformas en combinación de datos recibidos de otras fuentes (satelitales, bases de datos, Meteo, aeronaves tripuladas. etc.) para desarrollar aplicaciones, soluciones y productos de generación de valor a clientes públicos en materia de biodiversidad.

Desarrollar en su Geo Information Center (GIC) y/o en su laboratorio GeoLab (componentes de su programa Canarias Geo Innovation Program 2030) los algoritmos, aplicaciones, productos y/o soluciones necesarias para la generación de valor a operadores públicos en materia de biodiversidad.

Desplegará en su centro ISSEC (centro de su programa Canarias Geo Innovation Program 2030) los equipamientos y sistemas necesarios para el desarrollo, gestión y realización de misiones (incluido vuelos y control de espacio aéreo). Realizar la instrucción y formación de pilotos de plataformas HAPS y/o UAS, analistas de misiones y/o de controladores de tráfico aéreo UTM, que fuesen necesarios para realizar las misiones pretendidas de biodiversidad en Canarias Geo Training Center (componente de Canarias Geo Innovation Program 2030).

El e-IIOB incorporará las tecnologías de gestión de datos más avanzadas y permitirá tanto la gestión de información existente como de misiones de observación específicas diseñados para optimizar el uso de los medios disponibles, esto es HAPS, UAS, USVs, así como sus equipamientos e instrumentaciones.

- **Línea de Actuación 6: Red de Centros para el estudio y gestión de la Biodiversidad.**

Se pretende incardinar una serie de iniciativas de diferentes comunidades autónomas dirigidas al estudio o gestión de la Biodiversidad desde diferentes puntos de vista y con una fuerte coordinación y complementariedad.



En ellos se desarrollarán una serie de actividades comunes:

- Coordinación de los programas de investigación y gestión de la Biodiversidad.
- Programas de Transferencia y Difusión de los resultados que se vayan derivando del presente plan complementario.
- Programas formativos acordes con los objetivos de cada Centro.
- Programas de desarrollo de ciencia ciudadana relacionados con la Biodiversidad.
- Recopilación, organización y puesta en valor de la información generada por el personal científico-técnico adscrito a los diferentes centros.

• **Comunidades Autónomas implicadas y breve descripción de su contribución a esta LIA**

- Campus de Excelencia Internacional de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Global (CEI – CamBio) (Andalucía).

Consolidado como referencia en Andalucía en el ámbito de la investigación, la educación ambiental, la innovación y la transferencia, orientada hacia la conservación de la biodiversidad, aúna, entre sus participantes, a las Universidades de Almería, Jaén, Cádiz, Huelva, Córdoba, el CSIC y la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla (UPO). Con vocación de captar al resto de centros académicos de Andalucía y contando con la participación de entidades públicas y privadas del territorio andaluz, cuenta con un espacio propio en la Universidad Pablo de Olavide, que es la que actúa como coordinadora del CEI - CamBio.

- Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB) (Asturias)

Se trata de un instituto de I+D de titularidad compartida entre la Universidad de Oviedo, el Principado de Asturias y el CSIC, ubicado en el Campus de Mieres de la Universidad de Oviedo. El instituto se creó en 2021 y se prevé fomentar con esta propuesta las actividades de investigación y transferencia del centro en tema de biodiversidad, cambio global y conservación.

- Centro Multidisciplinar para la Biodiversidad (CMB) (Illes Balears)

Dicho centro se concibe como un servicio de apoyo científico-técnico para grupos de investigación de centros de I+D e universidades, gestores gubernamentales, y sector privado, donde se promueva la generación de conocimiento, se atesoren colecciones y datos, y donde se produzca información para establecer herramientas de gestión y formular estrategias que mantengan la capacidad de la naturaleza de entregar bienes y servicios para la sociedad. Se dedicará especial atención a la implementación del



laboratorio genómico para la biodiversidad. Se reforzará la formación en biosistemática, entendida como la disciplina integrativa que estudia la diversidad de la vida y determinar las relaciones evolutivas entre organismos, así como el fomento de actividades de ciencia ciudadana y el establecimiento de sinergias y colaboraciones estratégicas con agencias relevantes a nivel global, europeo y regional.

○ Centro de Investigación de Biodiversidad y Cambio Global (BioCaBal) (Extremadura).

Consecución de las LIAS anteriormente descritas y las sinergias creadas entre los grupos de investigación e investigadores de plantilla. Además, de la interfase público-privada generada, conducirán finalmente a la creación de un Instituto de Investigación bajo la denominación "CAMBIO GLOBAL Y BIODIVERSIDAD". El edificio que lo acogerá existe actualmente y será el que aglutine, durante la ejecución del presente proyecto, los equipos que sean necesarios adquirir para desarrollar la actividad investigadora propuesta.

● **Resultados esperados.**

Desarrollar la infraestructura necesaria que permita una relación entre los sistemas de I+D+I de las comunidades implicadas, más allá del desarrollo del presente proyecto, generando una red temática de difusión y transferencia en Biodiversidad, incluyendo su estado de conservación, su gestión y su participación, como sujeto esencial, en la economía circular regional.

Esta interrelación regional permitirá desarrollar actividades complementarias entre las diferentes CCAA, atendiendo a aspectos tales como el desarrollo de actividades formativas (p.e. biosistemática, servicios ecosistémicos, especies invasoras, enfermedades zoonóticas y emergentes, impacto del Cambio Climático, ecofisiología del Cambio Climático, etc.) y participación en proyectos a nivel supranacional, desarrollo de ciencia ciudadana o aprovechamiento de los datos producidos en los diferentes Centros.

En estos Centros se implementarán nuevos laboratorios o unidades directamente relacionadas con la adquisición de equipamiento necesaria para el desarrollo de actual proyecto y que formarán parte, total o parcialmente, de estas infraestructuras, provocando un efecto multiplicador del impacto positivo esperado. De manera agregada se pueden señalar los siguientes:

- Desarrollo de colecciones de historia natural de referencia
- Servicio de experimentación en fauna silvestre
- Unidad experimental de Cambio Climático
- Unidad de microscopía y fotografía científica
- Unidad de ecofisiología y Cambio Climático



- Unidad de análisis fitoquímico
- Unidad de análisis biogeoquímico
- Unidad de enfermedades zoonóticas y emergentes
- Unidad de experimentación en vectores entomológicos y polinizadores
- Unidad de seguimiento de individuos
- Unidad de seguimiento automatizado de comunidades animales.
- Unidad de genética y genómica para la biodiversidad.

Los Centros prestarán una especial atención a la generación, gestión y mantenimiento de colecciones de historia natural de referencia y bases de metadatos geofísicos, ambientales, genéticos y genómicos, de poblaciones y comunidades. Los datos almacenados en estos centros permitirán proporcionar un retrato detallado de la biodiversidad a la escala regional para hacerla accesible en ámbito científico, político, legislativo, administrativo, industrial, social y educativo.

CRONOGRAMA TRIMESTRAL

Líneas de actuación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
LIA 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 2			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 2.1.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 2.2.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 3			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 4			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 5			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 6			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



FINANCIACIÓN

Aportaciones del MCIN

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
Galicia	675.000 €	9.179.000 €	875.614 €	1.609.442 €	12.339.056 €
Andalucía	2.799.030 €	- €	- €	419.853 €	3.218.883 €
Principado de Asturias	933.010 €	- €	- €	139.951 €	1.072.961 €
Canarias	360.000 €	7.600.000 €	4.379.056 €	- €	12.339.056 €
Extremadura	2.910.991 €	- €	- €	436.649 €	3.347.640 €
Illes Balears	713.000 €	463.000 €	1.156.525 €	349.879 €	2.682.404 €
SUMA	8.391.031 €	17.242.000 €	6.411.195 €	2.955.774 €	35.000.000 €

Aportaciones de las Comunidades Autónomas

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
Galicia	360.800 €	8.330.675 €	578.911 €	1.390.558 €	10.660.944 €
Andalucía	744.000 €	1.255.772 €	418.591 €	362.754 €	2.781.117 €
Principado de Asturias	60.459 €	419.182 €	326.480 €	120.918 €	927.039 €
Canarias	400.000 €	2.700.000 €	6.200.000 €	1.360.944 €	10.660.944 €
Extremadura	273.321 €	1.328.382 €	913.393 €	377.264 €	2.892.360 €
Illes Balears	- €	- €	2.014.783 €	302.217 €	2.317.000 €
SUMA	1.838.580 €	14.034.011 €	10.452.158 €	3.914.655 €	30.239.404 €



ANEXO IV

PLAN DE TRABAJO Y FINANCIACIÓN PROPUESTA PARA EL PROGRAMA DE I+D+I EN EL AREA DE MATERIALES AVANZADOS.

TÍTULO DESCRIPTIVO DEL PROGRAMA

MATERIALES CON FUNCIONALIDADES AVANZADAS PARA LA NUEVA TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN (LA)

- LA-1: Grafeno y otros materiales bidimensionales.
- LA-2: Materiales para la energía.
- LA-3: Materiales inteligentes con funcionalidades avanzadas.
- LA-4: Acciones de integración y colaboración.

COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y ENTIDADES PARTICIPANTES

- País Vasco
- Cataluña
- Comunitat Valenciana
- Aragón
- Comunidad de Madrid
- Castilla y León



BREVE DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El Programa de Materiales avanzados reúne a 6 Comunidades Autónomas (Aragón, Cataluña, Castilla-León, Comunidad Valenciana, Madrid y País Vasco) con el compromiso de integrar y potenciar la investigación y la innovación en Materiales Avanzados de estas regiones. En el programa colaborarán los principales actores de la investigación e innovación que están ubicados en estas regiones. Se propone una estrategia conjunta de I+D+i en Materiales Avanzados con los siguientes objetivos:

- i) Consolidar la actividad de I+D+i en esta área de interés, apoyando el liderazgo científico en líneas estratégicas y potenciando la colaboración entre las CCAA participantes a través de un programa director de investigación, de la generación y atracción de talento y del refuerzo de las infraestructuras científicas existentes.
- ii) Fomentar sinergias entre centros de investigación, centros tecnológicos y empresas para acelerar la innovación y el desarrollo tecnológico y contribuir a la creación de empleo.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

Se van a desarrollar dos tipos de acciones interconectadas:

- Acciones de investigación: Se propone el estudio de nanomateriales con funcionalidades avanzadas, incluyendo, entre otros, grafeno y otros materiales 2D, materiales inteligentes y materiales nanoestructurados que puedan tener aplicación directa en sectores estratégicos como la energía, el medio ambiente, la electrónica, las TICs o la salud. Este estudio se enmarca en la Ciencia de Materiales y comprende los siguientes aspectos: i) diseño, preparación y procesado de materiales y dispositivos; ii) estudio de las propiedades físicas y/o químicas de los mismos a través de técnicas experimentales y modelización teórica; iii) desarrollo de aplicaciones. Estas acciones se han dividido en 3 líneas de actuación: 1) Grafeno y otros Materiales 2D; 2) Materiales para la Energía; 3) Materiales inteligentes con funcionalidades avanzadas.
- Acciones de integración y colaboración. Se proponen acciones de visibilización y difusión, de formación y de investigación e innovación conjuntas. Todas estas acciones se han agrupado en una única línea de actuación (Línea 4).

Línea de Actuación 1 (LIA 1): Grafeno y otros materiales bidimensionales.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

El descubrimiento del grafeno ha hecho que los materiales 2D constituyan uno de los focos de investigación más importantes en la Ciencia de Materiales actual. En este Programa se pretende



consolidar la presencia internacional de la comunidad española en esta línea estratégica, reforzándola con los medios humanos y materiales necesarios para desarrollar una investigación multidisciplinar sobre estos materiales avanzados que cubra desde la nueva física que surge en el límite 2D, hasta el diseño químico y producción de forma controlada y escalable de nuevos materiales y heteroestructuras 2D con vistas a sus aplicaciones.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Comunidad Autónoma	LIA 1.1	LIA 1.2	LIA 1.3
Aragón	X		X
Castilla-León		X	X
Cataluña	X		X
Comunidad Valenciana	X	X	X
Madrid	X	X	X
País Vasco	X		X

LIA 1.1. *Estudio de las propiedades físicas emergentes que surgen en el límite 2D.* Se abordará el estudio experimental y teórico de grafeno y otros materiales 2D prestando particular atención a aquéllos con propiedades magnéticas o superconductoras, que son los que mayor interés suscitan en la actualidad en tecnologías de la información, incluyendo las tecnologías cuánticas. En este sentido, exploraremos también el diseño de materiales 2D protegidos topológicamente y su posible aplicación en el campo de las tecnologías cuánticas. Este estudio va a requerir la manipulación de los materiales en condiciones de atmósfera controlada, dada la inestabilidad química de los mismos, e incluye la preparación y estudio de heteroestructuras de van der Waals formadas por el apilamiento de dos o más materiales 2D. También requiere del desarrollo de técnicas de nanofabricación, caracterización y modelización avanzadas.

LIA 1.2. *Aplicación de la química al desarrollo de los materiales 2D.* Se abordará desde la síntesis de nuevos materiales 2D basados en el autoensamblado molecular hasta la funcionalización química de materiales 2D con el fin de obtener materiales más estables y una producción escalable de los mismos, así como la preparación de heteroestructuras híbridas formadas por la combinación de materiales 2D con otros nanomateriales (moléculas funcionales, por ejemplo) con el fin de conseguir funcionalidades avanzadas.



LIA 1.3. *Desarrollo de aplicaciones basadas en los materiales 2D*. Se pretenden explorar aplicaciones en electrónica, optoelectrónica y espintrónica (por ejemplo, nanodispositivos electrónicos, sensores, resonadores, fotodetectores, apantallamiento electromagnético), tecnologías de la información (por ejemplo, materiales magnónicos, resonadores superconductores para la computación cuántica), energía (por ejemplo, almacenamiento, electrocatálisis, fotocatalisis), medio ambiente (por ejemplo, membranas de separación/eliminación de especies tóxicas) y salud (por ejemplo, liberación de fármacos, agentes de contraste, agentes teragnósticos), entre otras.

Resultados esperados:

- R1.1. Mejora en la fabricación y prestaciones de dispositivos basados en materiales y heteroestructuras 2D mediante inversión en infraestructuras e integración con nuevas herramientas. (M18).
- R1.2. Desarrollo de nuevas metodologías de obtención y funcionalización de materiales 2D, incluyendo procesos de escalado, que permitan un mayor control en las interacciones y apilamiento de las capas y faciliten su integración en dispositivos para electrónica, TICs, energía, medio ambiente y salud. (M24).
- R1.3. Generación de nuevas heteroestructuras 2D avanzadas (multifuncionales, inteligentes, etc.) mediante el uso combinado de aproximaciones químicas y aproximaciones físicas (M27).
- R1.4. Elaboración de nuevas herramientas teóricas para la modelización de materiales 2D y sus heteroestructuras, prestando especial atención a aquellos materiales cuánticos altamente correlacionados (superconductores, materiales magnéticos, líquidos cuánticos de espín, etc.) (M30).
- R1.5. Transferencia de dos aplicaciones en materiales 2D (TRL = 7) (M33).
- R1.6. Generación de una base de datos con información sobre los materiales 2D estudiados en los diferentes centros que participan en el Programa, así como sobre los medios humanos y materiales dedicados a esta línea (M12).

Línea de Actuación 2 (LIA 2): Materiales para la Energía.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Se pretende investigar, desarrollar e integrar materiales y procesos innovadores clave en la transición energética hacia una economía verde y resiliente, impulsando tecnologías de interés para el sector industrial en las que se ha alcanzado, o pretende alcanzar, un elevado nivel de desarrollo y abriendo nuevos procesos para la captura y valorización del CO₂.



Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Comunidad Autónoma	LIA 2.1	LIA 2.2	LIA 2.3	LIA 2.4	LIA 2.5
Aragón	X	X			X
Castilla-León	X	X	X	X	
Cataluña	X	X	X	X	X
Comunidad Valenciana	X	X	X	X	X
Madrid	X	X		X	X
País Vasco	X			X	X

LIA 2.1. *Desarrollo de materiales para la generación de energías renovables.* Se abordarán dos ejes de actuación: (i) el eje de hidrógeno verde, que impulsará el estudio, diseño y desarrollo de materiales y tecnologías para la producción (electrolisis, fotocátalisis y termocátalisis) y uso (pilas de combustible) de hidrógeno, así como el análisis del comportamiento de los materiales que almacenan hidrógeno; (ii) el eje de la energía fotovoltaica, que se centrará desde el punto de vista fundamental en el uso de materiales innovadores y en su caracterización avanzada. En particular, este eje se centrará en el desarrollo de celdas solares basadas en perovskitas híbridas ya que son probablemente los dispositivos fotovoltaicos más prometedores en la actualidad.

LIA 2.2. *Desarrollo de materiales para el almacenamiento de energía.* Se abordará el desarrollo de materiales novedosos para electrodos (cátodos y ánodos) de baterías, así como aditivos y electrolitos. Esta investigación incluirá desde las baterías más convencionales (de ion litio y sodio), a otras más innovadoras como las de estado sólido o las de flujo redox. Por otra parte, se abordará el desarrollo de supercapacitores basados en carbono y metales de transición abundantes y económicos capaces de proporcionar densidades de energía moderadas con una elevada potencia y ciclabilidad en períodos cortos de tiempo. Esta tecnología supone un reto importante para el desarrollo de la movilidad eléctrica, así como para la fabricación de pequeños dispositivos y sensores. Desde el punto de vista de los procesos, se considerarán aspectos como la fabricación aditiva en el prototipado rápido de dispositivos electroquímicos, la optimización de diseños y prevención de fallos, así como ensayos de ciclabilidad y durabilidad y reciclado de sus componentes.

LIA 2.3. *Procesos avanzados para la captura, eliminación y valorización de CO₂ antropogénico.* Se abordará (i) el desarrollo de procesos de electro-reducción / hidrogenación de CO₂ y dispositivos electrolizadores eficientes basados en materiales abundantes y procesos de



fabricación escalables para la transformación de CO₂ residual en productos de alto valor añadido, en el contexto de la economía circular; y (ii) *el diseño de materiales porosos* para la captura cooperativa de CO₂ y la separación de gases en condiciones extremas relevantes para la emisión de humos de gas natural, procesos de fermentación y/o transformación selectiva de CO₂ para generación de metano.

LIA 2.4. Tecnologías para la caracterización avanzada de materiales para la energía analizados en condiciones de trabajo / in situ / in operando. Se desarrollará una instalación singular que permitirá experimentos correlativos in-situ, combinando la instrumentación (S)TEM (Scanning Transmission Electron Microscopy)-EELS (Energy Loss Electron Microscopy con resolución atómica y AFM / STM (Atomic Force Microscopy / Scanning Tunnel Microscopy) con la radiación de sincrotrón de diferentes líneas del Sincrotrón ALBA. Esta tecnología se utilizará para caracterizar los materiales que constituyen los dispositivos para la energía y tratamiento de CO₂ descritos en las actuaciones anteriores. Esta tecnología proporcionará simultáneamente información sobre la nanoestructura de los materiales/intercaras que componen el dispositivo y sus propiedades físicas / químicas. Es una tecnología general que permitirá también caracterizar el resto de los materiales y dispositivos propuestos en este Programa, correlacionando la nano/microestructura del material con sus propiedades.

LIA 2.5. Métodos computacionales de alto rendimiento (HPC) para la caracterización de los materiales / dispositivos. Se pretende abordar una simulación multiescala de las interrelaciones entre la composición química, la nano/microestructura y las propiedades de los materiales/dispositivos desarrollados en esta línea. Esta modelización se extenderá a otros materiales/sistemas complejos del Programa con el fin de acelerar el desarrollo tecnológico ya que permitirá simular experimentos “in silico” y descubrir nuevas propiedades y estructuras gracias al “machine learning”. El proyecto también incluirá un sistema para almacenamiento, tratamiento y análisis de datos in-situ, incluyendo el uso del deep learning y otros protocolos basados en inteligencia artificial (IA).

Resultados esperados:

R2.1. Fabricación de dispositivos de altas prestaciones para el almacenamiento de energía (altas densidades de energía, ciclabilidad, seguridad y amigables con el medio ambiente), basados en la nano y micro-estructuración de materiales abundantes (M18)

R2.2. Aceleración del desarrollo tecnológico mediante el diseño de prototipos para la generación y el almacenamiento de la energía relevantes para el entorno industrial (M24)

R2.3. Desarrollo y escalado de materiales porosos para la transformación de CO₂ en CH₄ con altas selectividades (> 90%) (M30).

R2.4. Instalación y puesta a punto de una infraestructura singular que permitirá experimentos correlativos in-situ, combinando la instrumentación (S)TEM y AFM / STM con la radiación de sincrotrón de diferentes líneas del Sincrotrón ALBA (M30).



R2.5. Puesta a punto de una metodología de modelización que permita la simulación multi-escala en materiales/dispositivos para la energía (M16)

R2.6. Generación de una base de datos con información sobre los grupos, centros de investigación, instituciones y empresas españolas que trabajan en esta línea (M12)

Línea de Actuación 3 (LIA 3): Materiales inteligentes con funcionalidades avanzadas.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Diseñar materiales con funcionalidades avanzadas —en particular, materiales que respondan a estímulos externos— y sirvan de base para desarrollar aplicaciones que cubran necesidades sociales. En particular, esta línea se centrará en cuatro ámbitos: i) Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (materiales para fabricación eficiente de componentes electrónicos, nuevos conceptos de almacenamiento y procesado de la información, detección optimizada, etc.), ii) Salud (biomateriales para aumentar y mejorar la esperanza y calidad de vida), iii) Movilidad y iv) Hábitat y Medio Ambiente.

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Comunidad Autónoma	LIA 3.1	LIA 3.2	LIA 3.3	LIA3.4
Aragón	x	x	x	
Castilla-León		x	x	x
Cataluña	x	x		x
Comunidad Valenciana	x	x		x
Madrid	x	x		
País Vasco	x		x	x

LIA 3.1. *Materiales funcionales para las TICs.* En esta actuación se explotarán las herramientas de la nanotecnología para desarrollar, mediante un control exquisito de los componentes en la escala nanométrica, dispositivos funcionales que integren la mayor cantidad de información en el menor tamaño posible. Aparte de los materiales 2D para las TICs señalados en la actuación LIA1.1, la presente actuación se focalizará en la capacidad de las moléculas de autoensamblarse, organizarse y reaccionar químicamente sobre superficies de manera controlada para diseñar nanoestructuras multifuncionales que pueden servir de base para la fabricación de una nueva generación de dispositivos electrónicos más pequeños y eficientes energéticamente y menos contaminantes. Las principales áreas de impacto serán: (i) la electrónica molecular, lo que



incluye la optoelectrónica y la espintrónica molecular, con el desafío a medio plazo de controlar la carga y el espín del electrón de manera individual y, a corto plazo, de poner en el mercado nuevos productos (dispositivos orgánicos emisores de luz de interés en iluminación o medicina, por ejemplo); (ii) las tecnologías cuánticas y la computación neuromórfica basadas en sistemas moleculares, como por ejemplo en moléculas magnéticas que se comportan como bits cuánticos, o en materiales híbridos formados por polímeros orgánicos y electrolitos sólidos que presentan propiedades memristivas. En esta actuación abordaremos desde el diseño de nuevas moléculas y materiales moleculares funcionales que respondan a estímulos externos (luz, campos magnéticos, campos eléctricos, etc.), hasta su procesado e integración en dispositivos híbridos, el estudio y modelización de sus propiedades y, por último, su posible aplicación tecnológica.

LIA 3.2. *Materiales para aplicaciones biomédicas.* Esta actuación se enmarca en la estructuración de un ecosistema innovador en España que permita circularizar el proceso de diseño y aplicación de materiales inteligentes en biomedicina (desde los datos reales de los pacientes, hasta la detección de las necesidades médicas de la población y la introducción de soluciones diagnósticas y terapéuticas). En concreto, se propone el diseño y aplicación de moléculas y nanomateriales funcionales que respondan a estímulos exógenos (luz, temperatura, campos magnéticos o eléctricos, etc.) o endógenos (pH, presencia de pequeñas moléculas o biomoléculas, presencia de radicales, medio reductor, etc.) y su incorporación a nanosistemas orgánicos o inorgánicos para aplicaciones biomédicas tales como liberación controlada, implantes, órganos artificiales, biomateriales, incluyendo biotintas para impresión 3D, materiales como parte de terapias dirigidas (terapias avanzadas), materiales antimicrobianos y antifúngicos o materiales con aplicaciones en diagnóstico molecular *in vitro* o por imagen (sondas, biomarcadores, biosensores, etc.).

LIA 3.3. *Materiales y dispositivos multifuncionales e inteligentes para la movilidad sostenible.* El objetivo de esta actuación es múltiple: i) Se desarrollarán e integrarán materiales multifuncionales inteligentes, autosensORIZADOS, en sistemas de monitorización de la salud estructural de componentes del sector de la movilidad (automoción, ferrocarril, aeronáutica) con el fin de extender su vida útil; ii) se desarrollarán productos multifuncionales relacionados con la gestión energética de la movilidad (para la arquitectura de las baterías, para depósitos de hidrógeno, para células solares integradas en vehículos); iii) se desarrollarán nuevos materiales ligeros multifuncionales para el transporte (como por ejemplo materiales termoplásticos o termoestables reforzados con nanofibras de carbono); iv) se desplegarán nuevas estrategias y metodologías numérico-experimentales para digitalizar al máximo el proceso de desarrollo de materiales diseñados para su aplicación, incluyendo sus procesos de transformación. En este último apartado, y en estrecha relación con la actuación LIA 2.5, se incluirá también la incorporación de modelos de simulación multiescala (nano-meso-macro) y multidominio, así como el desarrollo de estrategias de control avanzado para integrar estos modelos digitales en sistemas ciberfísicos. Se aplicarán herramientas de “machine learning” y “reduced order modelling”.



LIA 3.4. *Materialles intel·ligents per a l'hàbitat i el medi ambient.* Se apoyarán principalmente las siguientes actuaciones: (i) Desarrollo de productos cerámicos con nuevas funcionalidades, más allá de las puramente estructurales o decorativas, mediante la investigación en nuevos materiales y el estudio de sus propiedades superficiales, estructurales, eléctricas y ópticas, tanto a nivel macroscópico como microscópico. Se pretende por una parte mejorar los materiales cerámicos que ya han mostrado unos resultados tangibles (cerámicas bactericidas, autolimpiables o descontaminantes del aire, baldosas que facilitan el control térmico y el ahorro energético en edificios, azulejos conductores) y, por la otra, abordar nuevos conceptos innovadores (incorporación de funcionalidades eléctricas, electrónicas, ópticas y optoelectrónicas); (ii) Diseño de materiales porosos, tanto inorgánicos como metal-orgánicos y orgánicos, con aplicación en medio ambiente (eliminación de contaminantes con excepcional efectividad, selectividad y reversibilidad), catálisis (encapsulación, formación y estabilización de especies metálicas altamente reactivas en el interior de los poros o en las cavidades de sólidos microporosos), electrónica (materiales porosos con funcionalidad magnética, eléctrica o/óptica para el desarrollo de dispositivos ultrasensibles con transducción eléctrica o/óptica, o para dispositivos magnéticos inteligentes); (iii) Generación de estructuras inteligentes que puedan ser integradas en diferentes aplicaciones energéticas con el fin de aportar capacidad de movimiento. Por ejemplo, para placas fotovoltaicas optimizadas se desarrollarán estructuras inteligentes orientables hacia el calor que sustituyan a los sistemas mecánicos de seguimiento del movimiento del sol. Otro caso de uso de aplicación son las palas de aerogenerador de minieólica en las cuales la eficiencia se pretende mejorar mediante la incorporación de la capacidad de orientación que modifica el perfil aerodinámico. En este ámbito, también se abordarán estudios de calidad de las palas mediante técnicas avanzadas de caracterización; iv) Nuevos materiales inteligentes fotosensibles y/o con capacidad para acumulación de energía, transparentes y con aislamiento térmico para aplicaciones como la gestión energética de edificios; v) Desarrollo de polímeros con funcionalidades avanzadas (biopolímeros con comportamiento activo, sensorial e inteligente y biodegradación controlada; polímeros basados en la química dinámica). (vi) Sostenibilidad en procesos y productos mediante el reciclado y la valorización de residuos tanto industriales como de origen natural.

Resultados esperados:

- R3.1. Prueba de concepto de un algoritmo cuántico de corrección de errores sobre un cristal de qudits moleculares (M12)
- R3.2. Interacción con el programa de tecnologías cuánticas para comparar las posibilidades ofrecidas por una aproximación molecular a los bits cuánticos con otras aproximaciones (M30)
- R3.3. Red coordinada para el diseño y desarrollo de biomateriales y nanomedicina, incluyendo a las industrias de biomateriales y farmacéutica, sector biotecnológico y centros investigación y tecnológicos (M14)



- R3.4. Desarrollo de sistemas de sensado basados en nanotecnología validados en un entorno clínico y testados frente a técnicas de referencia (M18)
- R3.5. Dos demostradores TRL4/5 de un componente del sector de la movilidad sostenible (automoción, ferrocarril, aeronáutica) que incorporen materiales multifuncionales / inteligentes, diseñados ad-hoc y con capacidad de monitorización estructural (M24)
- R3.6. Fabricación de cerámicas inteligentes con funcionalidades optoelectrónicas (M30).
- R3.7. Generación de una base de datos con información sobre los grupos, centros de investigación, instituciones y empresas españolas que trabajan en esta línea (M12)

Línea de Actuación 4 (LIA 4): Acciones de Integración y Colaboración.

Breve resumen de los objetivos de esta línea de actuación:

Se pretende potenciar la colaboración y las sinergias entre los diferentes actores implicados en la I+D+i en Materiales Avanzados (grupos y centros de investigación, centros tecnológicos, empresas, universidades y OPs, administraciones autonómicas, etc.), tanto a nivel de cada CCAA como entre comunidades autónomas mediante acciones conjuntas que den visibilidad a esta comunidad científico-tecnológica (LIA4.1), que formen a nuevas generaciones de científicos (LIA4.2), que incentiven la investigación y la innovación en esta área estratégica (LIA4.3) y que difundan el conocimiento y lo transfieran al sector productivo (LIA4.4).

Comunidad(es) Autónoma(s) implicada(s) y breve descripción de su contribución a esta Línea de Actuación:

Comunidad Autónoma	LIA 4.1	LIA 4.2	LIA 4.3	LIA 4.4
Aragón	X	X	X	X
Castilla-León	X	X	X	X
Cataluña	X	X	X	X
Comunidad Valenciana	X	X	X	X
Madrid	X	X	X	X
País Vasco	X	X	X	X



LIA 4.1. *Visibilización*. Se propone la elaboración y mantenimiento de una página WEB conjunta que contenga información relevante sobre los diferentes actores implicados en el Programa de Materiales Avanzados. Con esta información se pretende crear una red nacional en Materiales Avanzados que interaccione y se comunique de forma eficiente y que implique tanto al sector académico como al industrial.

LIA 4.2. *Formación*. Se proponen diversas acciones destinadas a la formación de estudiantes y doctores jóvenes: i) Programas de postgrado. Se pretende iniciar la articulación de un Máster dual en Materiales Avanzados que implique a Universidades de diferentes CCAA y a empresas. ii) Escuela Nacional en Materiales Avanzados. Se pretende crear un foro de encuentro para estudiantes de Máster y Doctorado de las diferentes universidades y centros de investigación que participan en el Programa. Este evento, de carácter anual, contará con investigadores relevantes, tanto del sector académico como del industrial, para impartir las lecciones y con una participación activa de los estudiantes (mediante un bloque destinado a comunicaciones orales).

LIA 4.3. *Investigación e innovación*. El Programa incentivará acciones que favorezcan la investigación conjunta en esta área (entre grupos de investigación, entre CCAA, entre Academia-Empresa). Algunas acciones concretas son las siguientes: i) Proyectos conjuntos entre CCAA; ii) participación en proyectos y consorcios europeos; iii) convocatoria de contratos de formación en investigación con movilidad entre CCAA o con participación industrial, lo que incluye convocatorias para realizar doctorados conjuntos; iv) convocatoria para la movilidad de investigadores entre CCAA.

LIA 4.4. *Difusión*. Se proponen acciones de difusión a tres niveles: i) Conferencia Nacional en Materiales Avanzados. Se propone la organización de un evento con carácter anual en el que participen principalmente investigadores de los diferentes grupos / centros de investigación implicados en el Programa para mostrar los avances científicos y tecnológicos conseguidos durante el proyecto; este evento será de carácter abierto e incluirá también a investigadores y ponentes de reconocido prestigio tanto nacionales como extranjeros; ii) Reuniones especializadas. Se propone la organización de, al menos, dos simposios anuales sobre un tema monográfico de interés en esta área (algunos ejemplos: Materiales para la Energía, Materiales 2D, Técnicas computacionales aplicadas a la modelización de Materiales / Dispositivos, Técnicas Avanzadas de Caracterización de Materiales/Dispositivos); iii) Acciones de divulgación mediante la participación coordinada de las diferentes CCAA que participan en el Programa en eventos como la semana de la ciencia o la noche de los investigadores.

Este modelo pone en valor el papel esencial que la integración entre comunidades juega en el Programa para alcanzar los objetivos propuestos y para conseguir crear los instrumentos que garanticen su sostenibilidad a medio y largo plazo. Desde el punto de vista de la distribución del presupuesto, este modelo considera necesario que la Comunidad coordinadora del Programa (Comunidad Valenciana, en este caso particular) disponga de una financiación total de



500.000 euros para articular una unidad de apoyo que se ocupe de liderar las actividades comunes (creación y mantenimiento de la página web, creación y coordinación del Master interuniversitario, organización de la Escuela Nacional, apoyo al Congreso Nacional y coordinación de las reuniones especializadas, entre otras) y coordinarlas con el resto de las comunidades. Las distintas CCAA contribuirán, mediante el procedimiento administrativo que consideren más adecuado, a que estas actividades de integración sean desarrolladas y tengan el impacto esperado.

Resultados esperados:

- R4.1. Página web en Materiales Avanzados operativa (M4).
- R4.2. Organización de Escuelas Nacionales en Materiales Avanzados (M6, M18, M30)
- R4.3. Planificación de Máster dual en Materiales Avanzados (M9)
- R4.4. Elaboración de base de datos donde se recojan indicadores de calidad del programa en resultados de investigación e innovación conjuntos (publicaciones, patentes, proyectos de investigación, tesis en cotutela, movilidad de estudiantes e investigadores, etc.) (M6)
- R4.5. Organización de Conferencias Nacionales en Materiales Avanzados (M10, M22, M34)
- R4.6. Organización de Reuniones Especializadas en Materiales Avanzados (M4, M11, M16, M23, M28, M35)
- R4.7. Creación de laboratorio de ideas para la transferencia del conocimiento (M9)

La Comunidad Autónoma de Cataluña prevé materializar su participación en este Programa mediante un convenio con el Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz de Síncrotrón (CELLS) que actuará como entidad ejecutora de los fondos indicados en el apartado “Financiación” del presente anexo al Acuerdo.



CRONOGRAMA TRIMESTRAL

Líneas de actuación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
LIA 1.1	X	X	X	X	X	R1.1	X	X	R1.3	X	R1.4	
LIA 1.2			X	X	X	X	R1.2	X	X	X		
LIA 1.3				X	X	X	X	X	X	X	R1.5	X
LIA 2.1		X	X	X	X	R2.1	X	R2.2	X	X		
LIA 2.2		X	X	X	X	X	X	R2.2	X	X	X	
LIA 2.3			X	X	X	X	X	X	X	R2.3	X	X
LIA 2.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	R2.4	X	X
LIA 2.5		X	X	X	X	R2.5	X	X	X	X	X	X
LIA 3.1	X	X	X	R3.1	X	X	X	X	X	R3.2		
LIA 3.2	X	X	X	X	X	X	R3.4	X	X	X		
LIA 3.3			X	X	X	X	X	R3.5	X	X	X	
LIA 3.4			X	X	X	X	X	X	X	R3.6	X	X
LIA 4.1	X	R4.1	R4.7	R1.6 R2.6 R3.7	R3.3	X	X	X	X	X	X	X
LIA 4.2	X	R4.2	X	R4.3	X	R4.2	X	X	X	R4.2		
LIA 4.3	X	R4.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LIA 4.4	X	R4.6	R4.5	R4.6	X	R4.6	R4.5	R4.6	X	R4.6	R4.5	



FINANCIACIÓN

Aportaciones del MCIN

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
País Vasco	3.531.535 €	900.000 €	402.378 €	725.087 €	5.559.000 €
Cataluña	1.667.907 €	5.960.000 €	- €	572.093 €	8.200.000 €
Comunitat Valenciana	2.152.500 €	1.140.000 €	1.994.457 €	793.043 €	6.080.000 €
Aragón	1.075.000 €	510.000 €	154.130 €	260.870 €	2.000.000 €
Comunidad de Madrid	2.990.000 €	850.000 €	1.432.836 €	790.925 €	6.063.761 €
Castilla y León	1.175.000 €	- €	390.217 €	234.783 €	1.800.000 €
SUMA	12.591.942 €	9.360.000 €	4.374.018 €	3.376.801 €	29.702.761 €

Aportaciones de las Comunidades Autónomas

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personal	Equipamiento	Otros gastos	Costes indirectos	SUMA
País Vasco	2.948.345 €	751.377 €	335.930 €	605.348 €	4.641.000 €
Cataluña	721.047 €	5.200.000 €	465.000 €	478.953 €	6.865.000 €
Comunitat Valenciana	1.476.000 €	720.000 €	1.212.696 €	511.304 €	3.920.000 €
Aragón	579.000 €	- €	360.130 €	140.870 €	1.080.000 €
Comunidad de Madrid	2.200.000 €	603.565 €	1.054.034 €	578.640 €	4.436.239 €
Castilla y León	650.000 €	132.000 €	261.478 €	156.522 €	1.200.000 €
SUMA	8.574.392 €	7.406.942 €	3.689.268 €	2.471.637 €	22.142.239 €



ANEXO V

OBLIGACIONES DERIVADAS DEL REGLAMENTO (UE) 2021/241, DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 12 DE FEBRERO DE 2021, POR EL QUE SE ESTABLECE EL MECANISMO DE RECUPERACIÓN Y RESILIENCIA, ASÍ COMO DE LA NORMATIVA EUROPEA Y NACIONAL QUE LO DESARROLLA, QUE DEBEN CUMPLIR LAS ENTIDADES EJECUTORAS O GESTORAS DE PROYECTOS Y ACTUACIONES FINANCIADAS EN EL MARCO DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA.

Se establecen tres bloques de obligaciones:

BLOQUE PRIMERO: Obligaciones vinculadas al principio de “no causar daño significativo” al medioambiente.

- Obligación de asegurar, para todas las actuaciones realizadas en el marco del Acuerdo, el cumplimiento de la normativa medioambiental de la Unión y nacional y, en particular, del principio «no causar un perjuicio significativo» de acuerdo con el artículo 17 del Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088 y de la de Guía técnica sobre la aplicación del principio de «no causar un perjuicio significativo» en virtud del Reglamento relativo al Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, dando cumplimiento a las condiciones específicas previstas en el componente 17 y, especialmente, las recogidas en los apartados 3 y 8 del documento del componente del Plan en relación con la inversión en la que se enmarca, así como lo requerido en la Decisión de Ejecución del Consejo relativa a la aprobación de la evaluación del plan de recuperación y resiliencia de España y sus anexos.
- En concreto, no se sufragarán las siguientes actividades:
 - Aquellas relacionadas con combustibles fósiles, incluido el uso posterior salvo que se refieran a la generación de electricidad y/o calor, utilizando gas natural, así como la infraestructura de transporte y distribución conexa, que cumplan con las condiciones previstas en el Anexo III de la Guía técnica sobre la aplicación del principio de "no causar un perjuicio significativo".
 - Aquellas incluidas en el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE UE) cuyas emisiones de gases de efecto invernadero estimadas no sean inferiores a los parámetros de referencia. En caso de que la actividad sufragada no conduzca a



unas estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero que sean significativamente inferiores a los parámetros previstos, deberá aportarse una memoria en la que se detallen las razones que lo impidan. Los valores revisados de los parámetros de referencia para la asignación gratuita de derechos de emisión se prevén en el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/447 de la comisión de 12 de marzo de 2021.

- La compensación de los costes indirectos en el RCDE UE.
- Aquellas relativas a la disposición de residuos en vertederos, en incineradoras y en plantas de tratamiento mecánico biológico. Esta exclusión no afecta a aquellas medidas que inviertan en plantas que se dediquen de forma exclusiva al tratamiento de residuos peligrosos no reciclables, ni en las plantas existentes, siempre y cuando las medidas sufragadas tengan por objeto: incrementar la eficiencia energética, la captura de gases de escape para su almacenamiento o recuperar materiales de las cenizas de incineración; y, no supongan un aumento de la capacidad de procesamiento de residuos o una extensión de la vida útil de la planta.
- Aquellas en las que la eliminación a largo plazo de residuos puede causar daño al medio ambiente.
- Asimismo, se exigirá que solo puedan seleccionarse aquellas actividades que cumplan la legislación medioambiental nacional y europea pertinente.
- Si la actividad programada incluye obras:
 - Al menos el 70 % (en peso) de los residuos de construcción y demolición generados en los proyectos de infraestructura (con exclusión de los residuos con código LER 17 05 04), se preparen para la reutilización, el reciclaje y la revalorización de otros materiales, incluidas las operaciones de relleno utilizando residuos para sustituir otros materiales de acuerdo con la jerarquía de residuos y el Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición de la UE.
 - Los operadores limiten la generación de residuos en los procesos relacionados con la construcción y demolición, de conformidad con el Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición de la UE y teniendo en cuenta las mejores técnicas disponibles y utilizando la demolición selectiva para permitir la eliminación y manipulación segura de sustancias peligrosas y facilitar la reutilización y reciclaje de alta calidad mediante la eliminación selectiva de materiales, utilizando los sistemas de clasificación disponibles para residuos de construcción y demolición.
 - Los diseños de los edificios y las técnicas de construcción apoyen la circularidad en lo referido a la norma ISO 20887 para evaluar la capacidad de desmontaje o



adaptabilidad de los edificios, cómo estos están diseñados para ser más eficientes en el uso de los recursos, adaptables, flexibles y desmontables para permitir la reutilización y el reciclaje.

- Los componentes y materiales de construcción utilizados en el desarrollo de las actuaciones previstas en esta medida no contengan amianto ni sustancias muy preocupantes identificadas a partir de la lista de sustancias sujetas a autorización que figura en el anexo XIV del Reglamento (CE) 1907/2006.
- Adoptarán medidas para reducir el ruido, el polvo y las emisiones contaminantes durante la fase de obra y se ejecutarán las actuaciones asociadas a esta medida cumpliendo la normativa vigente en cuanto la posible contaminación de suelos y agua.
- En aquellas actuaciones que impliquen demolición, practicarán una demolición selectiva
- En aquellas actuaciones relativas a equipamiento e instalaciones e infraestructuras de IT, se garantizará que:
 - Los equipos cumplan con los requisitos relacionados con el consumo energético y con la eficiencia de materiales establecidos en la Directiva 2009/125/EC del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía, para servidores y almacenamiento de datos, u ordenadores y servidores de ordenadores o pantallas electrónicas.
 - Los equipos no contengan las sustancias restringidas enumeradas en el anexo II de la Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 8 de junio de 2011 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, excepto cuando los valores de concentración en peso en materiales homogéneos no superen los enumerados en dicho anexo.
 - En la instalación de las infraestructuras IT, se atienda a la versión más reciente del Código de conducta europeo sobre eficiencia energética de centros de datos, o en el documento CEN-CENELEC CLC TR50600-99-1 "Instalaciones e infraestructuras de centros de datos - Parte 99-1: Prácticas recomendadas para la gestión energética".
 - Al final de su vida útil, el equipo se someta a una preparación para operaciones de reutilización, recuperación o reciclaje, o un tratamiento adecuado, incluida la eliminación de todos los fluidos y un tratamiento selectivo de acuerdo con el Anexo VII de la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
 - Las instalaciones de infraestructuras IT no afecten negativamente a las buenas condiciones y la resiliencia de los ecosistemas ni al estado de conservación de los



hábitats y las especies, en particular los espacios de interés de la Unión. Por ello cuando sea preceptivo, se realizará la Evaluación de Impacto medioambiental, de acuerdo con lo establecido en la Directiva 2011/92/EU.

- En relación con aquellas actuaciones que se subcontraten, habrán de preverse mecanismos para asegurar que los subcontratistas cumplan con el principio “no causar un perjuicio significativo”.

Deberá valorarse, en función de la inversión concreta y de las actuaciones que vaya a desplegar la comunidad autónoma en el marco del Acuerdo y de los compromisos DNSH asumidos (especialmente en el marco de los hitos y objetivos CID y los mecanismos de verificación), si se exige la elaboración y presentación, para cada actuación, de una declaración responsable o, en su caso, de un análisis DNSH de conformidad con la Guía técnica de la Comisión sobre la aplicación del principio «no causar un perjuicio significativo».

BLOQUE SEGUNDO: Obligaciones vinculadas a la protección de los intereses financieros de la Unión Europea.

- Deberá remitir periódicamente, según se establece en las Órdenes HFP 1030/2021 y HFP 1031/2021, información sobre el seguimiento de proyectos o subproyectos, la ejecución contable, el seguimiento del cumplimiento de hitos y objetivos y demás información de las actuaciones del Acuerdo que forman parte del Plan de Recuperación, Resiliencia y Transformación de España, así como la información requerida de conformidad con lo dispuesto en el artículo 46.2 del Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre.
- Será responsable de la fiabilidad y el seguimiento de la ejecución de las inversiones indicadas, de manera que pueda conocerse en todo momento el nivel de consecución de cada inversión y de los hitos y objetivos que se hayan establecido al respecto.
- Deberá establecer mecanismos que aseguren que las actuaciones a desarrollar por terceros contribuyen al logro de las inversiones previstas y que dichos terceros aporten la información que, en su caso, fuera necesaria para determinar el valor de los indicadores de seguimiento del PRTR.
- Asume el mantenimiento de una adecuada pista de auditoría de las actuaciones realizadas en el marco de este Acuerdo, y la obligación de mantenimiento de la documentación soporte. El suministro de la información se realizará en los términos que establezca el Ministerio de Hacienda de conformidad con la normativa nacional y de la Unión Europea, entre ellos los establecidos en las Órdenes HFP 1030/2021 y HFP 1031/2021.
- Quedará sometida a la totalidad de la normativa reguladora del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, en particular en lo relativo a:



- Aseguramiento de la regularidad del gasto subyacente y de la adopción de medidas dirigidas a prevenir, detectar, comunicar y corregir el fraude y la corrupción, prevenir el conflicto de interés y la doble financiación. En cuanto a la regularidad del gasto, deberá cumplirse la normativa sobre Ayudas de Estado en general y, en particular, respecto a los controles que se han aplicar para garantizar que el diseño de inversiones cumple dicha normativa en las medidas en las que vayan a participar varias administraciones públicas, en cuyo caso se debe tener especial cuidado con las reglas de acumulación de ayudas y las de incompatibilidad entre ayudas de la Unión, así como con las intensidades máximas, procurando que las categorías de ayudas, no sean concurrentes sino complementarias y que no financien el mismo gasto. Se informará sobre cualesquiera otros fondos (no solo europeos) que hayan contribuido a la financiación de los mismos costes.
- Requisitos de pista de auditoría: obligación de guardar la trazabilidad de cada una de las inversiones y cada uno de los perceptores finales de los fondos, así como de disponer de un sistema que permita calcular y seguir el cumplimiento de objetivos y medición de indicadores.
- Guardará la trazabilidad de cada una de las inversiones y recabará a efectos de auditoría y control la información cada uno de los perceptores finales de los fondos en los términos definidos por el artículo 22, letra d) del Reglamento (UE) 2021/241.
- Se someterá a las actuaciones de control de las instituciones de la Unión en virtud de lo establecido en el artículo 22.2.e) del Reglamento (UE) 2021/241.
- Custodiará y conservará la documentación vinculada a la actividad financiada por el MRR, de conformidad con el artículo 132 del Reglamento (UE, Euratom) 2018/1046 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de julio de 2018, sobre las normas financieras aplicables al presupuesto general de la Unión, durante un período de cinco años a partir del pago del saldo final. Este período será de tres años si la financiación no supera los 60.000 euros.

BLOQUE TERCERO: Obligaciones en materia de información, comunicación y publicidad.

- Deberán observarse las obligaciones de información y publicidad que las autoridades competentes establezcan relativas a la financiación del MRR; y en particular se someterán a las obligaciones del artículo 34.2 del Reglamento (UE) 2021/241, relativo al Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, sobre la financiación de la Unión Europea de las medidas incluidas en el PRTR y en el artículo 9 de la Orden HFP 1030/2021.



- En la documentación administrativa para la gestión de expedientes correspondientes a las actuaciones recogidas en este Acuerdo se deberá incluir una mención a que el expediente está financiado por el MRR.
- Se deberán incluir los siguientes logos:
 - El emblema de la Unión Europea;
 - Junto con el emblema de la Unión, se incluirá el texto "Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU";
 - Se usará también el logo del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia disponible en el enlace: <https://planderecuperacion.gob.es/identidad-visual>.
 - Se tendrán en cuenta normas gráficas del emblema de la Unión y los colores normalizados establecidos en el Anexo II del Reglamento de Ejecución 821/2014. También se puede consultar la página web: <http://publications.europa.eu/code/es/es-5000100.htm> y descargar los distintos ejemplos del emblema desde la página web: https://europa.eu/european-union/abouteu/symbols/flag_es#download.
 - Los carteles informativos y placas deberán colocarse en un lugar bien visible y de acceso al público.