planetic

AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Plataforma tecnológica Española para la adopción y difusión de las tecnologías electrónicas, de la información y la comunicación

Versión 6. Abril 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

ÍNDICE

1. Presentación y Objetivos de la Agenda 3

2. Dominios de Conocimiento Digital 7

2.1. Marco para el Conocimiento Digital 7

2.2. Tendencias 8

2.3. Dominios de Conocimiento Digital 9

2.4. Áreas de Oportunidad 17

3. La AEII con relación a instrumentos conexos 18

3.1. Plan España Digital 2025, Plan España Puede y Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial 18

3.2. Horizon Europe Programme y Plataformas Relacionadas 19

3.3. Digital Europe Programme 24

3.4. Escenario de normalización español en el ámbito digital 25

3.5. Comparativa de la AEII con estos instrumentos 28

4. Mercados de oportunidad para la AEII 35

4.1. Mercado de las Tecnologías Digitales 35

4.2. Sectores de mercado prioritarios 36

5. ANEXO A: La AEII y el Programa de Trabajo HEP Clúster 4, *Digital, Industry and Space*, 2021-2022 39

1. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS DE LA AGENDA

La Plataforma Española para la adopción y la difusión de las tecnologías digitales PLANETIC tiene como misión impulsar la innovación en el sector tecnológico digital español a través de una visión global e integrada de estas tecnologías, aunando esfuerzos y complementariedades. Representa a una muestra significativa del ecosistema digital con casi 270 organizaciones[1] que trabajan en el desarrollo de los sistemas micro y nanoelectrónicos, los sistemas empotrados, el software y los servicios digitales. Sirve también como canal de comunicación con los responsables de políticas de innovación e impulso alrededor del mundo digital, tanto públicos como privados, para trasladar prioridades y necesidades.

El objetivo final que persigue es acelerar la incorporación y adopción de las tecnologías digitales para impulsar la transformación social y competitiva del país. Para este objetivo, PLANETIC atiende a las necesidades en materia de transformación digital de los diferentes sectores económicos españoles, impulsa el posicionamiento internacional del sector tecnológico digital y sirve como espacio de trabajo común para agentes I+D+i y empresas del sector.

Así pues, PLANETIC apoya el desarrollo e implantación de un amplio abanico de tecnologías y campos de actuación, desde las micro y nanotecnologías hasta los sistemas inteligentes, sistemas embebidos, software, servicios, Big Data o inteligencia artificial, entre otros.

Dentro de sus funciones está el de identificar los retos en materia de investigación e innovación a medio y largo plazo en las diferentes áreas de conocimiento cubiertas por la plataforma, alineados con los retos identificados en planes estatales y europeos de investigación similares.

Con este propósito ha ido generando durante los últimos años una Agenda Estratégica de Investigación e Innovación (AEII) plurianual, siendo la versión de diciembre de 2019[2] la más reciente.

[1] Datos de junio 2019. Más información en: http://planetic.es/partners

[2] PLANETIC, Agenda Estratégica de Investigación e Innovación 2015 – 2020, versión de diciembre de 2019. https://planetic.es/sites/default/files/planetic/public/content-files/page/PLANETIC_AEII_2019_v1.pdf?utm_source=home&utm_medium=banner&utm_campaign=aeii&utm_term=2019

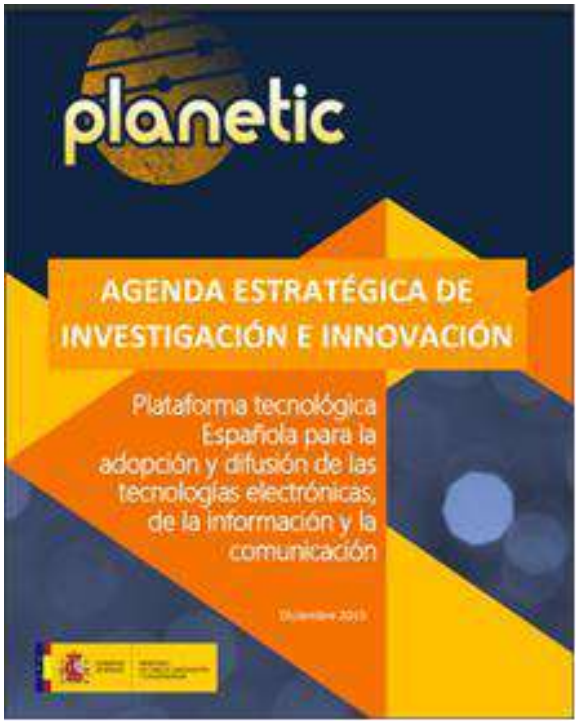


Figura 1. Agenda Estratégica de Investigación e Innovación 2015 – 2020, versión de diciembre de 2019

La AEII es un documento vivo que debe actualizarse periódicamente para adaptarse a los permanentes cambios tecnológicos y a los nuevos retos del contexto socioeconómico. Para acometer estas actualizaciones se cuenta con la evaluación experta de las aportaciones que desde cualquier agente de la comunidad PLANETIC se proporciona. También, se aprovecha el aprendizaje a través de una serie de mecanismos e instrumentos de vigilancia y prospectiva con los que cuenta la plataforma, como son los siguientes:

- Coordinación con otras plataformas tecnológicas sectoriales para identificar ámbitos de I+D+i con potencial de impacto en otros sectores verticales.
- Presencia y seguimiento de los marcos europeos e internacionales que recogen las necesidades y prioridades de I+D+i con potencial aplicación al contexto nacional.
- Grupos de trabajo temáticos en el seno de la plataforma para abordar temáticas singulares.
- Seguimiento y participación en grupos de normalización y estandarización relacionados con los dominios de trabajo de la plataforma.
- Participación de socios y actores en proyectos y estudios relacionados con la prospectiva, el análisis en materia de investigación o innovación, etc.
- Contraste con agentes públicos encargados de las políticas en materia de I+D+i para el sector digital.

La AEII implementa la visión de PLANETIC acerca de los dominios de conocimiento del ámbito digital que son propicios para favorecer la competitividad de la economía española y que dan respuesta a desafíos y retos con gran impacto socioeconómico. Su programa de trabajo sirve para priorizar líneas

de actividad científico-tecnológicas singulares y de carácter estratégico, así como iniciativas tractoras de alto potencial de impacto, con objetivos a medio y largo plazo.

Es pertinente, por tanto, abordar periódicamente una nueva revisión que, además, vislumbre los temas de interés que cobran carta de naturaleza en el mundo digital con los nuevos grandes marcos para la I+D+i española y europea: el nuevo marco de programación europeo 2021 – 2027 y los programas relevantes asociados, como Horizonte Europa y Europa Digital, por un lado, y, por otro, las actualizaciones de marcos y estrategias españolas, como el reciente Plan España Digital 2025 o la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial. En paralelo, no hay que olvidar otras grandes iniciativas que van a tener impacto en materia de I+D+i en el sector digital, como GaiaX o la propia estrategia europea para datos, de febrero de 2020[3].

Lo cierto es que cuando se habla de innovación en el dominio digital se incluyen inevitablemente muchos conceptos interrelacionados entre sí que evolucionan a un ritmo exponencial, incluyendo conocimientos que tienen que ver con fundamentos teóricos, con tecnologías, con aplicaciones o con metodologías y herramientas de trabajo.

Se ha considerado pertinente en esta nueva versión de la AEII *estructurar* la agenda para dar más profundidad a las temáticas que se consideran *pilares* en el desarrollo de un mundo cada vez más digital. Se trata de campos de conocimiento que se desarrollan entre dos grandes contextos. Por un lado, son habilitados por los avances en el campo de una serie de tecnologías facilitadoras, como los semiconductores, de las tecnologías micro y nano, de las tecnologías ópticas o cuánticas, por citar algunas. Por otro, son impulsados por las demandas de una sociedad y economía que es cada vez más digital, en donde la inteligencia se encuentra progresivamente embebida en los componentes del entorno físico, desde *smart tags* a *smart cities*, y los servicios se proporcionan cada vez más sobre medios digitales, como la información, la comunicación, el pago, la capacitación, la colaboración, el entretenimiento, la relación con la administración, etc.

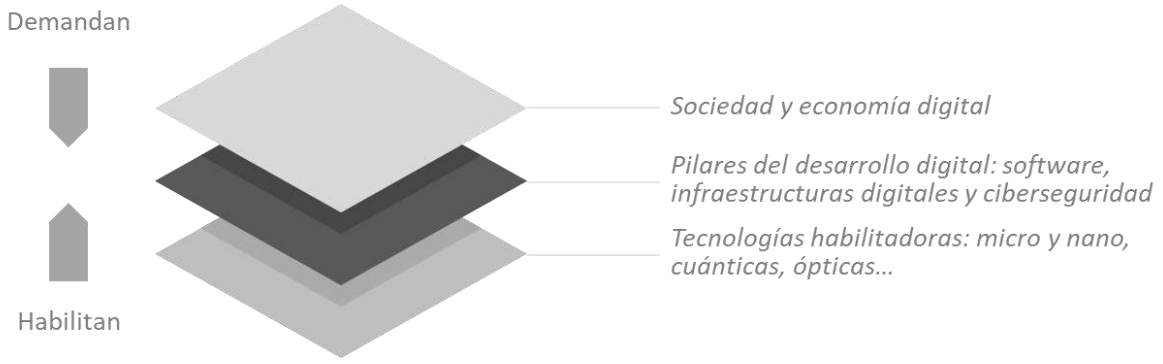


Figura 2. ***Los campos de conocimiento en materia digital por capas: habilitadores, pilares y demandantes.***

[3] Una Estrategia Europea para Datos, Comisión Europea, febrero 2020; en línea: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0066&from=ES

Con esta idea, el desarrollo de conocimiento en el ámbito de lo que se han denominado en esta Agenda los pilares se realiza dentro las dinámicas de un sándwich (figura 2) entre la capa habilitadora, por un lado, y la capa demandante, por el otro.

En concreto, como campos de conocimiento pilares se contemplan los relacionados con la generación y operación de software, con las infraestructuras digitales y con la ciberseguridad. Aunque el desarrollo de conocimiento en estos temas se ha vuelto altamente dinámico y complejo, la visión que persigue este desarrollo tiene una formulación muy simple: el objetivo es conseguir *sistemas de software perfectos que se producen y operan sin costo*. "Perfecto" significa libre de fallas, seguro, resistente, resiliente, capaz de ejecutarse en todas partes, etc. "Sin costo" significa que la producción, implementación y operación de sistemas de software están optimizados y automatizados con respecto a la necesidad de recursos humanos o recursos naturales (p. ej., energía).

Adicionalmente se ha añadido un campo de conocimiento transversal, que es el de la Analítica de Datos e Inteligencia Artificial que tiene un fuerte componente de teoría de la información.

2. DOMINIOS DE CONOCIMIENTO DIGITAL

2.1. MARCO PARA EL CONOCIMIENTO DIGITAL

En las versiones previas de la AEII se han englobado dentro del concepto "digital" un amplio conjunto de conocimientos transversales a prácticamente todos los sectores y ámbitos de aplicación. Con esta perspectiva amplia, las versiones anteriores de la AEII establecieron una estructura para los dominios de conocimiento agrupados en tres ámbitos principales y uno transversal relacionado con los Datos:

- Conocimiento relacionado con los ***Sistemas Software omnipresentes***. Las funciones que los nuevos servicios digitales precisan o las que proporcionan los bienes y productos en un entorno inteligente se implementan mediante software. La producción y operación óptima de software perfecto, con altísimos niveles de calidad y seguridad, resulta fundamental. Se necesita tecnología para producir y operar estos sistemas software en cualquier infraestructura con alta calidad y de manera competitiva. Código que debe ser eficiente, fiable, robusto, tolerante a fallos, reutilizable, bien hecho. Y mecanismos que posibiliten realizarse en plazos, con la mayor calidad y con el menor coste. Además de los sistemas convencionales, está apareciendo un nuevo paradigma, que es la computación cuántica y que va a suponer un nuevo desafío tanto con relación a los sistemas actuales (p.ej., su capacidad de protección ante estos nuevos paradigmas) como a los sistemas futuros: cómo se programan, cómo se operan, etc. Los avances en el campo de las micro y nanotecnologías, ópticas o cuánticas se encuentran en la base y son las habilitadoras principales para el desarrollo en este campo.
- Conocimiento relacionado con la ***inteligencia integrada del entorno***. Nuestro entorno se está volviendo más sofisticado con la progresiva tecnificación en la vida personal, en el hogar, en la empresa, en las infraestructuras. Los sistemas software permiten dotar de inteligencia a este entorno, posibilitando que incorpore nuevas capacidades de percepción, procesado, inferencia, aprendizaje, actuación o interacción. Las nuevas tecnologías digitales contribuyen así a crear productos, sistemas y soluciones con un comportamiento inteligente.
- Conocimiento relacionado con la ***interacción digital***. Las tecnologías digitales están transformando radicalmente la forma de interaccionar, comunicarse, informarse y formarse, entretenerse o realizar transacciones de todo tipo. A la progresiva digitalización y desmaterialización de todo tipo de soportes, como libros, mapas, discos, monedas... se une una nueva forma de interacción más natural, más rica sensorialmente y más ubicua. Avanzamos hacia interacciones digitales que proporcionan a las personas experiencias ricas de manera ubicua y natural.
- Conocimiento relacionado con la ***Analítica de Datos y la Inteligencia Artificial***. Como resultado del funcionamiento de sistemas basados en los conocimientos anteriores, se generan infinidad de datos de todo tipo, cada vez más detallados, amplios, frecuentes, multi-origen… Se precisa conocimiento especializado para manipular y extraer de estos datos valor que sirva para comprender, clasificar, optimizar, predecir o prescribir en múltiples campos de aplicación.

Figura 3. Estructura de los dominios de conocimiento digitales y foco de la presente AEII, en los denominados pilares del conocimiento digital

La nueva actualización de la AEII parte del modelo previo, que sigue plenamente vigente en el contexto de transformación digital que está experimentando nuestra economía y sociedad, en el que la digitalización es el principal vector de crecimiento y desarrollo. El conocimiento de estas tecnologías se convierte en valor cuando se aplica en los procesos, productos y servicios de las organizaciones. Y su aplicación acaba transformando los modelos de negocio y la propia sociedad. Su campo de aplicación en el mercado es por tanto prácticamente ilimitado.

A partir de este modelo, se profundiza en los pilares relacionados con la generación y operación de software, con las infraestructuras digitales, con la ciberseguridad y, complementariamente, los datos.

2.2. TENDENCIAS

Para comprender las demandas de desarrollo y aplicación de nuevo conocimiento en el ámbito digital y, específicamente, en los específicamente considerados pilares en esta AEII, conviene visualizar las tendencias generales y contextualizar así las prioridades para los dominios de conocimiento particular.

- Sistemas software omnipresentes. El funcionamiento normal de la sociedad es cada vez más dependiente de los sistemas software, que además se siguen extendiendo a todos los sistemas del entorno, como dispositivos de todo tipo, vehículos, electrodomésticos o infraestructuras. Se requiere avanzar hacia sistemas software cada vez más perfectos, con mayor calidad, producidos y operados a coste mínimo. Los retos para adecuarse a este propósito son:
    - Incrementar la robustez, seguridad, resiliencia y fiabilidad del producto software y de sus aplicaciones.
    - Facilitar la deslocalización de la plataforma de ejecución.
    - Facilitar y automatizar la programación, incluso por los usuarios menos expertos.
    - Permitir la producción y explotación de las aplicaciones producidas con software casi de manera simultánea, reducir el retardo entre producción y operación.
    - Avanzar hacia formas de ejecución dinámicas, adaptables y evolutivas.

- Adaptar los avances a los nuevos paradigmas que están apareciendo, como la computación cuántica.

- Inteligencia integrada en el entorno. A medida que se incorporan las capacidades inteligentes en todo tipo de productos del entorno físico se hace preciso facilitar la integración entre ellos dentro de un "sistema de sistemas", así como la integración entre sistemas heterogéneos o entre sistemas y personas. Implica el desarrollo capacidades que posibilite la realización de entornos inteligentes, cooperativos y simbióticos con otros sistemas inteligentes y con las personas. Los retos para desarrollar estas capacidades son:
  - Extender la capacidad de sensado e interacción con el medio y de procesado de manera ubicua y generalizada.
  - Incrementar las capacidades de cognición, autonomía e interacción natural.
  - Lograr soluciones energéticamente muy eficientes y respetuosas con el medio ambiente, tanto durante su fabricación como su operación, para posibilitar el despliegue inocuo y el funcionamiento desasistido de un ingente número de dispositivos.
  - Avanzar hacia la integración de procesamiento entre sistemas y hacia el comportamiento cooperativo entre sistemas heterogéneos.
  - Funcionamiento en heterogeneidad, de sistemas, lenguajes, plataformas, etc.
- Interacción digital. La forma de interacción y prestación de servicios se soporta cada vez más sobre medios digitales. Los nuevos dispositivos y las nuevas capacidades están posibilitando una experiencia digital para las personas cada vez más indistinguible de la natural o real. Los retos de desarrollo en este ámbito son:
  - Incrementar la capacidad de medios y dispositivos para avanzar hacia una interacción natural entre personas y sistemas.
  - Posibilitar la extracción y provisión de servicios continuo y omnipresente, con operación multimodal y multidispositivo.
  - Avanzar para la sustitución de bienes físicos por elementos digitales.
  - Extender el concepto de identidad digital.
  - Introducir en enfoque de la persona como foco de todo desarrollo y servicio (*human centric*), también en el mundo digital.

2.3. DOMINIOS DE CONOCIMIENTO DIGITAL

La AEII usa el mapa de dominios de conocimiento digital de interés para PLANETIC definido en las versiones previas, actualizándolos. Se agrupan estos dominios en tres ámbitos, Sistemas Software, Inteligencia Integrada e Interacción digital, con tres sub-grupos cada uno, y se ha añadido uno transversal a todos ellos, el de datos, configurando un conjunto de 10 dominios. El mapa de la figura 3 permite situar los dominios tecnológicos e identificar visualmente su correspondencia con los ámbitos identificados anteriormente en la figura 3.

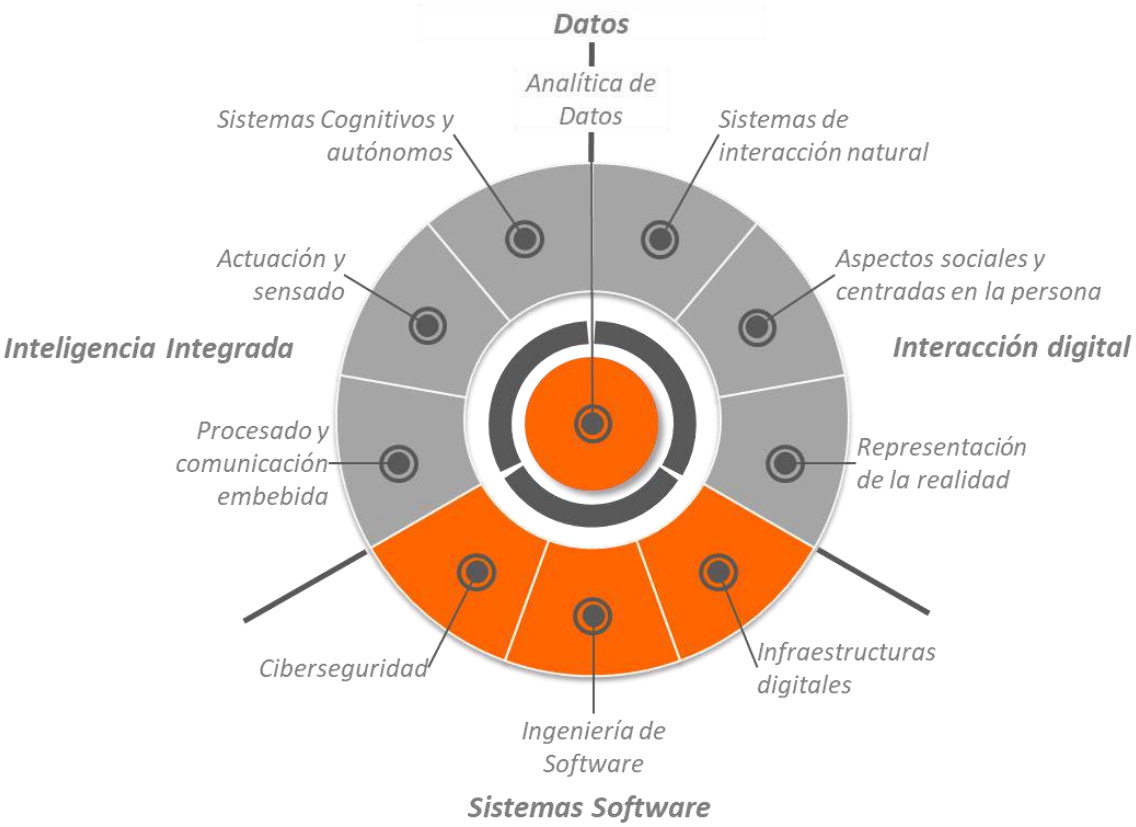


Figura 4. Estructura de los dominios de conocimiento digital, con los pilares marcados en naranja

Como se ha señalado, la implementación de este conocimiento representado en la figura 4 se habilita con los desarrollos en materia de materiales, micro y nanotecnologías, tecnologías ópticas, cuántica… (no representados en la figura).

Este enfoque y su estructura introducen un elemento importante y original para comprender las necesidades de desarrollo de conocimiento en el ámbito digital. El mapa ayuda a correlacionar tecnologías o temas de conocimiento y dónde se requiere principalmente talento y especialistas en estos temas en la industria.

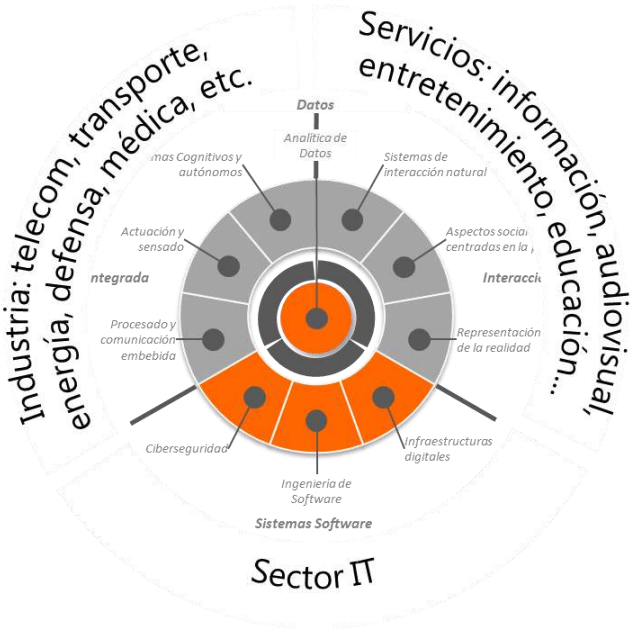


Figura 5. Correspondencia entre los dominios de conocimiento y qué industrias los demandan

Como se representa en la figura 5, los temas de conocimiento que se encuentran en el bloque de Sistemas de software y Datos (en naranja) son las competencias centrales de los y las profesionales de la industria de TI: proveedores de software, desarrolladores de aplicaciones o proveedores de servicios de TI. Los temas de conocimiento que se encuentran en el bloque de Inteligencia Integrada son fundamentales para los profesionales en la industria manufacturera de casi todos los sectores, desde equipos de telecomunicaciones hasta dispositivos médicos, con el fin de crear sistemas inteligentes. Lo mismo ocurre con conocimiento alrededor la Interacción Digital para profesionales especializados en estas materias en empresas de la industria de servicios, como comunicaciones, información, entretenimiento, educación, comercio, e-turismo, e-Administración… y prácticamente cualquier sector de servicios, ya que las interacciones de servicios se brindan progresivamente por medios digitales. Finalmente, el conocimiento relacionado con las tecnologías habilitadoras se encuentra fundamentalmente en pocas industrias muy especializadas fabricantes de los componentes y sistemas físicos sobre los que se soporta el mundo digital.

Las siguientes secciones desarrollan los principales bloques de esta estructura.

2.3.1. Sistemas de software y datos (pilares de la AEII)

En este bloque se detallan los dominios de conocimiento relacionados con lo que esta Agenda considera los pilares del conocimiento digital:

- **Ingeniería del Software**. El software está suponiendo un coste creciente y significativo en los sistemas inteligentes del mundo digital. Se requiere de innovaciones tecnológicas para producir con alta calidad y de manera competitiva los sistemas software que operarán los procesos de las organizaciones y se incorporarán en productos industriales y de consumo de todo tipo. El conocimiento en ingeniería de software se dirige a la mejora de la productividad y a la adaptación a las nuevas plataformas de ejecución, más complejas y heterogéneas.

También hacia la generación de sistemas más robustos, resilientes y tolerantes a fallos. Algunas de las temáticas consideradas relevantes en este ámbito son:

- Tecnologías de producción y puesta en operación de software:
  - Modelado y generación automática de código para entornos multiplataforma.
  - Robots de conversión, migración y pruebas.
  - DevOp para software evolutivo y portable.
- Tecnologías de calidad de software:
  - Robots de medición de calidad y rendimiento.
  - Caracterización automática de código en factores como usabilidad, interoperabilidad, portabilidad, eficiencia (energía, tiempo real, memoria, coste), etc.
- Lenguajes de programación:
  - Lenguajes de programación colaborativos para nuevas plataformas y nuevos paradigmas (como computación cuántica).
  - Lenguajes y métodos para nuevas arquitecturas a ultra escala / distribuidas.
  - Lenguajes de programación naturales.
  - Lenguajes orientados a dominio.

- **Ciberseguridad**. En un mundo de sistemas digitales interconectados, los aspectos de robustez y seguridad integral del software resultan vitales para garantizar el funcionamiento adecuado ante ataques provocados deliberadamente o ante fallos de los soportes sobre los que se ejecuta el software.
  - Tecnologías de diseño de sistemas seguros:
    - Optimización del flujo de diseño y V&V&C.
    - Simulación y ensayo para entornos heterogéneos, embebidos, paralelos, cooperativos, etc.
    - Análisis y certificación de seguridad (FTA, FMEA, CCA, FSM …), de privacidad.
    - Arquitecturas seguras IT, cloud, móviles, de registro distribuido, blockchain.
    - Caracterización de la fiabilidad, protección y resistencia ante ataques.
  - Tecnologías de ciberseguridad:
    - Análisis automático vulnerabilidad; agentes de detección y protección (p.ej. cortafuegos).
    - Tecnologías de anonimizado y contra ingeniería inversa.
    - Tecnologías de defensa activa.
  - Algoritmia, cifrado y control:

- De contenidos, información y datos, incluidos DRM; de comunicaciones; de código y SOs.
- Sistemas de cifrado, análisis de robustez de cifrado; cifrado cuántico, robustez a descifrado cuántico.

- **Infraestructuras digitales**. El procesamiento de las funciones software se realizará progresivamente sobre plataformas heterogéneas deslocalizadas (nube, *edge, fog*), de manera virtualizada, paralelizada y en algunos casos, sobre infraestructuras de alto rendimiento. Los ejes que caracterizan las nuevas arquitecturas de computación.
  - Computación continua:
    - Arquitecturas múltiples, heterogéneas y cooperativas *cloud*, *fog* y *edge*, *brokers*.
    - Sistemas y algoritmos de virtualización.
    - Producción y provisión de servicio seguro y dinámico XaaS.
  - Sistemas de computación paralela y alto rendimiento:
    - Algoritmia paralela reutilizable: de gestión de carga, acceso a memoria, optimización de energía.
    - Arquitecturas y sistemas de computación paralela, incluidas bases de datos y sistemas masivos de almacenamiento.
    - Arquitecturas y sistemas de computación de alto rendimiento.
    - Sistemas de ultra escala.
    - Gestión energética.
- **Datos**. El universo digital genera ingentes cantidades de información y datos. Con las tecnologías de analítica de datos se busca extraer valor de estos volúmenes de datos, inferir hipótesis y ayudar en la toma de decisiones.
  - Tecnologías y métodos de Analítica de Datos:
    - Métodos descriptivos, predictivos y prescriptivos.
    - Métodos heurísticos y redes neuronales.
    - Algoritmos de optimización.
    - Agrupado / clusterización de datos.
    - Tecnologías de optimización.
  - Tecnologías de visualización e interacción:
    - Métodos y técnicas para acomodar datos multi-dimensionales al entendimiento humano.
    - Sistemas de interacción asistida, aumentada y dinámica.
  - Modelado de datos:

- Estructuración y coherencia de datos heterogéneos.
- Modelos de interoperabilidad de datos.
- Semántica.

- Inteligencia Artificial:
  - Sistemas expertos, Redes neuronales, *Machine Learning*, *Deep Learning*, otros paradigmas de aprendizaje supervisado y no supervisado, planificación, optimización, inferencia de reglas, lógica difusa.
  - Tecnologías de soporte para IA: *Generative Adversial Networks*, *AI Explainability*, estimación de relaciones de causalidad, xAI, estimación de confianza de modelos, ética de la IA.
  - Arquitecturas para sistemas inteligentes y cognitivos, federación de sistemas de IA.

2.3.2. Inteligencia Integrada e Interacción Digital

En este bloque se contemplan los dominios de conocimiento que posibilitan el desarrollo de entornos inteligentes y la prestación de servicios sobre medios digitales y que, en gran medida, se fundamentan en los desarrollos del bloque anterior:

- Procesado y comunicación embebida. Se incluye en este apartado a las tecnologías que posibilitan la gestión de la información obtenida del mundo real, la comunicación entre distintos elementos y el procesado de información en dispositivos de todo tipo: entornos de computación embebida, sistemas híbridos analógicos – digitales, circuitos imprimibles, comunicaciones, redes y protocolos, identificación por radiofrecuencia, localización y guiado, etc.
  - Elementos digitales básicos y arquitecturas de procesado.
  - Comunicaciones y protocolos.
- Actuación y sensado. Incluye las tecnologías para sensores y actuadores que convierten propiedades físicas, químicas, electromagnéticas o biológicas en conceptos digitales y viceversa. Hace referencia a sensores, radares, lidar, actuadores y motores, sistemas de identificación e interpretación de la realidad, visión artificial… que permiten una mayor inteligencia e interacción físico-digital en entornos naturales (agricultura y medioambiente), entornos humanos (*Smart cities*, *Smart mobility* / conducción autónoma, industria 4.0…) o el propio cuerpo humano (salud y bienestar).
- Sistemas cognitivos y autónomos. Conjunto de conocimientos orientados a que un sistema entienda el contexto en el que opera, tome decisiones, actúe o aprenda con un objetivo o propósito determinado. Tienen que ver con la inteligencia artificial, las redes neuronales, los sistemas de control cognitivo o la robótica. Y relación con paradigmas como los sistemas ciber-físicos.
  - Sistemas inteligentes y cognitivos.

- Sistemas automáticos / autónomos y sistemas cooperativos (p.ej., vehículos automatizados).
- Tecnologías de análisis y simulación.
- Automática, robótica y control.

- Sistemas de interacción natural. El incremento de capacidad de proceso e inteligencia omnipresente permite también una mejora sustancial en la forma de interrelación entre las personas y sistemas, y con sus servicios.
  - Tecnologías de interacción orientada a personas.
  - Tecnologías de interacción natural y empática.
- Fundamentos sociales y centrados en la persona. Conocimiento sobre la amplificación sensorial y relacional para las personas, que cada vez más son fuentes y destino de datos, información y servicios digitales, impulsados por nuevas infraestructuras, nuevos dispositivos portables y una progresiva desmaterialización de bienes (soportes, libros, monedas). Bajo este grupo se engloban temas como la gamificación, los dispositivos wearables y corporales, las redes sociales o los sistemas de gestión de contexto y análisis del comportamiento.
  - Arquitecturas personales.
  - Tecnologías de redes sociales.
  - Tecnologías contextuales.
- Representación de la realidad. Tecnologías de producción, distribución y provisión de datos, contenidos y servicios digitales dirigidos a la mejora del ciclo de vida.
  - Tecnologías audiovisuales, incluidos juegos.
  - Realidad virtual, aumentada y mixta, e Identidad digital.
  - Arquitecturas de servicio.

2.3.3. Tecnologías habilitadoras

La implementación del conocimiento de las secciones anteriores no sería posible sin el desarrollo de conocimiento en una serie de campos relacionados con la electrónica, materiales, óptica o cuántica:

- Materiales y dispositivos:
  - Nuevos materiales funcionales y estructurales, microestructuración 3D, MEMS y NEMS
  - Sensores y actuadores físicos, químicos o bio.
  - Micro-nano sistemas, CMOS, empaquetamiento 3D.
- Herramientas de diseño, simulación, test y fabricación de dispositivos digitales y sensores:
  - Herramientas diseño, simulación, calibración y test.
  - Tecnologías de micro y nano fabricación escalables.

- Electrónica impresa, fabricación aditiva y uso de nuevos sustratos (textiles, elásticos, bio, gran área).

- Eficiencia y autonomía energética:
  - Micro-generadores, *harvesters*.
  - Micro-baterías y Micro-pilas de combustible.
- Microsistemas:
  - Sistemas CPU, GPU, DSP, FPGAs.
  - Arquitecturas SoC / NoC / MPSoC.
  - Sistemas híbridos analógicos – digitales.
  - Tecnologías de ultra bajo consumo en computación.
  - Computación neuromórfica y cuántica.
  - Sistemas heterogéneos integrados analógicos / digitales micro y nano.
  - Tecnologías de interfaces de potencia.
- Comunicaciones:
  - Arquitecturas nóveles, componentes y *front-ends* digitales de radiocomunicación
  - Sistemas ópticos y optimización de recursos.
  - Técnicas nóveles de modulación y de uso del espectro.

2.4. ÁREAS DE OPORTUNIDAD

[PARA REVISAR]

Si bien las secciones anteriores presentan diversos dominios de conocimiento digital, el auténtico potencial está en cómo se combinan varios de ellos en determinadas áreas de oportunidad. Se trata de áreas que combinan sinérgicamente capacidades tecnológicas para aportar soluciones a desafíos en determinados ámbitos de aplicación. En el diagrama siguiente se presentan ejemplos relevantes para la comunidad PLANETIC:

Figura 6. Ejemplos de ámbitos de oportunidad como combinación de tecnologías

3. LA AEII CON RELACIÓN A INSTRUMENTOS CONEXOS

3.1. PLAN ESPAÑA DIGITAL 2025, PLAN ESPAÑA PUEDE Y ESTRATEGIA NACIONAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El Plan España Digital 2025 es la nueva Agenda Digital orientada a impulsar la Transformación Digital de España como una de las palancas fundamentales para relanzar el crecimiento económico, la reducción de la desigualdad, el aumento de la productividad y el aprovechamiento de todas las oportunidades que brindan estas nuevas tecnologías. El Plan recoge un conjunto de medidas, reformas e inversiones, articuladas en diez ejes estratégicos, alineados a las políticas digitales marcadas por la Comisión Europea para el nuevo periodo. En estos ejes, se priorizan, entre otros, los siguientes temas que tienen relación directa con los ámbitos de conocimiento priorizados en la AEII:

- Conectividad digital.
- Impulso a la tecnología 5G.
- Ciberseguridad.
- Transformación digital del sector público, en donde se identifican temas relacionados con la Inteligencia Artificial, los macrodatos o *blockchain*.
- Economía del dato e Inteligencia Artificial.

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Plan España Puede, es un proyecto de país que 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, y para responder a los retos de la próxima década. El Plan comporta un importante volumen de inversión pública y privada en los próximos años, financiándose con los fondos del Plan *Next Generation EU*, el Fondo de Recuperación europeo. Este Fondo permitirá a España obtener financiación por hasta 140.000 millones de los cuales alrededor de **72.000 millones se desembolsarán en forma de transferencias** y el resto a través de préstamos.

El Gobierno concentrará el esfuerzo de movilización de los cerca de 72.000 millones de transferencias en los primeros tres años (2021-2023), para maximizar su impacto sobre la reconstrucción rápida de la economía, y empleando los préstamos para complementar, posteriormente, la financiación de los proyectos en marcha. A ellos se suman los más de 79.000 millones de euros previstos por los fondos estructurales y por la Política Agrícola Común para 2021-2027. Dada su urgencia, las inversiones y reformas se pondrán en marcha desde 2020 con los recursos disponibles a nivel nacional, aunque su despliegue pleno se producirá a partir de 2021 al escalarse los proyectos y programas a través de los nuevos mecanismos de financiación comunitarios. La propuesta de Presupuestos Generales del Estado para 2021 incorporan un monto de 27.000 millones de euros con cargo a las transferencias previstas del presupuesto UE a través de los nuevos instrumentos de financiación y, en particular, el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (*Recovery and Resilience Facility*) y REACT-EU.

El Plan se estructura en torno a cuatro ejes transversales que vertebrarán la transformación del conjunto de la economía y que el Gobierno ha situado desde el principio en el centro de su estrategia

de política económica: la transición ecológica, la transformación digital, la igualdad de género y la cohesión social y territorial.

En el eje de digitalización se indica que la ciberseguridad, la economía del dato, la inteligencia artificial y otras tecnologías digitales habilitadoras son vectores estratégicos para impulsar la segunda oleada de digitalización en España. Hace referencia a la Agenda España Digital 2025 como la hoja de ruta para guiar la acción en este terreno.

La nueva Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial, ENIA, de diciembre de 2020, tiene siete objetivos estratégicos alrededor de la IA para potenciar el talento, impulsar la capacidad de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, promover plataformas de datos, acelerar la integración de la IA en las cadenas de valor empresariales y en la administración, y crear marcos éticos y regulatorios asociados.

3.2. HORIZON EUROPE PROGRAMME Y PLATAFORMAS RELACIONADAS

3.2.1. Horizon Europe Programme

El Programa Horizonte Europa (*Horizon Europe Programme*, HEP) es el principal instrumento de la Unión Europea para el impulso de la investigación y la innovación desde las etapas de generación de conocimiento hasta la innovación en el mercado. Tiene su origen a partir de los logros y éxitos del anterior programa de I+D (el programa Horizonte 2020), buscando mantener a la UE en la vanguardia de la investigación y la innovación a escala mundial. HEP es el programa de investigación e innovación europeo más ambicioso hasta el momento, ya que destinará alrededor de 100.000 millones de euros en el periodo 2021 – 2027. Junto con otros programas nacionales y la inversión privada pretende lograr un impacto de once veces la inversión en un periodo de 25 años. También, se prevé que con el Programa se crearán hasta 100.000 puestos de trabajo en actividades de investigación e innovación entre 2021 y 2027.

El HEP se estructura en tres pilares:

- Pilar 1: Ciencia abierta.
- Pilar 2: Retos globales y competitividad industrial.
- Pilar 3: Innovación abierta.

Dentro del pilar 2, *Retos globales y competitividad industrial*, se incluyen 5 clústeres temáticos que se implementan mediante convocatorias, partenariados y misiones. La nueva generación de partenariados estará orientada a objetivos y alineados a las políticas de la UE. Las misiones consistirán en una cartera de acciones destinadas a lograr determinados objetivos concretos, que serán audaces, inspiradores y medibles dentro de un periodo temporal, con un impacto para la ciencia y la tecnología, la sociedad y la ciudadanía, más allá de los conseguidos con acciones individuales.

El *clúster Digital, Industria y Espacio* dentro de este pilar contará con un presupuesto aproximado del 15%, unos 15.000 millones de euros, para el periodo. Se han unificado temas, mundo digital, industria y espacio, porque contemplan los conocimientos y tecnologías que apuntalan a los otros clústeres. Este grupo desarrollará las capacidades tecnológicas e industriales para la competitividad

industrial y para abordar los desafíos mundiales. Apoyará la economía digitalizada, circular, baja en carbono y baja en emisiones.

Sus prioridades son:

- Contribuir a la transformación económica y social mediante las Tecnologías Claves Facilitadoras (KET) y la transformación digital para la soberanía tecnológica y para abordar los desafíos mundiales.
- Desarrollar una industria que produce en Europa y un ecosistema centrado en la persona.
- Posibilitar una industria que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Generar infraestructuras de orientación industrial.
- Potenciar el uso de tecnologías habilitadoras, digitales y espaciales.
- Generar y valorizar el *big data*.

El clúster Digital, Industria y Espacio contempla nueve áreas de intervención, algunas de ellas totalmente alineadas a los ámbitos de trabajo de PLANETIC:

- **Tecnologías digitales habilitadoras**, entre las que figuran la nanoelectrónica, hardware de computación, fotónica, tecnologías de sensado, IoT, computación cuántica o neuromórfica, arquitecturas de computación y procesamiento de bajo consumo para múltiples aplicaciones, sistemas autónomos, tecnologías software y otras emergentes.
- **Inteligencia Artificial y robótica**, entre las que figuran: tecnologías facilitadoras de IA, como *machine learning* o *deep learning*, robótica, tecnologías de IA impulsadas por el usuario, tecnologías para IA abierta, como algoritmos.
- **Próxima generación de internet**, con temas como infraestructuras de redes y servicios habilitadores de nuevos paradigmas como IoT o blockchain, aplicaciones de internet de próxima generación, *middleware*, incluyendo tecnologías de registro distribuido o IA embebida.
- **Computación avanzada y big data**, con temas como la computación de alto rendimiento, el big data o la reducción de la huella de carbono de las TIC.
- Tecnologías de fabricación.
- Materiales avanzados.
- Industrias circulares.
- Industrias limpias y bajas en carbono.
- Espacio.

Como KET digitales contempla las siguientes:

- Micro/nano electrónica y fotónica.
- Inteligencia Artificial.
- Conectividad y seguridad digital.

Además, el Clúster 3, Seguridad Civil para la Sociedad, incluye temas específicos en Ciberseguridad.

3.2.2. Partenariados y Plataformas relacionadas

Además, parte de las actividades de investigación, desarrollo e innovación en el Espacio Común Europeo del Programa Marco ha sido trasladada a los programas de trabajo y convocatorias multianuales de diferentes PPPs (Public Private Partnerships) o JU, Joint Undertaking, instrumentos conjuntos entre la Unión Europea, los estados miembros y la industria para financiar sus prioridades en materia de I+D+i. Entre los partenariados que continúan del programa anterior y los nuevos puestos en marcha para el nuevo marco de programación y su nuevo Programa Europeo de Investigación e Innovación se encuentran los siguientes:

- HPC – *High Performance Computing*, con el objetivo de desarrollar, desplegar, ampliar y mantener en Europa un ecosistema líder mundial en infraestructura de datos federada e hiperconectada, en computación cuántica y servicios asociados.

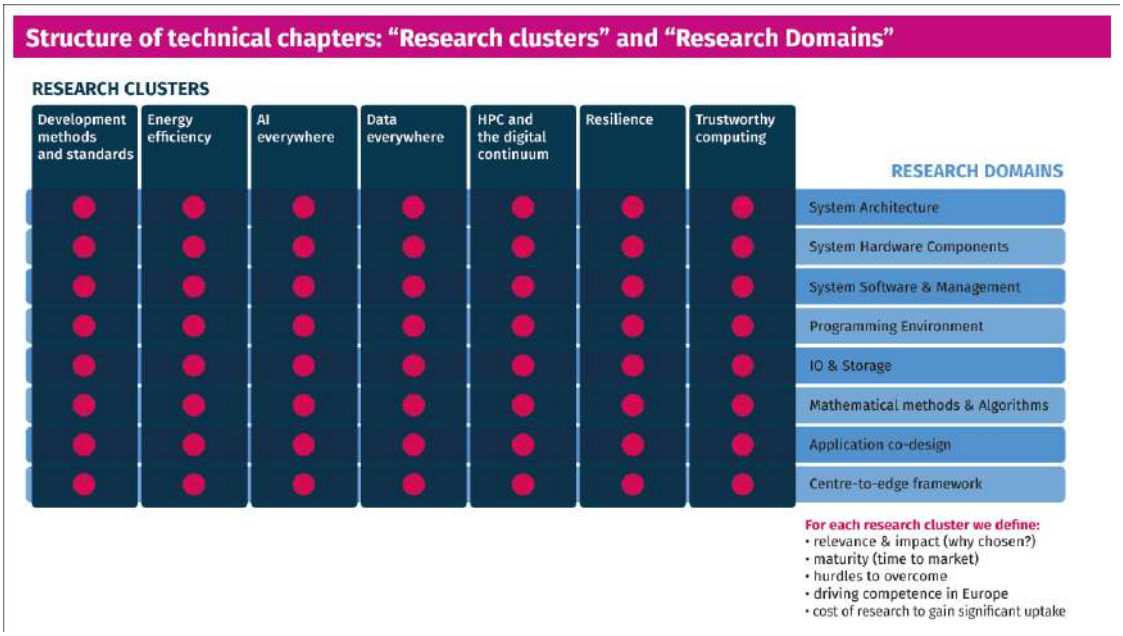


Figura 7. Estructura de la SRA 2020 de la European Technology Platform (ETP) for High-Performance Computing (HPC)

- KDT – *Key Digital Technologies*, que incluye los temas relacionados con los componentes electrónicos (la capa denominada en esta AEII como "Tecnologías Habilitadoras") y el software que define cómo funcionan estos componentes. Hereda las actividades de la JU ECSEL que aunaba las actividades de micro-nanoelectróncia, los sistemas electrónicos y los sistemas empotrados o ciberfísicos, reflejando la integración de voluntades de las asociaciones (y plataformas tecnológicas) que le dieron carta de naturaleza: AENEAS, ESPOSS y ARTEMISIA.

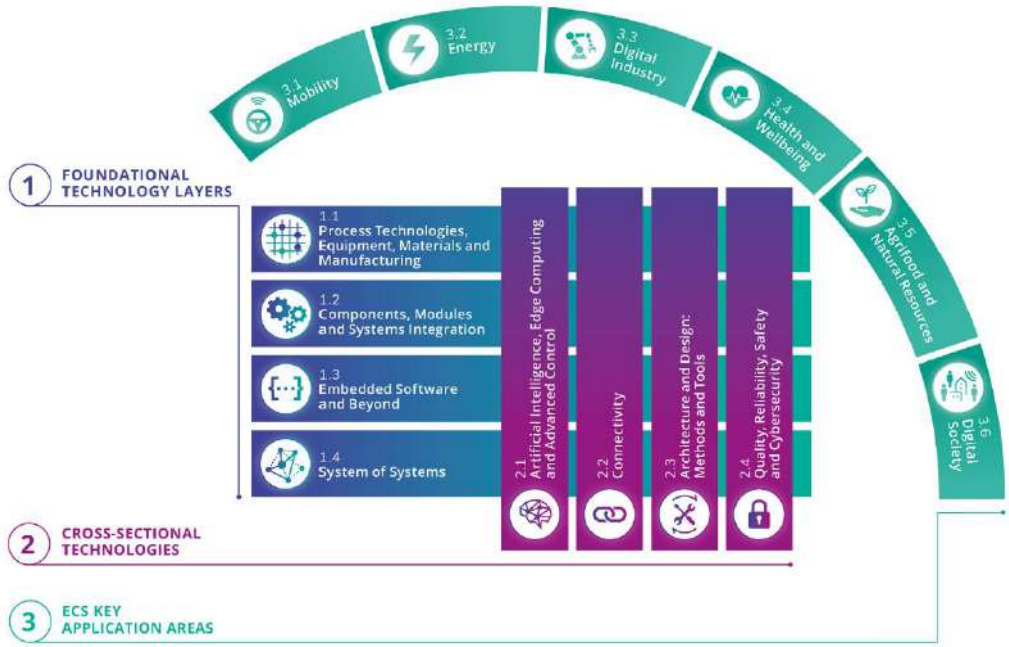


Figura 8. Estructura de la SRIA 2021 de ECS – Electronic Component and Systems

Y se suman recientemente las actividades de la Plataforma NESSI.

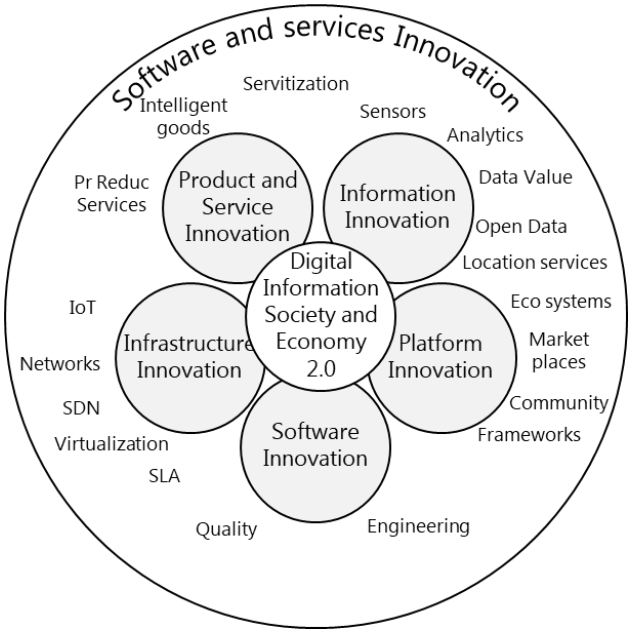


Figura 9. Estructura de la SRIA 2017 de NESSI - European Technology Platform for Software and Services

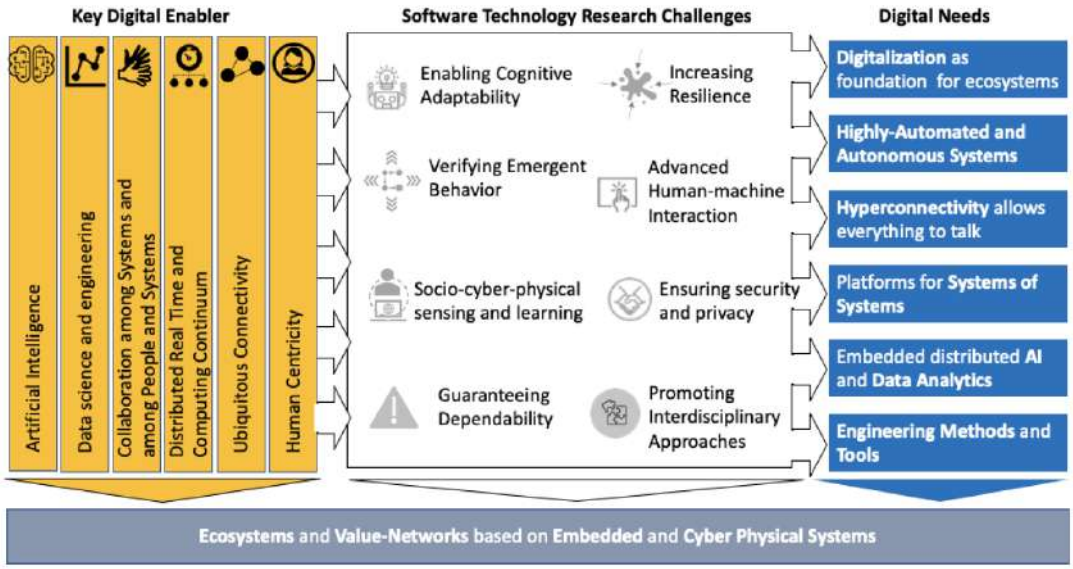
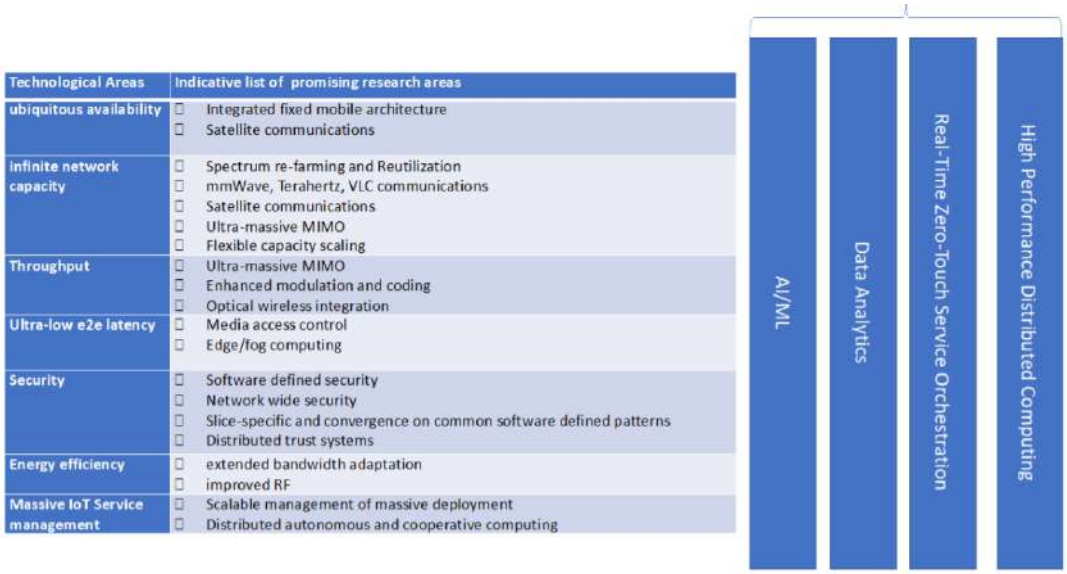


Figura 10. Tendencias y retos en tecnologías software, del Position Paper de NESSI, 2020.

- *Smart Networks and Services*, Networld Europe, orientada a la soberanía tecnológica para redes y servicios inteligentes en línea con la nueva estrategia industrial para Europa, la nueva estrategia de ciberseguridad de la UE y la estrategia de despliegue de 5G.



Technological Areas	Indicative list of promising research areas
ubiquitous availability	Integrated fixed mobile architecture Satellite communications
infinite network capacity	Spectrum re-farming and Reutilization mmWave, Terahertz, VLC communications Satellite communications Ultra-massive MIMO Flexible capacity scaling
Throughput	Ultra-massive MIMO Enhanced modulation and coding Optical wireless integration
Ultra-low e2e latency	Media access control Edge/fog computing
Security	Software defined security Network wide security Slice-specific and convergence on common software defined patterns Distributed trust systems
Energy efficiency	extended bandwidth adaptation improved RF
Massive IoT Service management	Scalable management of massive deployment Distributed autonomous and cooperative computing

Figura 11. Lista indicativa de áreas de investigación de la SRIA 2020 de Networld2020

- DAIRO - *Artifical Intelligence, Data and Robotics*, para la innovación, asimilación y adopción de estas tecnologías.

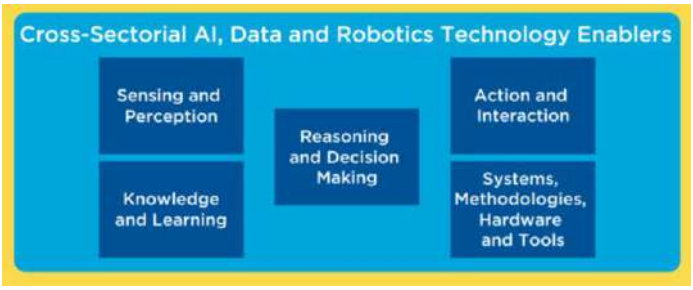


Figura 12. Tecnologías habilitadoras identificadas por la Strategic Research, Innovation and Deployment Agenda, v3.1 de 2020, del partenariado AI, Data and Robotics

- PHOTONICS, orientada a la innovación en fotónica, también relacionada con la capa denominada en esta AEII como "Tecnologías Habilitadoras".

Estos partenariados se complementan con otros dentro del Clúster *Digital, Industry and Space*, cuyo foco es más finalista en la industria o en el sector espacio pero que también demandan conocimiento y tecnologías digitales, y otros de otros clústeres, con un carácter similar, como, por ejemplo, el partenariado *Connected and Automated Driving* del clúster *Climate, Energy and Mobility*.

3.3. DIGITAL EUROPE PROGRAMME

El Programa Europa Digital (*Digital Europe Programme*, DEP) es un nuevo instrumento para facilitar la transformación digital de la sociedad europea y de su economía, potenciando las competencias digitales críticas y las infraestructuras que se precisan en la nueva sociedad digital. Entre sus prioridades están:

- Computación de altas prestaciones,
- Inteligencia Artificial,
- ciberseguridad,
- Competencias digitales y
- Extensión en el uso y despliegue de las tecnologías digitales en la economía y la sociedad.

Su objetivo es mejorar la competitividad de Europa en la economía digital global y aumentar su autonomía tecnológica. El Programa cuenta con un presupuesto previsto de 9.200 millones de euros para el periodo 2021-2027 y utilizará la contratación pública para desplegar estas tecnologías e infraestructuras digitales.

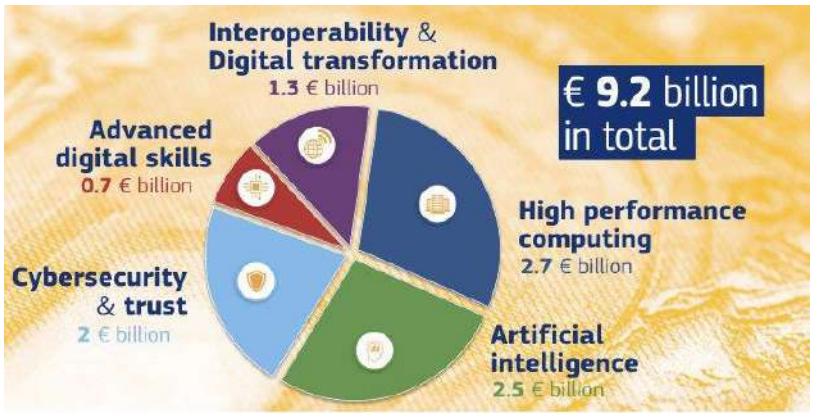


Figura 13. Presupuesto previsto del Programa Europa Digital (Comisión Europea)

El programa *Digital Europe* ha identificado también a los *Digital Innovation Hubs* como una de las herramientas que ayudarán a Europa a lograr los objetivos anteriormente mencionados. Se trata de un instrumento de enorme interés para PLANETIC.

3.4. ESCENARIO DE NORMALIZACIÓN ESPAÑOL EN EL ÁMBITO DIGITAL

La Comisión Europea, en su estrategia para el Mercado Único Digital estable entre sus prioridades la estandarización alrededor de las tecnologías digitales como elemento clave de interoperabilidad para el mercado único digital. Cada año publica las prioridades para el año siguiente. En 2018 se centraba en los siguientes ámbitos: internet de las cosas, macrodatos, cadena de bloques, sistemas de transporte inteligentes y conducción autónoma, ciudades inteligentes, accesibilidad, administración electrónica, sanidad electrónica e inteligencia artificial (IA). El nuevo programa de trabajo de 2019 (para el 2020) reitera la importancia de inteligencia artificial (IA), internet de las cosas, ciberseguridad, identificación electrónica y autenticación, intercambio de registros de salud, interoperabilidad para la movilidad conectada y autónoma y, de manera similar, para la digitalización, automatización y ciberseguridad en el sistema ferroviario. Se trata de temas directamente asociados a las prioridades de esta AEII.

La traslación de estas actividades se realiza a través de la Asociación Española de Normalización – Grupo UNE, que representa los intereses de las empresas y la sociedad española en los organismos de normalización europeos e internacionales. Se trata del representante español en los organismos internacionales ISO/IEC y en los europeos CEN/CENELEC siendo, asimismo, el organismo nacional de normalización de ETSI. Los grupos de trabajo y normas que UNE está desarrollando alrededor de las tecnologías digitales que tienen relación con la presente AEII son:

- Tecnologías Habilitadoras Digitales
- Telecomunicaciones
- Ciberseguridad, privacidad y protección de datos
- Smart cities
- Industria 4.0
- Conectividad del automóvil y movilidad sostenible.

- Electrónica de consumo
- Salud digital
- Economía colaborativa
- Sector público
- Comercio electrónico

El más representativo es el CTN 71 que, teniendo como misión fomentar una actividad de normalización de alto impacto en materia de Tecnologías Habilitadoras Digitales, persigue el mismo propósito que PLANETIC de contribuir al desarrollo y liderazgo de la industria tecnológica digital nacional y a la aceleración y sostenibilidad de los procesos de transformación digital de todos los sectores productivos y de la sociedad. El CTN 71 presta atención a tecnologías con gran capacidad de disrupción y carácter habilitador para la transformación digital. Se incluyen, entre otras, las relacionadas con la captura, representación, procesamiento, seguridad, transferencia, intercambio, presentación, gestión, organización, almacenamiento y recuperación de información. Está organizado en diversos sub-comités:

- CTN 71/SC 6 Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas
- CTN 71/SC 17-37 Identificación digital
- CTN 71/SC 22 Lenguajes de programación, sus entornos e interfaces software de sistema
- CTN 71/SC 29 Codificación de sonido, la imagen, la información multimedia e hipermedia
- CTN 71/SC 36 Tecnologías de la información para el aprendizaje
- CTN 71/SC 38 Servicios y plataformas para aplicaciones distribuidas
- CTN 71/SC 39 Sostenibilidad, TI y centros de datos (en lanzamiento)
- CTN 71/SC 40 Gestión y gobierno de los servicios de TI
- CTN 71/SC 41 IoT y tecnologías relacionadas (en lanzamiento)
- CTN 71/SC 42 Inteligencia Artificial y Big Data (en lanzamiento)
- CTN 71/SC 307 Blockchain y tecnologías de registro distribuido
- CTN 71/SC 428 Profesionalidad de las TIC y de las competencias digitales
- CTN 71/SC 39 Sostenibilidad, TI y Centros de Datos

Figura 14. Estructura del Comité Técnico de Normalización CTN71 (Asociación Española de Normalización – Grupo UNE)

Además de los grupos del CTN 71, otros comités y grupos de interés para la AEII son:

- CTN 320 Ciberseguridad y protección de datos personales
- CTN 196 Resiliencia, protección y seguridad de los ciudadanos (en lanzamiento)
- GET 24 Procesos de transformación para la industria 4.0
- CTN 203/SC 65 Medida y Control de Procesos Industriales-Fieldbus
- CTN 116 Sistemas Industriales Automatizados
- CTN 178 Ciudades Inteligentes
- CTN 26 Vehículos de Carretera
- CTN 203/SC 69 Vehículos Eléctricos Destinados a Circular por la Vía Pública y Camiones Eléctricos Industriales

- CTN 159 Sistemas Inteligentes de Transporte
- CTN 133 Telecomunicaciones
- CTN 210/SC 100 Equipos y Sistemas de Audio, Vídeo y Multimedia
- CTN 209/SC 108 Seguridad de los Equipos Electrónicos de Audio/Vídeo, Tecnología de la Información y Tecnología de la Comunicación
- CTN 139 Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la Salud
- CTN 209/SC 62 Equipos Eléctricos en la Práctica Médica
- CTN 158 Servicios para la Promoción de la Autonomía Personal y para Personas en Situación de Dependencia
- CTN 312 Facturación Electrónica en la Contratación Pública
- CTN 170/GT1 Accesibilidad en las Compras Públicas TIC

3.5. COMPARATIVA DE LA AEII CON ESTOS INSTRUMENTOS

La estructura propuesta en esta AEII y sus dominios tienen correspondencia directa con los elementos de algunas de las taxonomías y clasificaciones habituales en el ámbito de las TIC, así como con el tipo de iniciativas señalado anteriormente. La siguiente tabla proporciona esta comparación.

AEII PLANETIC	Horizon Europe Programme, Cluster Digital, Industry and Space (WP 2021-2022).	ACM Computing Classification System.	ISO/IEC JTC 1 Information Technology.	ECS´s SRIA.	NESSI´s SRIA.
Ingeniería del software – Producción y despliegue de software / calidad de software / lenguajes de programación.	21-DA-01-05 Future European platforms for the Edge: Meta Operating Systems. 22-DA-01-03 Programming tools for decentralised intelligence and swarms. 22-DE-01-26 Open source for cloud-based services. Strengthening the quantum software ecosystem for quantum computing platforms. Large scale quantum simulation platform technologies. Open testing and experimentation for quantum technologies in Europe.	Computer systems organization - Real-time systems. Software and its engineering - Software organization and properties / Software notations and tools / Software creation and management. Computing methodologies - Symbolic and algebraic manipulation / Parallel computing methodologies / Distributed computing methodologies / Concurrent computing methodologies	ISO/IEC JTC 1/SC 7 - Software and systems engineering. ISO/IEC JTC 1/SC 22 - Programming languages, their environments and system software interfaces.	Architecture and Design: Methods and Tools.	Full-stack software. Programming policies / Policies by design. Self-aware programs / World-aware programs.
Infraestructuras digitales – Computación continua / paralela / alto rendimiento.	22-DA-01-02 Cognitive Cloud: AI-enabled computing continuum from Cloud to Edge.	Computer systems organization – Architectures. Information systems - Data management systems / Information storage systems / Information systems applications / World Wide Web / Information retrieval.	ISO/IEC JTC 1/SC 38 - Cloud computing and distributed platforms. ISO/IEC JTC 1/SC 39 - Sustainability, IT and data centres. ISO/IEC JTC 1/SC 40 - IT service management and IT governance.	Artificial Intelligence, edge computing and advanced control.	Computing continuum Dynamic policies. Self-adaptable infrastructures.

Ciberseguridad – diseño de sistemas seguros / ciberseguridad / Algoritmia, cifrado y control.	Quantum encryption and future quantum network technologies. 21-DA-01-01 Technologies and solutions for compliance, privacy preservation, green and responsible data operations. 22-HU-01-03 Internet architecture and decentralised technologies. 21-HU-01-05 Trustworthy open search and discovery. 21-HU-01-04 Trust & data sovereignty on the Internet.	Computer systems organization - Dependable and fault-tolerant systems and networks. Security and privacy Cryptography - Formal methods and theory of security / Security services / Intrusion/anomaly detection and malware mitigation / Security in hardware / Systems security / Network security / Database and storage security / Software and application security / Human and societal aspects of security and privacy.	ISO/IEC JTC 1/SC 17 - Cards and security devices for personal identification. ISO/IEC JTC 1/SC 27 – Information security, cybersecurity and privacy protection. ISO/IEC JTC 1/WG 13 – Trustworthiness. ISO/IEC JTC 1/SC 37 – Biometrics.	Quality, reliability, safety and cybersecurity.	Built-in protection of assets and actors.
Analítica de Datos – métodos analíticos / Visualización e interacción / modelado / Inteligencia Artificial.	21-DA-01-01 Technologies and solutions for compliance, privacy preservation, green and responsible data operations. 21-DA-01-03 Technologies for data management. 22-DA-01-04 Technologies and solutions for data trading, monetizing, exchange and interoperability. 21-DA-01-04 Extreme data mining, aggregation and analytics technologies and solutions.	Mathematics of computing - Discrete mathematics / Probability and statistics / Mathematical software / Information theory / Mathematical analysis / Continuous mathematics.	ISO/IEC JTC 1/SC 32 - Data management and interchange.	Artificial Intelligence, edge computing and advanced control.	Data everywhere. Knowledge and insight for decisions.

	22-DA-01-01 Methods for exploiting data and knowledge for extremely precise outcomes (analysis, prediction, decision support), reducing complexity and presenting insights in understandable way. 21-TT-01-08 Data driven distributed industrial environments				
Comunicación y procesado embebido		Computer systems organization - Embedded and cyber-physical systems.	ISO/IEC JTC 1/SC 6 - Telecommunications and information exchange between systems. ISO/IEC JTC 1/SC 41 - Internet of things and digital twin.	Embedded Software and beyond. System of Systems. Connectivity and interoperability.	Computing continuum
Actuación y sensado	22-SP-01-13 End-to-end Earth observation systems and associated services. 22-SP-02-51 [EGNSS].		ISO/IEC JTC 1/WG 12 - 3D Printing and scanning.		
Sistemas cognitivos y autónomos.	21-DE-01-09 AI, Data and Robotics for the Green Deal. 21-DE-01-10 AI, Data and Robotics at work. 22-DE-01-05 AI, Data and Robotics for Industry optimisation. 21-DE-01-11 Pushing the limit of robotics cognition.	Computing methodologies - Artificial intelligence / Machine learning / Modeling and simulation.	ISO/IEC JTC 1/SC 42 - Artificial intelligence.	Artificial Intelligence, edge computing and advanced control.	Digital business agents.

	22-DE-01-06 Pushing the limit of physical intelligence and performance. 22-DE-01-07 Increased robotics capabilities demonstrated in key sectors. 21-TT-01-01 AI enhanced system for smart manufacturing. 21-TT-01-07 AI for sustainable, agile manufacturing. 22-TT-01-01 Rapid reconfigurable production process chains. 22-TT-01-05 Intelligent work piece handling in a full production line. 21-TT-01-01 AI enhanced system for smart manufacturing				
Sistemas de interacción natural.	21-HU-01-14 eXtended Reality for All – Haptics 22-HU-01-14 eXtended Reality Technologies. 22-HU-01-15 eXtended Reality Learning - Engage and Interact.	Human-centered computing - Human computer interaction (HCI) / Interaction design / Visualization / Accessibility.	ISO/IEC JTC 1/SC 35 - User interfaces.		
Aspectos sociales y centrados en la persona.	21-HU-01-24 Tackling gender, race and other biases in AI. 21-HU-01-27 AI to fight disinformation.	Human-centered computing - Collaborative and social computing / Ubiquitous and mobile computing.			

	22-HU-01-01 AI for human empowerment. 21-HU-01-19 Testing innovative solutions on local communities'-demand. 21-HU-01-21 Art-driven use experiments and design. 21-HU-01-15 eXtended Collaborative Telepresence.				
Representación de la realidad.	21-HU-01-06 Innovation for Media, including eXtended Reality. 21-HU-01-13 eXtended Reality Modelling.		ISO/IEC JTC 1/SC 23 - Digitally recorded media for information interchange and storage. ISO/IEC JTC 1/SC 24 - Computer graphics, image processing and environmental data representation. ISO/IEC JTC 1/SC 29 - Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information.		
TECNOLOGÍAS HABILITADORAS (Materiales y dispositivos, Herramientas de diseño, simulación, test y fabricación de dispositivos digitales y sensores, Eficiencia y autonomía energética, Microsistemas, Comunicaciones).	22-RE-01-10 Innovative materials for advanced (nano)electronic components and systems. 22-DE-01-19 2D materials-based devices and systems for biomedical applications. 22-RE-01-13 Smart and multifunctional biomaterials for health innovations. 22-DE-01-17 New			Process technologies, equipment, materials and manufacturing. Components, Modules and System Integration.	

	generation of advanced electronic and photonic 2D materials-based devices, systems and sensors. 21-DE-01-31 Functional electronics for green and circular economy. 21-DE-01-06 Advanced optical communication components. 21-DE-01-07 Advanced photonic Integrated Circuits. 22-DE-01-03 Advanced multi-sensing systems. 21-DE-01-15 / 17 / 19 / 20 / 21 / 22 / 30 – 22-DE-01-09 / 10 / 11 / 12 / 13 / 14 / 15 / 16 [Quantum]. 21-DE-01-14 Advanced spintronics: Unleashing spin in the next generation ICs. 21-DE-01-05 Open Source Hardware for ultra-low-power, secure processors. 21-DE-01-01 Ultra-low-power, secure processors for edge computing.				

4. MERCADOS DE OPORTUNIDAD PARA LA AEII

4.1. MERCADO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

[PARA REVISAR Y ACTUALIZAR EN SU CASO]

La cadena de valor de las tecnologías digitales desde las etapas de generación de nuevo conocimiento hasta su adopción o utilización por la sociedad es amplia y compleja por la variedad de fórmulas y multitud de aplicaciones. De manera simplificada, el conocimiento digital se convierte en valor cuando se utiliza por los procesos, productos y servicios de las organizaciones. Su impacto en el mercado es por tanto prácticamente ilimitado, ya que de una u otra manera, todas realizan procesos, proporcionan soluciones o proveen servicios que, cada vez más, incorporan componentes digitales:

- Las organizaciones de todo tipo sean empresas o administraciones modernizan sus procesos con las tecnologías digitales, bien adquiriendo paquetes de software y configurándolos a sus propias necesidades, bien contratando servicios de consultoría o de desarrollo a medida a sus necesidades o bien creando sus propios departamentos de TI, solos o con proveedores externos. Con relación a este eje de aplicación de las tecnologías digitales, todas las organizaciones son potencialmente mercados objetivos.
- Los productos también se están modernizando y sofisticando con la incorporación de estas tecnologías. Tanto de consumo como, progresivamente, de todo tipo. Más importante aún, contribuyen a convertir los productos en sistemas producto-servicio. Nada se escapa a incorporar el prefijo “smart”, desde un *smartphone* hasta una *smartcity*. Este proceso está abarcando a casi cualquier producto y en casi cualquier ámbito de aplicación: objetos personales, equipamiento del hogar, en la empresa, en la fábrica, en el transporte, en las redes energéticas, en equipamiento médico, seguridad o agricultura de precisión.
- El despliegue de las plataformas y tecnologías digitales permite nuevas formas de prestación de servicios, conectando a los proveedores de servicios y contenidos con sus consumidores o usuarios. El aumento imparable hacia una sociedad interconectada convierte a este eje en un potente foco de atención para el mundo digital, inicialmente para los nuevos mercados de las cadenas de valor de servicios digitales y contenidos relacionados con la información, la comunicación, el ocio y el entretenimiento, pero extendiéndose rápidamente en muchas otras cadenas de valor: comercio, turismo, educación, cultura, gobierno, etc. El proceso de “smartización” de productos está provocando al mismo también avanzar hacia el concepto de “servitización” por lo que el mercado industrial se convierte en otro gran mercado de tecnologías para servicios digitales.

Desde el punto de vista de mercado, el gran reto es cómo optimizar la inserción de unas tecnologías digitales genéricas en las necesidades concretas de esos procesos, productos y servicios para los contextos de negocio particulares en los que deben funcionar en el mercado.

4.2. SECTORES DE MERCADO PRIORITARIOS

Para la comunidad PLANETIC los sectores de mercado finales más atractivos son aquellos en los que hay fortalezas en el contexto nacional y capacidad de inversión y tracción, con necesidad para absorber las nuevas tecnologías digitales a través de la incorporación, adopción y asimilación temprana e intensa en sus productos, servicios y procesos internos.

Estos sectores son los siguientes:

- **Agro (agricultura, ganadería y pesca) y alimentación**. Con una facturación superior a los 150.000 millones de euros, el Valor Añadido Bruto del sector agroalimentario alcanzó en 2018 cerca de los 101.000 millones de euros incluyendo las actividades agrarias, transformación y comercialización de los productos agroalimentarios (o 62.900 millones sin las actividades de comercialización). El peso de las exportaciones de este sector, unos 49.500 millones, supone cerca del 16,9% del total de exportaciones españolas, siendo el segundo sector exportador tras el de bienes de equipo. Da empleo a 1.230.000 personas, que suben hasta las 2.450.000 personas cuando se incluyen las actividades de comercialización. Las oportunidades de digitalización se extienden a la industria de la transformación (industria 4.0) y al sector primario -agrario, ganadero y pesca- a través de la agricultura 4.0.
- **Salud**. El gasto público en salud representa aproximadamente el 14,5% del gasto público total, algo más de 70.000 millones de euros. A este gasto público hay que sumar el gasto privado, de unos 30.000 millones. El sistema sanitario da trabajo a alrededor de 1.000.000 personas, cerca del 5% de toda la fuerza laboral en España. La transformación digital del sector se está produciendo de una manera más lenta que en otros sectores, buscando la eficiencia y optimización, y extendiéndose progresivamente en los ámbitos de prevención, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y gestión de la salud.
- **Administración pública, smart cities y ecosistema urbano**. El gasto total de los algo más de 8.100 municipios españoles supuso en 2018 unos 41.000 millones de euros. El proceso de transformación digital de la administración continuará desplegándose tanto internamente en sus procesos de gestión como con relación a las funciones y servicios que presta a la ciudadanía, desde el registro electrónico hasta la existencia de portales web. Por otro lado, la progresiva "smartización" de las ciudades y territorios provocará la extensión de la tecnificación de los futuros servicios públicos en ámbitos como la movilidad, la seguridad, la gestión medioambiental, la eficiencia energética, la gestión de residuos, la asistencia social, etc.
- **Turismo**. El turismo representa una de las principales fuentes de riqueza para España. En 2018, el gasto de los cerca de 83 millones de visitantes extranjeros supuso cerca de 90.000 millones de euros, un 3,1% que el año anterior. El sector debe seguir adaptándose al nuevo contexto del turista, cada vez más tecnológico y que demanda experiencias más avanzadas. Las oportunidades principales residen, por una parte, en el desarrollo de destinos inteligentes, con nuevas aplicaciones y funcionalidades para el turista en movilidad, mejores servicios vinculados con el patrimonio cultural o natural; y, por otra parte, en la personalización del servicio, que se logrará dotando de más inteligencia para los gestores

para anticipar y caracterizar la demanda y adecuar la oferta, o más automatización para los proveedores de servicios en los procesos en el ciclo de vida de atención turística.

- **Transición energética**. La facturación de las empresas energéticas de combustibles y electricidad alcanzó los 94.200 millones de euros en España en 2017. La digitalización representa la principal palanca para lograr una transición hacia un escenario descarbonizado y descentralizado. Se puede desarrollar en todos los ámbitos del sector energético, desde la generación o adaptación energética hasta el consumo. Las nuevas tecnologías de IoT, Big Data, Inteligencia Artificial, Blockchain, Realidad Aumentada, procesamiento en la Nube, 5G, etc. permiten transformar la manera de gestionar un sistema energético progresivamente más complejo, en el que los diversos agentes, incluso nuevos, asumen una mayor o distinta responsabilidad. La adopción de estas tecnologías resulta vital en el nuevo contexto, por tanto, para la transformación del sector hacia un sistema que es más responsable, más eficiente, más inteligente y que proporciona, al mismo tiempo, un rol más activo al consumidor.
- **Industria 4.0**. La industria, sin contar el sector de la construcción, representaba en 2018 el 12,6% del PIB (lejos del objetivo del 20% marcado por la Unión Europea para 2020) y da empleo a 2,76 millones de trabajadores, suponiendo el 14% del empleo total. Con una facturación de 538.600 millones de euros, España es el quinto país de la UE en volumen de facturación del sector industrial. Los últimos datos revelan que el peso del sector industrial en España sigue cayendo, con un preocupante impacto en la reducción del censo industrial y empleo. Según el Barómetro Industrial 2019, la industria 4.0 es todavía una asignatura pendiente para el sector industrial. Muchos expertos señalan que la especialización tecnológica y la apuesta clara y decidida por la industria 4.0 son ámbitos decisivos para el aumento de competitividad y el desarrollo del ecosistema empresarial.
- **Movilidad sostenible**. Tanto la movilidad de personas como de mercancías sigue aumentando año a año en todas las modalidades (carretera, ferrocarril, aérea o naval) y estrategias (pública, privada, compartida, ligera…). Al mismo tiempo, y por la creciente importancia que tiene en diversos problemas sociales, económicos y ambientales, está experimentando un profundo proceso de transformación, fundamentalmente con el fin de incorporar la variable de sostenibilidad. La digitalización vuelve a ser una palanca para esta transformación, posibilitando nuevos modelos de negocio, nuevas aproximaciones a la optimización o incorporando los datos como “nuevo combustible”. La digitalización tendrá un efecto directo en la automatización del servicio, lo cual supondrá una revolución de gran impacto como lo están teniendo en la actualidad las plataformas de pago por uso en el sector de la movilidad. El vehículo eléctrico y autónomo, además de inteligente y menos contaminante, incrementará la seguridad y reducirá los problemas de congestión en las ciudades, así como el número de vehículos en las mismas.
- **Seguridad**. Aun tratándose de un mercado relativamente pequeño en comparación con los anteriores sectores, de unos 4.600 millones de euros en 2018 -seguridad privada, sin contabilizar el negocio vinculado a Defensa-, se trata de un sector altamente tecnificado que también está creciendo en torno al 5-6%, por encima del crecimiento medio de la economía. Otro de los ejes de mayor crecimiento está relacionado con el ámbito de la ciberseguridad.

El objetivo final que persigue la implementación de esta AEII es acelerar la incorporación y adopción de las tecnologías digitales para impulsar la transformación social y competitiva del país. España cuenta con fortalezas, con unos sectores de mercado preparados para aprovechar las ventajas de la transformación digital y con una estructura de agentes capaz de explotar competitivamente las nuevas oportunidades de las tecnologías digitales en determinados nichos de aplicación.

No se trata tanto de generar tecnologías como de favorecer el flujo de conocimiento desde su generación hasta su utilización por el mercado final.

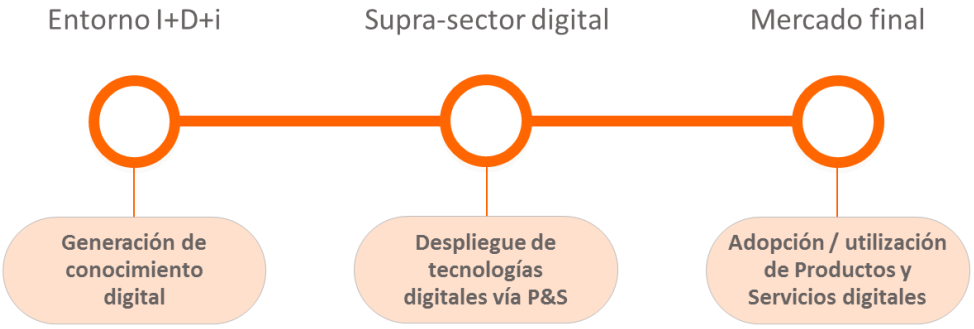


Figura 15. Cadena de valor de conocimiento digital

Desde el punto de vista de impacto social y económico de estas tecnologías, el más importante se produce por su adopción final, que llegan a los usuarios finales empaquetadas en forma de productos y servicios.

La clave de éxito, por tanto, está en la inserción óptima de unas tecnologías digitales genéricas en las necesidades concretas de esos procesos, productos y servicios para los contextos de uso particulares en los que deben funcionar en los mercados finales. La rápida evolución de estas tecnologías y su complejidad dificultan este proceso de inserción, por lo que una competencia clave es la capacidad de hibridar el conocimiento tecnológico con el de los dominios concretos de aplicación.

5. ANEXO A: LA AEII Y EL PROGRAMA DE TRABAJO HEP CLÚSTER 4, *DIGITAL, INDUSTRY AND SPACE*, 2021-2022

El borrador del programa de trabajo 2021-2022 para el clúster 4, *Digital, Industry and Space* contiene una amplia colección de temas, muchos de ellos relacionados con el conocimiento digital. El mapeo de estos temas con la estructura de la AEII se presenta en la siguiente figura:

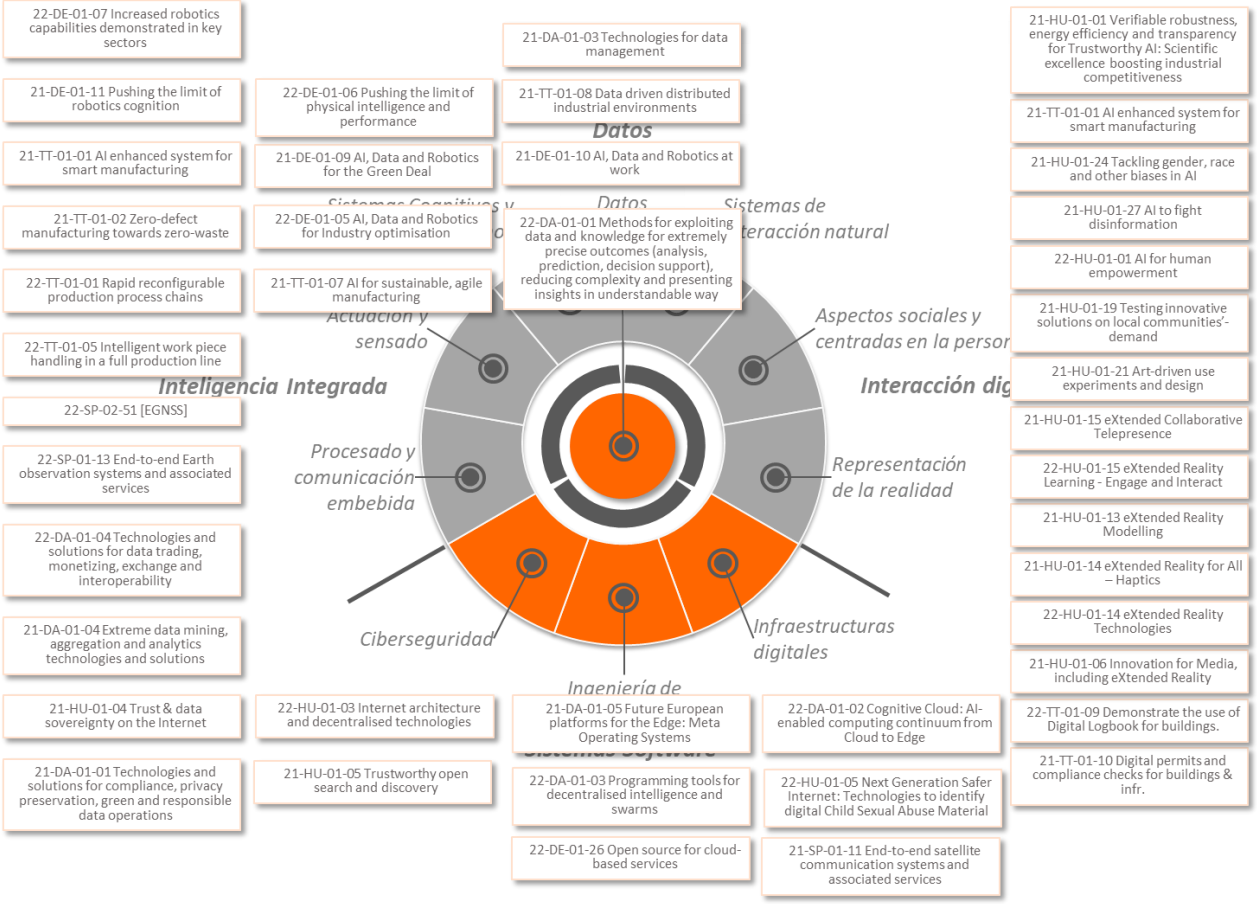


Figura 16. Relación entre la estructura de la AEII y temas de contenido digital del Programa de Trabajo del clúster 4, Digital, Industry & Space.

Además, este Programa de Trabajo contiene también temas priorizados en el ámbito de las tecnologías habilitadoras, como se ilustra en la siguiente figura:

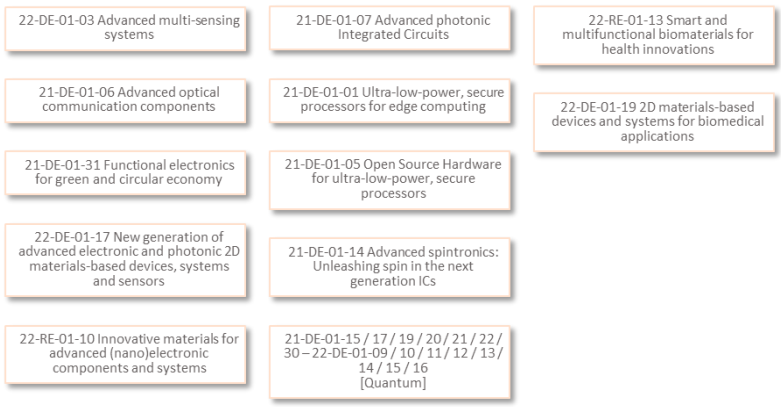


Figura 17. Relación de temas Programa de Trabajo del clúster 4, Digital, Industry & Space relacionados con tecnologías habilitadoras de la AEII.

Por otro lado, en el ámbito específico de ciberseguridad, el Programa de Trabajo del Clúster 3, Seguridad Civil para la Sociedad, incluye los siguientes temas relacionados con esta AEII:

- Secure and resilient digital infrastructures and interconnected systems:
  - CL3-2021-CS-01-01: Dynamic business continuity and recovery methodologies based on models and prediction for multi-level Cybersecurity.
  - CL3-2022-CS-01-01: Improved monitoring of threats, intrusion detection and response in complex and heterogeneous digital systems and infrastructures.
- CS02 - Hardware, software and supply chain security
  - CL3-2021-CS-01-02: Improved security in open-source and open specification hardware for connected devices.
  - CL3-2022-CS-01-02: Trustworthy methodologies, tools and data security “by design” for dynamic testing of potentially vulnerable, insecure hardware and software components.
- CS03 - Cybersecurity and disruptive technologies
  - CL3-2021-CS-01-03: AI for cybersecurity reinforcement.
  - CL3-2022-CS-01-03: Transition towards Quantum-Resistant Cryptography.
- CS04 - Smart and quantifiable security assurance and certification shared across Europe
  - CL3-2022-CS-01-04: Development and validation of processes and tools used for agile certification of ICT products, ICT services and ICT processes.
- CS05 - Human-centric security, privacy and ethics
  - CL3-2021-CS-01-04: Scalable privacy-preserving technologies for cross border federated computation in Europe involving personal data.

Agenda Estratégica de Investigación e Innovación, 2021
Editado por PLANETIC. Comité Gestor formado por: AnswareTech, AnySolution, ATOS, Costaisa Group, CSIC, FIDESOL, Fundación CTIC, Fundación TECNALIA Research & Innovation, IK4 Research Alliance, INEO, ITI, Schneider Electric, UPC, UPM, US, VIRTUALWARE.

© TECNALIA Research & Innovation, 2021.

Salvo que se indique lo contrario, la reutilización de este documento está autorizada bajo una licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Esto significa que se permite la reutilización siempre que se dé el crédito apropiado y se indique cualquier cambio. Para cualquier uso o reproducción de elementos que no son propiedad de PLANETIC o TECNALIA, es posible que deba solicitarse permiso directamente al respectivos titulares de derechos.
Agradecimiento a los miembros de PLANETIC por su participación en el proceso de elaboración de la AEII.

Con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

aeii@planetic.es – www.planetic.es