

POSITION PAPER

Next Generation Cloud & Edge Situación y tendencias en Europa



TASK FORCE NEXT GENERATION CLOUD & EDGE

Introducción

Las tecnologías *cloud*, y más recientemente *edge*, son herramientas necesarias para gestionar el enorme flujo e intercambio de datos generados por nuestra economía cada vez más digitalizada. Para una economía floreciente, los datos deben poder moverse libremente de servidor a servidor, y entre diferentes tipos de dispositivos, a través de fronteras, organizaciones, proveedores de infraestructura, e individuos dentro del mercado único digital de la UE (Digital Single Market), siempre que esto suceda de manera confiable y segura.

En este momento de especial florecimiento de iniciativas europeas y nacionales en torno a estas tecnologías, PLANETIC¹ lanza una Task Force dedicada a explorar el posicionamiento de la plataforma en las diferentes estrategias europeas y nacionales (e.g. *European Alliance for Cloud Federation*, Gaia-X, IPCEI-CIS). Desde esta Task Force², PLANETIC se propone promover y difundir a nivel nacional las estrategias europeas relacionadas y facilitar a los miembros de la plataforma con foco en tecnologías cloud/edge las vías de participación en las diferentes iniciativas.

Enmarcado en esta Task Force, este *Position Paper* pretende ilustrar sobre el contexto europeo de iniciativas y estrategias en torno al *cloud* y *edge*, detallar el estado del arte de la investigación a través de los proyectos financiados en el área, valorando la participación española en los mismos e identificar las tendencias tecnológicas a futuro en estos campos. En base a todo este análisis, el documento identifica las principales fortalezas del ecosistema español en la materia y concluye con una serie de valoraciones y recomendaciones propuestas desde PLANETIC.

Esta publicación puede ser considerada en la definición de las políticas de investigación e innovación y sus planes de financiación para identificar dónde debería estar el foco de la inversión de cara a fomentar las fortalezas del ecosistema nacional por un lado, y posicionar a España en el mapa tecnológico *cloud&edge* por el otro.

Contexto europeo

En lo relacionado con las tecnologías digitales y el análisis y explotación de datos, la Unión Europea ha tomado una posición diferencial con respecto al resto de potencias mundiales (USA y China principalmente) que se basa en cumplir estrictas regulaciones que aseguren el respeto a los principios europeos en cuanto a privacidad, protección, interoperabilidad, portabilidad y soberanía. Por ello, durante los últimos años se han sucedido una serie de estrategias y reglamentaciones que están estableciendo el marco en el que desarrollar los espacios de datos y las infraestructuras cloud que gestionan dichos datos, teniendo en cuenta que los datos son un activo extraordinariamente estratégico para las economías actuales.

Europa dispone de ventajas competitivas, como es el liderazgo en sectores industriales y también en telecomunicaciones/5G, las aplicaciones B2B o la integración de sistemas, pero en lo que a datos respecta, la tendencia marca una concentración del mercado en infraestructuras cloud públicas que han sido diseñadas al margen de los principios europeos.

¹ www.planetic.es

² <https://www.planetic.es/task-force/next-generation-cloud-edge>

Por ello en febrero de 2020, la Comisión Europea lanzó la **Estrategia Europea de Datos**³, que plantea el camino en toda la Unión Europea hacia la construcción de un Mercado Único de datos, al igual que se ha logrado anteriormente en otras áreas de la economía europea. Europa impulsa esta Estrategia para contrarrestar la clara debilidad en sistemas cloud dirigidos al mercado B2C y los riesgos en clave geopolítica de dependencia tecnológica de proveedores de infraestructuras cloud con sedes fuera de la Unión Europea y la aplicación por lo tanto de leyes extraterritoriales a los datos gestionados en esas nubes.

Tras la estrategia Europea de Datos, Europa lanzó en mayo del 2020 la *Recovery and Resilience Facility*⁴ que incluye dedicar el 20% de los planes de los estados miembros a la transición digital, seguida de la **Declaración de los Estados Miembro** para un cloud europeo⁵ en Octubre de 2020 y, posteriormente, en marzo de 2021, lanzar la **Década Digital**⁶ que incluye los objetivos para *edge* y *cloud* en 2030.

A nivel operativo, la implementación de la Estrategia Europea de Datos descansa sobre dos pilares principales:

- El **pilar de los datos** como activo de alto valor, siendo su máximo exponente los *Common European Data Spaces*, apoyados en la nueva legislación de datos (Data Governance Act y Data Act).
- El **pilar de las infraestructuras, aplicaciones y servicios *cloud&edge*** que gestionan y permiten la explotación de los datos, siendo sus máximos exponentes la infraestructura y servicios federados *cloud&edge* y el EU Cloud Rulebook, implementados a través de la *European Alliance for Industrial Data, Edge and Cloud*⁷.

En lo que respecta a los **Espacios de Datos Compartidos**, la iniciativa se apoya en la disponibilidad de un extenso catálogo de conjuntos de datos abiertos provistos desde hace años por las administraciones públicas y con el objetivo de que a éstos se sumen también datos provistos por el sector privado, por las empresas y, eventualmente, ciudadanía, estableciendo para ello una gobernanza adecuada que proporcione la posibilidad de modular los niveles de apertura y acceso a los datos en cada momento, todo en un marco de seguridad jurídica. La Comisión Europea es impulsora de estos espacios de datos, pero con el ánimo de que sean regulados por los propios actores, privados y públicos, que participan en los mismos. La Comisión Europea ha definido en su estrategia nueve espacios de datos prioritarios que están en este momento en fase de lanzamiento en las áreas de salud, industria, agricultura, cultura, movilidad, pacto verde, seguridad, administración pública y medios audiovisuales.

Por otro lado, esos Espacios de Datos descansan sobre **infraestructuras *cloud* federadas** en el marco de un Mercado Único Europeo de servicios *cloud-to-edge*. Ese mercado se vehicula a través de un catálogo de servicios que permite a usuarios (demanda) y proveedores (oferta) acceder a la infraestructura desde cualquier punto del *cloud-edge*

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en

⁴ https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/hydrogen/funding-guide/eu-programmes-funds/recovery-and-resilience-facility_en

⁵ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/towards-next-generation-cloud-europe>

⁶ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

⁷ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cloud-alliance>

continuum. La interoperabilidad y estandarización serán claves en este punto a fin de alcanzar los objetivos de no dependencia tecnológica (*vendor neutral*) y flujo de datos en la Unión. En esta línea, recientemente se ha lanzado la **European Alliance for Industrial Data, Edge and Cloud**, con el objetivo de fortalecer la posición industrial europea en *cloud* y *edge*, identificando oportunidades de colaboración y necesidades de financiación en el ámbito tanto de la I+D+i como de los *First Industrial Deployments*. De especial interés son las nuevas y disruptivas formas de computación distribuida, que sirvan a las necesidades de las industrias europeas clave para el procesamiento de datos sensibles, y que supone crear una plataforma abierta e inclusiva para empresas, autoridades públicas, sociedad civil y otros expertos. Actualmente, una empresa española lidera a nivel europeo la coordinación del grupo de trabajo de *cloud/edge* de la Alianza.

Es de esperar que los objetivos de la Alianza enlacen a nivel internacional con **Gaia-X**⁸, la iniciativa europea para el impulso de una infraestructura de datos federada que soporte la creación de los espacios de datos europeos, proporcionando, por un lado, estándares y regulaciones para la construcción de la infraestructura, y, por otro, casos de uso y una arquitectura de referencia para los espacios de datos. Junto a la participación a título individual de un variado grupo de empresas y organismos españoles en Gaia-X, la representación institucional española en el proyecto está siendo coordinada por la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.

Adicionalmente a los dos pilares básicos, otro elemento fundamental para el desarrollo de la Estrategia Europea de Datos es el libro de Reglas de Cloud (**EU Cloud Rulebook**) que recoge el marco regulatorio para aumentar la seguridad jurídica para clientes y proveedores cloud y que incluye regulaciones existentes, como los reglamentos de protección de datos (GRPD), de flujo libre de datos personales, la directiva NIS para la seguridad en redes y sistemas de información o la Regulación en Ciberseguridad, y nuevas, como Data Act, DORA, códigos de conducta para protección de datos y autorregulaciones en seguridad, portabilidad o eficiencia energética.

Para dar cobertura financiera a todas estas actividades estratégicas, la Comisión Europea ha puesto en marcha iniciativas en distintos programas, como Horizon Europe, Digital Europe, Connecting Europe Facility, Recovery and Resilience Funds, Invest EU y, especialmente, el **IPCEI-CIS**⁹ (*Important Project of Common European Interest on Next Generation Cloud Infrastructure and Services*), cuyo objetivo es reforzar la industria digital de la UE tanto a nivel de infraestructuras como de servicios y fomentar la soberanía tecnológica y de datos europea, de manera alineada con los objetivos de la Estrategia de Datos de la UE, la Estrategia Industrial, el Acuerdo Verde Europeo y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, y en coordinación con otras iniciativas europeas. La participación española en el IPCEI-CIS, proyecto que aglutina a empresas y gobiernos de doce Estados miembro de la UE con apoyo de la Comisión Europea, está coordinada por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.

⁸ <https://www.gaia-x.eu/>

⁹ <http://www.ipcei-cis.eu/>

Estado del arte: proyectos de investigación europeos

Estado del Arte Proyectos I+D+i en *Cloud Infrastructures* en el contexto europeo

La parte de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, *Information and Communication Technologies*, del Programa Marco H2020 ha apoyado hojas de ruta industriales dentro de seis líneas de actividad principales. El enfoque estratégico de la informática avanzada (*Advanced Computing*), una de estas seis líneas de actividad y la que más se acerca al propósito de este informe, fue reforzar y expandir las fortalezas industriales y tecnológicas de Europa en TIC de bajo consumo, dirigiéndose a diferentes segmentos de mercado a través de una aproximación integrada en hardware, sistemas, programación y algoritmos, y enfoque de aplicación / mercado transversal. Algunas de las convocatorias recientes a considerar son ICT-16-2018, ICT-11-2018-2019, ICT-01-2019, ICT-15-2019-2020, ICT-50-2020 y ICT-56-2020:

§ *ICT-16-2018, Software Technologies*. Esta convocatoria abordó métodos y herramientas de ingeniería de software novedosos y genéricos, aplicables en diferentes dominios y que se complementaron con actividades relacionadas con el software específico del dominio.

Aunque el foco de esta convocatoria no se dirige explícitamente al del *Cloud & Edge Computing*, algunos de los proyectos aprobados tienen componentes relacionados (véase el Anexo A para los detalles de estos proyectos):

<p>DECODER, DEveloper COmpanion for Documented and annotatEd code Reference. Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/824231. Web: https://www.decoder-project.eu/</p>
<p>UNICORE, A Common Code Base and Toolkit for Deployment of Applications to Secure and Reliable Virtual Execution Environments. Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825377. Web: https://unicore-project.eu/</p>
<p>RADON, Rational decomposition and orchestration for serverless computing. Fechas: 1/01/2019 – 30/06/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825040. Web: https://radon-h2020.eu/</p>
<p>SODALITE, SOftware Defined AppLication Infrastructures managemenT and Engineering. Fecha: 1/02/2019 – 31/01/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825480. Web: https://www.sodalite.eu/</p>

§ *ICT-11-2018-2019 HPC and Big Data enabled Large-scale Test-beds and Applications*. La convocatoria abordó la construcción de bancos de pruebas de aplicaciones industriales a gran escala que integren tecnologías de Internet de las

cosas e hicieran uso de la convergencia de tecnologías de HPC, Big Data y computación en la nube.

Algunos de los proyectos aprobados, sin considerar las CSAs, son (véase el Anexo A para los detalles de estos proyectos):

<p>DEEPHEALTH, Deep-Learning and HPC to Boost Biomedical Applications for Health.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825111. Web: https://deephealth-project.eu/</p>
<p>CYBELE, Fostering precision agriculture and livestock farming through secure access to large-scale HPC-enabled virtual industrial experimentation environment empowering scalable big data analytics.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825355. Web: https://www.cybele-project.eu/</p>
<p>EVOLVE, HPC and Cloud-enhanced Testbed for Extracting Value from Diverse Data at Large Scale.</p> <p>Fechas: 1/12/2018 – 30/11/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825061. Web: https://www.evolve-h2020.eu/</p>
<p>LEXIS, Large-scale EXecution for Industry & Society.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825532. Web: https://lexis-project.eu/web/</p>
<p>INFINITECH, Tailored IoT & BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the European Finance and Insurance Services Ecosystem.</p> <p>Fechas: 1/10/2019 – 31/12/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/856632. Web: https://www.infinitech-h2020.eu/</p>

§ *ICT-15-2019-2020 Cloud Computing*. La convocatoria ha abordado el desarrollo de soluciones competitivas en la nube basadas en plataformas y servicios avanzados en la nube, y software y aplicaciones de datos basados en la nube, así como las oportunidades que brinda la consideración de las capacidades de los dispositivos de borde (*Edge*). Dichas soluciones también debían abordar estrictos requisitos de seguridad, protección de datos, rendimiento, resiliencia y eficiencia energética para responder a las futuras necesidades de digitalización de la industria y el sector público.

Algunos de los proyectos aprobados, sin considerar las CSAs, son (véase el Anexo A para los detalles de estos proyectos):

<p>ACCORDION, Adaptive edge/cloud compute and network continuum over a heterogeneous sparse edge infrastructure to support nextgen applications.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871793. Web: https://www.accordion-project.eu/</p>
<p>RAINBOW, A fog platform for secured IoT services.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871403. Web: https://rainbow-h2020.eu/</p>
<p>MORPHEMIC, Cloud computing for multi-cloud deployments.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871643. Web: https://www.morphemic.cloud/</p>
<p>PLEDGER, Performance optimization and edge computing orchestration for enhanced experience and Quality of Service.</p> <p>Fechas: 1/12/2019 – 30/11/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871536. Web: http://www.pledger-project.eu/</p>
<p>FogProtect, Protecting Sensitive Data in the Computing Continuum.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871525. Web: https://fogprotect.eu/</p>

Participación española en proyectos europeos *cloud&edge*

La participación española en las convocatorias relacionadas con *cloud&edge* es muy significativa y está en línea con los buenos resultados que España globalmente ha obtenido en el programa Horizonte Europa. Del conjunto de las catorce propuestas aprobadas, sin considerar las CSA, ocho de ellas cuentan con socios españoles, según la tabla siguiente. Por comunidades autónomas, las tres principales por retorno obtenido han sido Madrid, Cataluña y Comunidad Valenciana.

<p>DECODER, DEveloper COmpanion for Documented and annotatEd code Reference</p>	<p>CAPGEMINI ESPAÑA SL; TREE TECHNOLOGY SA; UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE VALENCIA</p>
---	---

<p>UNICORE, A Common Code Base and Toolkit for Deployment of Applications to Secure and Reliable Virtual Execution Environments</p>	<p>CONSORCI DE SERVEIS UNIVERSITARIS DE CATALUNYA</p>
<p>RADON, Rational decomposition and orchestration for serverless computing</p>	<p>---</p>
<p>SODALITE, SOftware Defined AppLication Infrastructures managemenT and Engineering</p>	<p>ATOS SPAIN SA</p>
<p>DEEPHEALTH, Deep-Learning and HPC to Boost Biomedical Applications for Health</p>	<p>NTT DATA SPAIN, SL; UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA; BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER-CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN; FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN SANITARIA Y BIOMÉDICA DE LA COMUNITAT VALENCIANA; TREE TECHNOLOGY SA</p>
<p>CYBELE, Fostering precision agriculture and livestock farming through secure access to large-scale HPC-enabled virtual industrial experimentation environment empowering scalable big data analytics</p>	<p>BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER-CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN; LEANXCALE SL; GMV AEROSPACE AND DEFENCE SA; FEDERACIÓN DE COOPERATIVAS AGROALIMENTARIAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA</p>
<p>EVOLVE, HPC and Cloud-enhanced Testbed for Extracting Value from Diverse Data at Large Scale</p>	<p>---</p>
<p>LEXIS, Large-scale EXecution for Industry & Society</p>	<p>---</p>

<p>INFINITECH, Tailored IoT & BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the European Finance and Insurance Services Ecosystem</p>	<p>ATOS SPAIN SA; LIBERBANK SA; WENALYZE; LEANXCALE SL; FUNDACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA DE AUTOMOCIÓN DE GALICIA; FUNDACION CENTRO TECNOLOGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA; BANKIA SA; CAIXABANK SA; INSOMNIA CONSULTING SOCIEDAD LIMITADA</p>
<p>ACCORDION, Adaptive edge/cloud compute and network continuum over a heterogeneous sparse edge infrastructure to support nextgen applications</p>	<p>TELEFONICA INVESTIGACION Y DESARROLLO SA; TECNOLOGIAS PLEXUS SL</p>
<p>RAINBOW, A fog platform for secured IoT services</p>	<p>---</p>
<p>MORPHEMIC, Cloud computing for multi-cloud deployments</p>	<p>---</p>
<p>PLEDGER, Performance optimization and edge computing orchestration for enhanced experience and Quality of Service</p>	<p>ATOS SPAIN SA; FUNDACIO PRIVADA I2CAT, INTERNET I INNOVACIO DIGITAL A CATALUNYA; INSTITUT MUNICIPAL D'INFORMATICA DE BARCELONA</p>
<p>FogProtect, Protecting Sensitive Data in the Computing Continuum</p>	<p>---</p>

Algunas empresas españolas también han desarrollado de manera autónoma actividades de investigación, desarrollo e innovación en temática *cloud&edge* a través de otros mecanismos de financiación europeos específicos para TRLs altos, como el **SME Instrument** del programa H2020 (actualmente denominado “EIC Accelerator”):

<p>ONEedge, A Software-defined Edge Computing Solution. Fechas: 1/11/2019 – 31/03/2022. Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/880412</p>	<p>OPENNEBULA SYSTEMS</p>
--	---------------------------

Web: https://oneedge.io	
--	--

Estado del arte: proyectos de investigación nacionales

En el ámbito nacional, y concretamente en lo relativo a proyectos financiados en programas públicos de apoyo a la I+D, y tras analizar las dos últimas resoluciones de concesión de proyectos de los principales programas, disponibles públicamente a fecha de elaboración del presente documento, se observa que son contados los proyectos que tienen por objetivo y alcance principal la temática *cloud&edge*, pero si se observa que pueden ser tecnologías y soluciones habilitadoras en muchos de los proyectos aprobados, que tienen una orientación más del ámbito de aplicación (energía, salud, industria...). En el Anexo B de este documento pueden encontrar el detalle de los proyectos referidos.

Programa Misiones Ciencia e Innovación (CDTI, Ministerio de Ciencia e Innovación)

Financia grandes proyectos de investigación precompetitiva (máximo TRL 5) colaborativa entre empresas. La participación de centros tecnológicos, centros de investigación y universidades tiene lugar como colaboradores externos subcontratados por las empresas beneficiarias. Existen dos categorías de proyectos, los de “Grandes Empresas”, con presupuestos comprendidos entre 5 y 10 millones de euros y los de “PYMEs” con presupuestos entre 1,5 y 3 millones de euros.

En cada convocatoria, se define un conjunto de Misiones con unos objetivos, que conforman a su vez las temáticas (topics) en las que se deben encuadrar las propuestas. En la última convocatoria (2021), fueron 9 las Misiones definidas, siendo una de ella la correspondiente a “Impulso de la computación de alto rendimiento”, estando contempladas las tecnologías y soluciones *cloud&edge* dentro de las tecnologías habilitadoras previstas en la Misión. Por otro lado, en la convocatoria anterior (2019) de las 5 Misiones definidas, ninguna tenía un foco u objetivo claro en el ámbito de la computación ni del conjunto de tecnologías edge-cloud. Se han identificado un total de siete proyectos en las convocatorias de 2019 y 2021 en relación a cloud y edge.

Programa Cervera para Centros Tecnológicos (CDTI, Ministerio de Ciencia e Innovación)

Financia redes de entre 3 y 5 centros tecnológicos en un conjunto de 11 áreas temáticas, de las cuales 2 están relacionadas con el ámbito tecnológico *cloud&edge*: Deep Learning e Inteligencia Artificial y Computación Cuántica. Se han identificado un total de cuatro proyectos en las convocatorias de 2019 y 2020 en relación a *cloud&edge*.

Proyectos de desarrollo experimental basados en tecnologías habilitadoras digitales (Red.es)

Financia proyectos individuales de empresas, con presupuestos comprendidos entre 150.000 y 3 millones de euros. En la convocatoria de 2020, además, se incorpora específicamente al ámbito tecnológico del programa la inteligencia artificial.

Se han identificado solo dos proyectos en la convocatoria 2019 con clara vinculación con tecnologías *cloud&edge*. No ha sido posible analizar los proyectos de la convocatoria 2020 por no incluir los documentos públicos de resoluciones los títulos de los proyectos.

Retos Colaboración (Ministerio de Ciencia e Innovación)

Financia proyectos colaborativos de desarrollo experimental entre empresas y organismos de investigación (centros tecnológicos, centros de investigación y universidades). La convocatoria tiene un enfoque bottom-up, de modo que la temática de las propuestas es abierta y cada consorcio puede plantear la propuesta en el ámbito que considere. Se han identificado un total de dos proyectos en las convocatorias de 2018 y 2019 en relación a *cloud&edge*.

Proyectos CDTI I+D

Esta línea es el tradicional mecanismo de financiación de CDTI, dando apoyo a empresas para que lleven a cabo proyectos de I+D realizados de forma individual. De entre los proyectos financiados por CDTI en los años 2021 y 2020, se han identificado trece proyectos relacionados con las tecnologías *cloud&edge*.

Tendencias a futuro

Parece bastante evidente por las fuentes consultadas que la evolución del cloud, primero hacia el edge, y poco a poco hacia formas de computación cada vez más continuas y transparentes para el usuario de la infraestructura son la principal tendencia a futuro. La predominancia cada vez más explosiva de la ingente cantidad de dispositivos digitales inteligentes que nos rodea y que se integran cada vez más entre ellos, nos hace pensar que en poco tiempo la computación nos rodeará sin darnos cuenta. Este contexto de inmersión computacional en el que nos encontraremos no funcionará solo, requerirá de una serie de tecnologías que harán que actúe de forma autónoma, autogestionada, segura e inteligente.

Algunos analistas avalan estas reflexiones. *“Los líderes de TI deben formular una estrategia de cloud coherente que sea expansiva y con visión de futuro para aprovechar al máximo el valor comercial del cloud”*, dice John McArthur, director analista senior de Gartner¹⁰. *“Asegurarse de que se adapte a los nuevos desarrollos de la industria en las áreas de plataformas nativas cloud y servicios cloud distribuidos”*.

Según Computer World¹¹, *“Las expectativas para los servicios de Edge son altas: las plataformas de contenido y las empresas anticipan que tendrán un impacto significativo en la*

¹⁰ <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-predicts-the-future-of-cloud-and-edge-infrastructure>

¹¹ <https://www.computerworld.es/cloud-computing/las-tendencias-emergentes-del-edge-a-las-que-hay-que-estar-atentos-en-2021>

resolución de desafíos como la optimización del contenido, la entrega de baja latencia, el escalamiento de los servicios y la mejora de la seguridad de las aplicaciones y el contenido”.

Compilando toda esta información, PLANETIC propone las siguientes tendencias respecto a cómo será la computación en el futuro, clasificadas por el grado actual de adopción y desarrollo (mainstream, adopción temprana, incipiente y emergente).

Mainstream

- **Multi-Cloud:** El nuevo *continuum computing* será un entorno heterogéneo multi-proveedor basado en la descentralización y federación de diversas entidades de computación y tipologías de recursos, ofrecidos por un cada vez mayor número de actores. Este entorno incluirá modelos multi-Cloud (y federación de cloud) de gestión descentralizada y autónoma; modelos de cloud híbrida que combinan servicios internos y externos entre clouds públicos y privados. Los servicios de integración de cloud proporcionan un medio flexible para ensamblar estos diversos recursos basados en la nube y dar soporte a los procesos de negocio que cruzan dominios TI transversales.
- **Contenedores:** Se trata de una tecnología de virtualización ligera que proporciona a las aplicaciones un entorno aislado dentro de una instancia única del sistema operativo. Por ejemplo, los contenedores proporcionan a los usuarios y aplicaciones que se ejecutan dentro de ellos la ilusión y experiencia de correr en su propia máquina dedicada.

Adopción temprana

- **Cloud Security:** Como la adopción de cloud y multi-cloud se extiende exponencialmente, las organizaciones se enfrentan a desafíos como qué tipo de cloud consumir, cómo migrar al cloud (IaaS), cómo transformar las soluciones en cloud (PaaS), cómo usar o desplegar un software como servicio en el cloud (SaaS), o cómo utilizar contenedores (CaaS). Cualquiera que sea la oferta cloud que se elija, hay riesgos de seguridad no gestionados y exposición de los datos. La mitigación de estos riesgos se conoce como Cloud Security. Las organizaciones necesitarán soluciones para una operación de seguridad de un solo cuadro de mando en su cloud o cloud híbrido. Las soluciones varían desde la simple monitorización de uso y calificación de exposición de seguridad a soluciones muy específicas de la política de seguridad empresarial. El cumplimiento de las regulaciones de privacidad de datos y otras reglas legales también requerirán un mejor testeo del cloud respecto a seguridad y un continuo seguimiento de su cumplimiento.
- **Edge Computing:** El crecimiento de IoT y la aparición de servicios en la nube cada vez más ricos, exigen datos que se procesarán en el borde de la red. También conocido como *fog computing*, *mesh computing*, *dew computing* o *remote cloud*, el edge computing mueve aplicaciones, datos y servicios lejos del modelo centralizado de computación en la nube para un modelo más descentralizado que se encuentra en los extremos de la red. El edge computing está relacionado con el concepto de swarm computing, aunque el control se maneja de manera radicalmente diferente. Si bien Edge es una aplicación dividida, dispersada y orquestada en varios dispositivos ubicados más cerca del borde de la red, en swarm computing son varias instancias autónomas de una aplicación que trabaja en colaboración y auto-organización.

Incipiente

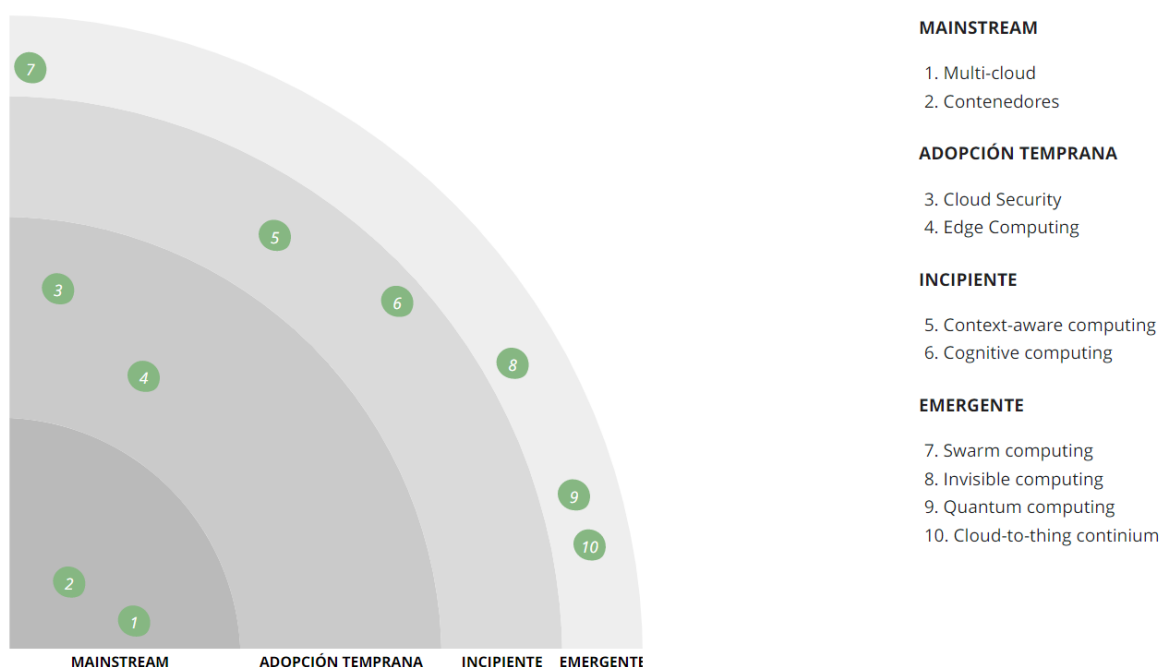
- **Context-aware computing:** consiste en aplicaciones y servicios que se aprovechan de datos contextuales sobre una persona u objeto para anticipar las necesidades del usuario de forma proactiva. Eso deduce el contexto de las interacciones entre los datos antes de desencadenar acciones basadas en esa información contextual para servir el contenido, producto o servicio más apropiado.
- **Cognitive computing:** La computación cognitiva puede verse como una integración de algoritmos y métodos de diversos campos como la Inteligencia Artificial (IA), aprendizaje automático, procesamiento natural del lenguaje (PNL) y representación del conocimiento para mejorar el desempeño en tareas cognitivas. Es capaz de aprender y comprender el lenguaje natural así como la razón, e incluso interactuar más naturalmente con los seres humanos que los sistemas programables tradicionales. Los sistemas pueden complementar el trabajo humano en tres capacidades: mayor compromiso, mejora de la toma de decisiones basada en evidencias, y descubrimiento de conocimientos ocultos en grandes cantidades de datos.

Emergente

- **Swarm computing:** Se trata de pensar que el colectivo de agentes es más inteligente que el agente de forma individual y puede tener características de autocuración, autoconfiguración y auto-optimización. Es un grupo de elementos similares (el enjambre) que se comporta a través de la interacción mutua para lograr un resultado como colectividad. Aprendiendo de la naturaleza en el mundo creado por el hombre, el swarm computing combina IoT, redes locales y capacidades en la nube para crear bajo demanda, computación autónoma y descentralizada. Si bien el edge computing es el paso inicial hacia la descentralización de la computación, el swarm computing consolidará esta tendencia mediante la explotación de los dispositivos de IoT cada vez más ricos, la inteligencia cooperativa y la inteligencia en el edge. Combinando arquitecturas complejas de múltiples clouds con el edge, el swarm computing permitirá desarrollar múltiples escenarios. Las instancias de swarm computing serán temporales y creadas a demanda en respuesta a necesidades específicas.
- **Invisible computing:** Debido a su naturaleza, los dispositivos informáticos han estado durante mucho tiempo en el centro de nuestra atención. Teléfonos inteligentes, tabletas, nuestras computadoras portátiles y todos los ordenadores de escritorio ocupan un gran porcentaje de nuestra capacidad de razonamiento mental. Sin embargo, con el auge de tecnologías como reconocimiento de voz, chatbots, XR (AR / VR / MR) y el aprendizaje automático avanzado, la promesa mantenida durante mucho tiempo de dispositivos que iban a integrarse de forma natural en nuestro día a día las vidas finalmente está al alcance de la mano. Con el tiempo, esto dará como resultado que TI se vuelva invisible y siempre a mano.
- **Quantum computing:** La computación cuántica ofrece una nueva forma de resolver los problemas completamente diferente a la computación tradicional, además de poder enfrentarnos a la resolución de problemas que hasta la fecha eran irresolubles. Dentro de la computación cuántica hay varias aproximaciones; la emergente fue la digital que permite una mayor capacidad de representación de información que la computación tradicional (los 0s y 1s ya no son los únicos estados posibles, sino que hay infinitos estados intermedios). La más reciente ha sido la analógica, que permite controlar más grados cuánticos de libertad (qubits) que el control de calidad digital, aunque con un menor grado de control individual manteniendo una calidad aceptable de resultados. Existirá un periodo de cohabitación entre el HPC y el quantum, donde

se irán integrando progresivamente computadores cuánticos en los entornos de supercomputación.

- **Cloud-to-thing continuum:** Avanzando en el concepto de multi-cloud, cada vez es más importante la integración de datos y distribución de aplicaciones entre los extremos de la red, de manera que los servicios puedan desplegarse a través de toda la infraestructura, desde el cloud hasta los dispositivos IoT, pasando por el edge. En este ámbito, existen retos por resolver en cuanto al despliegue dinámico y migración de servicios entre las capas del continuum, balanceo de carga, orquestación e integración entre aplicaciones desplegadas en el continuum.



Fortalezas del ecosistema innovador español en *cloud&edge*

Según el *Dossier de Indicadores sobre uso de Cloud Computing en España y Europa*¹² del Observatorio Nacional de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, ONTSI, perteneciente a la sociedad pública Red.es, la evolución de la adopción de los servicios en la nube está siendo muy positiva en nuestro país, con un incremento de 13 puntos entre 2014 y 2019 hasta alcanzar un 28,1% de las empresas y entidades con acceso a internet. La aceleración de la maduración digital de la sociedad debido a las circunstancias ocasionadas por la pandemia y las perspectivas de estos servicios como habilitadores de innovación estratégica para la adopción de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas o 5G, permiten augurar un progresivo crecimiento de estos servicios en el mercado.

¹² Dossier Indicadores sobre uso de servicios en la nube en España y Europa, ONTSI, abril 2020. En línea: <https://www.ontsi.es/es/publicaciones/Dossier-de-Indicadores-sobre-uso-de-Cloud-Computing-en-Espana-y-Europa>

Por otro lado, el informe publicado por la consultora Quint sobre el Mercado Cloud en España 2021¹³ muestra cómo en el contexto actual, en un escenario post-COVID, el 82,3% de las organizaciones españolas encuestadas consideran que el cloud contribuirá en la recuperación del negocio, llegando hasta un 34,1% de organizaciones que lo consideran fundamental. Entre los principales beneficios que las tecnologías *cloud* aportan, las organizaciones destacan la continuidad del negocio y la flexibilidad en el consumo de servicios, con un aumento muy importante en la automatización de procesos. Siguen sin embargo existiendo retos para la adopción de estas tecnologías, principalmente en cuanto a la seguridad y el cumplimiento de regulaciones, así como en las barreras de entrada y la transparencia sobre los costes asociados, además de retos asociados con la integración, rendimiento y multicloud, entre otros, lo cual demuestra que aún existen necesidades en investigación e innovación donde el ecosistema español puede posicionarse.

Si nos centramos exclusivamente en *edge computing* también existe una fuerte presencia de la innovación en el ecosistema industrial español, como demuestra el Barómetro del Edge Computing Industria¹⁴ publicado en 2022 por Barbara IoT. Entre las organizaciones encuestadas, el 48% considera que sus soluciones de adopción del *edge computing* son innovadoras, con casos de uso en múltiples sectores productivos entre los que destacan las telecomunicaciones, redes eléctricas, seguridad, energías renovables y agua. El barómetro también identifica diversos aspectos del *edge computing* que presentan retos y oportunidades para la innovación dentro del ecosistema español, destacando la ciberseguridad, la gestión remota de dispositivos y la capacidad de conexión con equipos industriales.

Iniciativas como la *European Alliance for Industrial Data, Cloud and Edge* promovida en 2021 tras la declaración de la nube europea (*Declaration on European Cloud*) firmada por todos los estados miembros, o Gaia-X, anteriormente mencionadas, contribuirán a reforzar la priorización e inversión en este tipo de tecnologías estratégicas en España.

Para el ecosistema innovador en *cloud&edge* español estos hitos representan una magnífica oportunidad para explotar las fortalezas que ha ido desarrollando en estos años, tanto en el sistema de I+D+i, a través de marcos como el Horizonte 2020 de la Unión Europea, como en el mercado.

Atendiendo al análisis de estas fortalezas, donde más potencial de desarrollo e impacto se identifica para el ecosistema innovador de cloud & edge es:

- Desarrollo y adaptación de aplicaciones, utilidades y servicios de integración entre herramientas genéricas de *cloud&edge* y los procesos de negocio concretos. La mayor demanda del mercado hace referencia a la integración de soluciones que atienden a problemas y necesidades concretos de los procesos de negocio en las organizaciones (planificación, programación, optimización, automatización...) con las herramientas genéricas que operan en el *cloud&edge*: procesado, bases de datos, gestión de mensajes, gestión de objetos, etc.

¹³ Informe del Mercado Cloud en España 2021. Quint Group, 2021. En línea: <https://www.quintgroup.com/es-es/insights/informe-cloud-2021/>

¹⁴ Barómetro del Edge Computing Industrial. Barbara IoT, 2022. En línea: <https://recursos.barbaraiot.com/descargar-barometro-edge-computing>

- Seguridad, interoperabilidad y gobernanza del dato. A partir de la “Estrategia europea para datos” se irá generando progresivamente un mercado abierto, seguro y confiable de datos, una economía de datos, que será determinante para la mejora de la competitividad y para la resolución de los grandes desafíos sociales y medioambientales.
- Servicios y aplicaciones para control y monitorización continua de los nodos y servicios, especialmente a medida que se avance hacia el *continuum computing*.
- Especialización en dominios sectoriales en los que España cuenta con una mayor madurez digital o ventaja competitiva. En este sentido, algunos ámbitos de la administración pública, como la salud, y algunos sectores, como turismo, agroalimentario, energía o seguridad, son especialmente atractivos como demandantes de este tipo de soluciones.

Recomendaciones y conclusiones

Tras cierta divergencia inicial, las diferentes iniciativas europeas en torno a *cloud&edge* se han clarificado y cohesionado de forma que a día de hoy ofrecen una serie de marcos conceptuales y regulatorios encaminados a la compartición confiable de datos y las infraestructuras *cloud* federadas que deben darle soporte. También cabe destacar la sincronía entre la Comisión Europea y los estados miembros en la definición de programas y proyectos de interés paneuropeo con la finalidad última de posicionar a las tecnologías y valores Europeos frente a competidores en el panorama digital mundial.

Si bien los informes consultados indican una tendencia en el incremento de uso del cloud, el tejido innovador consultado no parece tener, salvo excepciones, el foco en la investigación a nivel de infraestructura, sino más bien en capas superiores de plataforma y servicios cloud. Sumado al hecho de que otros países europeos están más posicionados en dicha capa, parece recomendable focalizar la intensidad innovadora en aquellos niveles de la pila tecnológica donde por capacidades e intereses, España puede posicionarse mejor y ofrecer un mayor valor diferencial. Así se está viendo por ejemplo como tendencia en los pasos incipientes de Gaia-X y el IPCEI-CIS en nuestro país, donde las empresas, universidades y otros agentes innovadores se están posicionando al respecto.

Por otro lado, el análisis de los proyectos de investigación e innovación participados por agentes innovadores españoles, tanto a nivel Europeo como nacional, refleja un mayor foco del ecosistema nacional en el desarrollo de servicios de integración y control del cloud, funcionalidades para dotar al *cloud&edge* de mayor seguridad, interoperabilidad y gobernanza, y finalmente en el despliegue de casos de uso verticales e aplicabilidad de la infraestructura *cloud&edge* en diferentes sectores relevantes para la economía española.

Si contrastamos estas conclusiones con el radar tecnológico propuesto en el documento, observamos cómo el ecosistema español ya está siguiendo las tendencias “mainstream” en el uso del cloud y contenedores en múltiples configuraciones; que está investigando a corto plazo ya en las tendencias de “adopción temprana” sobre seguridad en cloud y edge computing. Es factible pensar que estos agentes están preparando proyectos en las

tendencias “incipientes” a medio plazo tanto en programas europeos como nacionales, e incluso en el caso de algunos sabemos que están trabajando en temas relacionados con las tendencias “emergentes”.

A través del presente documento, PLANETIC ha intentado dar una pincelada sobre el panorama actual en Europa y España del contexto *cloud&edge*, poniendo en valor las fortaleza que el ecosistema nacional tiene dentro del marco europeo y sugiriendo hacia donde deben focalizarse las inversiones en el corto y medio plazo, para posicionar a España en el mismo, y para contribuir al posicionamiento Europeo en el mundo.

Autores

Daniel Sáez, Instituto Tecnológico de Informática

Guillermo Gil, Tecnalía

José María García, Universidad de Sevilla

Pablo Coca, CTIC Centro Tecnológico

Clara Pezuela, Atos

Alberto P. Martí, OpenNebula Systems

Anexo A: Proyectos I+D+i en Cloud Infraestructuras en el contexto europeo

Algunas de las convocatorias analizadas son ICT-16-2018, ICT-11-2018-2019, ICT-01-2019, ICT-15-2019-2020, ICT-50-2020 y ICT-56-2020:

§ *Proyectos en ICT-16-2018, Software Technologies*. Su alcance fue:

- Modelos y técnicas de programación integrados para explotar el potencial de las infraestructuras virtualizadas y definidas por software, abordando avances en cómo abstraer código y datos más allá de simples anotaciones semánticas que son expresivas, legibles por máquina y que llevan a cabo información adicional sobre los requisitos de ejecución, topologías de red, fuentes de datos, etc.
- Ecosistemas de software que aprovechan el potencial de las bases de código existentes: plataformas de desarrollo y técnicas para la reutilización del código, proporcionando los mecanismos necesarios para asegurar la calidad del software (herramientas de desarrollo, verificación, validación y / o calificación), apoyando la reutilización del software (almacenamiento, seguimiento, búsqueda y análisis de artefactos de software) y construcción de comunidades sostenibles, prestando atención en el manejo de dependencias multiplataforma y en la gestión de calidad del software construido a partir de diversos componentes.

DECODER, DEveloper COmpanion for Documented and annotatEd code Reference	<p>Tipo, referencia: RIA, 824231.</p> <p>Descripción: consiste en una metodología y un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, <i>Integrated Development Environment</i>) de código abierto para mejorar la eficiencia del desarrollo y mantenimiento de software, y para asegurar la calidad del software en sistemas de criticidad media, como en IoT, computación en la nube y HPC. El IDE combina información de diferentes fuentes a través de modelos formales y semiformales para entregar inteligencia de proyectos de software que acorta la curva de aprendizaje de los programadores y mantenedores de software y aumenta su productividad. Con este enfoque, los desarrolladores entregan código de alta calidad que es más seguro y está mejor alineado con los requisitos, y los encargados del mantenimiento saben de inmediato qué se ha hecho, cómo y con qué herramientas.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/824231</p> <p>Web: https://www.decoder-project.eu/</p>
--	--

<p>UNICORE, A Common Code Base and Toolkit for Deployment of Applications to Secure and Reliable Virtual Execution Environments</p>	<p>Tipo, referencia: IA, 825377.</p> <p>Descripción: el objetivo es crear una base de código común y un juego de herramientas para la implementación de aplicaciones en entornos de ejecución seguros y confiables. Esto facilitará a los desarrolladores de software la creación e implementación rápida de las máquinas virtuales ligeras más pequeñas (unikernels).</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825377</p> <p>Web: https://unicore-project.eu/</p>
<p>RADON, Rational decomposition and orchestration for serverless computing</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 825040.</p> <p>Descripción: el proyecto tiene como objetivo desarrollar un marco DevOps para la creación y gestión de aplicaciones basadas en microservicios que puedan explotar de manera óptima las tecnologías de computación sin servidor. El objetivo final es ampliar la adopción de tecnologías de computación sin servidor dentro de la industria europea del software. La metodología se esforzará por abordar la complejidad, armonizar la abstracción y actuación de las reglas de activación de acciones, evitar el bloqueo de FaaS y optimizar la descomposición y reutilización a través del desarrollo y la orquestación habilitados por FaaS basados en modelos.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 30/06/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825040</p> <p>Web: https://radon-h2020.eu/</p>
<p>SODALITE, Software Defined AppLication Infrastructures management and Engineering</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 825480.</p> <p>Descripción: el proyecto proporciona herramientas para desarrolladores y operadores de infraestructura que abstraen sus aplicaciones y requisitos de infraestructura para facilitar el desarrollo, la operación y la ejecución más simples y rápidos de diversas aplicaciones en diversas infraestructuras de nube de alto rendimiento definidas por software.</p> <p>Fecha: 1/02/2019 – 31/01/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825480</p> <p>Web: https://www.sodalite.eu/</p>

§ *Proyectos en ICT-11-2018-2019 HPC and Big Data enabled Large-scale Test-beds and Applications.* Su alcance fue:

- El desarrollo de bancos de pruebas piloto industriales habilitados para HPC a gran escala que admitieran aplicaciones y servicios de big data mediante la combinación y / o adaptación de tecnologías relevantes existentes (HPC / BD / nube) para manejar y optimizar las características específicas de procesamiento de conjuntos de datos muy grandes. Los bancos de pruebas piloto industriales tenían que manejar cantidades masivas de diversos tipos de big data provenientes de una multitud de actores y fuentes, y demostrar claramente cómo generarán innovación y gran valor.
- El desarrollo de bancos de pruebas piloto industriales habilitados para IoT / Cloud a gran escala para aplicaciones de big data mediante la combinación y el aprovechamiento de tecnologías relevantes (Big Data, IoT, cloud y edge computing, etc.). El objetivo era desarrollar bancos de pruebas piloto industriales que abordaran los flujos de datos de una gran cantidad de fuentes distribuidas (como sensores o aplicaciones / infraestructuras de IoT y / o ubicaciones de procesamiento / almacenamiento de datos remotos) y demostrar claramente cómo generarán innovación y gran valor a partir de dichos activos de datos. Los bancos de pruebas piloto industriales también tenían que abordar las cuestiones de conectividad de red y recopilación de datos a gran escala, gestión e interoperabilidad pertinentes.

<p>DEEPHEALTH, Deep-Learning and HPC to Boost Biomedical Applications for Health</p>	<p>Tipo, referencia: IA, 825111.</p> <p>Descripción: el proyecto pone la potencia de HPC al servicio de aplicaciones biomédicas y aplica técnicas de aprendizaje profundo (DL) en conjuntos de datos biomédicos vastos y compuestos, con el objetivo de respaldar métodos nuevos y más efectivos de diagnóstico, seguimiento y tratamiento de enfermedades. La estructura resiliente y escalable para el entorno HPC + Big Data se basa en dos nuevas bibliotecas: la Biblioteca Europea de Aprendizaje Profundo Distribuido (EDDLL) y la Biblioteca Europea de Visión por Computadora (ECVL.)</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825111</p> <p>Web: https://deephealth-project.eu/</p>
--	---

<p>CYBELE, Fostering precision agriculture and livestock farming through secure access to large-scale HPC-enabled virtual industrial experimentation environment empowering scalable big data analytics</p>	<p>Tipo, referencia: IA, 825355.</p> <p>Descripción: el proyecto prevé demostrar que la computación de alto rendimiento (HPC), Big Data, computación en la nube e Internet de las cosas pueden transformar la agricultura, reducir la escasez, aumentar el suministro de alimentos y generar beneficios sociales, económicos y ambientales. CYBELE desarrolla bancos de pruebas habilitados para HPC a gran escala y brinda una arquitectura de administración de Big Data distribuida y una estrategia de administración de datos que brindan acceso integrado a conjuntos de datos a gran escala, un entorno habilitado para HPC virtual impulsado por datos y servicios, y una variedad de servicios específicos y genéricos.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825355</p> <p>Web: https://www.cybele-project.eu/</p>
<p>EVOLVE, HPC and Cloud-enhanced Testbed for Extracting Value from Diverse Data at Large Scale</p>	<p>Tipo, referencia: IA, 825061.</p> <p>Descripción: el proyecto está desarrollando una solución basada en tres pilares: tecnologías de computación de alto rendimiento, software Big Data y capacidades de implementación y acceso a la nube. También, está implementando una plataforma de hardware con procesamiento y almacenamiento heterogéneos, incluido el software de sistemas para aprovechar el valor del hardware, una pila de Big Data con conectores para la aceleración e implementación innovadora similar a la de la nube, y una capa de acceso. El banco de pruebas se demostrará a través de pilotos implementados en siete dominios.</p> <p>Fechas: 1/12/2018 – 30/11/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825061</p> <p>Web: https://www.evolve-h2020.eu/</p>
<p>LEXIS, Large-scale EXecution for Industry & Society</p>	<p>Tipo, referencia: IA, 825532.</p> <p>Descripción: El proyecto está construyendo una plataforma de ingeniería avanzada en la confluencia de HPC, Cloud y Big Data que aprovechará recursos a gran escala distribuidos geográficamente de las infraestructuras HPC existentes, empleará soluciones de análisis de Big Data y las aumentará con servicios en la nube. Será validado en los pilotos - en sectores industrial y científico: Aeronáutica, Terremoto y Tsunami, Meteorología y Clima.</p> <p>Fechas: 1/01/2019 – 31/12/2021.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/825532</p> <p>Web: https://lexis-project.eu/web/</p>

<p>INFINITECH, Tailored IoT & BigData Sandboxes and Testbeds for Smart, Autonomous and Personalized Services in the European Finance and Insurance Services Ecosystem</p>	<p>Tipo, referencia: IA, 856632.</p> <p>Descripción: INFINITECH está desarrollando soluciones novedosas de análisis de datos y computación en la nube que se combinarán con las infraestructuras de computación de alto rendimiento existentes y las nuevas capacidades de hardware para llevar el poder de la computación a las masas. Proporciona: (a) Tecnologías novedosas de BigData / IoT para la gestión y consulta sin problemas de todo tipo de datos, análisis de datos interoperables, intercambio de datos basado en blockchain, análisis en tiempo real, así como bibliotecas de algoritmos avanzados de IA; (b) herramientas regulatorias que incorporan diversas capacidades de gobernanza de datos y facilitan el cumplimiento de las regulaciones; y (c) Nueve bancos de pruebas y entornos de pruebas novedosos y configurables, cada uno de los cuales ofrece API abiertas y otros recursos para validar soluciones autónomas y personalizadas, incluida una colección única de activos de datos para finanzas / seguros. Los resultados serán validados en el alcance de 14 pilotos de alto impacto para los sectores de finanzas y seguros.</p> <p>Fechas: 1/10/2019 – 31/12/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/856632</p> <p>Web: https://www.infinitech-h2020.eu/</p>
---	---

§ *Proyectos en ICT-15-2019-2020 Cloud Computing*. Su alcance ha sido:

- Nuevas técnicas y mecanismos de modelado para componer y coordinar recursos en nubes heterogéneas, incluidas micro nubes locales, nubes de empresas privadas, modelos de nubes agregadas e híbridas que faciliten la interoperabilidad y la portabilidad de datos entre proveedores de servicios en la nube. Las técnicas que garantizan la privacidad, la seguridad, la identidad son también fundamentales.
- Tecnologías de computación de borde (Edge) y computación en la niebla (Fog) que integran la memoria limitada, el almacenamiento y la computación de los nodos de niebla que están más cerca de donde se generan los datos en la arquitectura de la nube y permiten tomar decisiones inteligentes para mover la computación desde el borde a la nube, teniendo además en cuenta las capacidades de la red, así como la seguridad y / o confidencialidad de los datos.
- Nuevas estrategias de gestión orientadas a diseñar y desarrollar una gestión eficiente, coordinada, robusta, segura y agnóstica del servicio del conjunto de recursos que aporta la combinación de cloud, IoT, Big Data y fog computing. Las soluciones propuestas también tenían que imaginar el desarrollo de escenarios de colaboración (compartición) novedosos y enfoques innovadores de ejecución de servicios para la asignación dinámica de servicios en la nube para mejorar el rendimiento y para facilitar el descubrimiento automático y la

composición de los servicios en la nube en los niveles de IaaS, PaaS y SaaS (Infraestructura, Plataforma y Software como Servicio).

<p>ACCORDION, Adaptive edge/cloud compute and network continuum over a heterogeneous sparse edge infrastructure to support nextgen applications</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 871793.</p> <p>Descripción: el proyecto considera que al asociar el edge computing con tecnologías avanzadas como 5G, la UE podrá capitalizar sus recursos e infraestructura locales y beneficiar a sus pymes. El proyecto establece un enfoque práctico en la conexión de recursos e infraestructuras de borde para admitir aplicaciones de próxima generación..</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871793</p> <p>Web: https://www.accordion-project.eu/</p>
<p>RAINBOW, A fog platform for secured IoT services</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 871403.</p> <p>Descripción: el proyecto está desarrollando una plataforma de computación en la niebla abierta y segura que avanzará en la gestión de servicios de IoT extensibles, diversos y seguros y aplicaciones en la nube. El proyecto prevé extender la computación en la niebla a su potencial real proporcionando el desarrollo, la composición, los datos y la gestión de la red para alcanzar aplicaciones finales seguras.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871403</p> <p>Web: https://rainbow-h2020.eu/</p>

<p>MORPHEMIC, Cloud computing for multi-cloud deployments</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 871643.</p> <p>Descripción: MORPHEMIC propone una forma única de adaptar y optimizar las aplicaciones de Cloud Computing introduciendo los novedosos conceptos de arquitectura polimorfa y adaptación proactiva. El primero es cuando un componente puede ejecutarse en diferentes formas técnicas, es decir, en una máquina virtual (VM), en un contenedor, como un trabajo de big data o como componentes sin servidor, etc. La forma técnica de implementación se elige durante el proceso de optimización para cumplir con los requisitos y necesidades del usuario. La calidad de la implementación se mide mediante una utilidad definida por el usuario y específica de la aplicación. Dependiendo de los requisitos de la aplicación y su carga de trabajo actual, sus componentes podrían implementarse de varias formas en diferentes entornos para maximizar la utilidad de la implementación de la aplicación y la satisfacción del usuario. La adaptación proactiva no solo se basa en el contexto y las condiciones de ejecución actuales, sino que tiene como objetivo pronosticar las necesidades futuras de recursos y las posibles configuraciones de implementación. Esto asegura que la adaptación se pueda realizar de manera efectiva y sin problemas para los usuarios de la aplicación.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871643</p> <p>Web: https://www.morphemic.cloud/</p>
<p>PLEDGER, Performance optimization and edge computing orchestration for enhanced experience and Quality of Service</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 871536.</p> <p>Descripción: las infraestructuras de edge computing de próxima generación deberían afrontar los nuevos retos a los que se enfrentan hoy en día con la potencia que ofrecen las infraestructuras en la nube. El proyecto tiene como objetivo proporcionar un nuevo modelo arquitectónico, así como un conjunto de herramientas de software, que prepararán el desarrollo futuro de la próxima generación de computación de borde. El proyecto permitirá a los proveedores de computación de borde asegurar la estabilidad y el rendimiento efectivo de las infraestructuras de borde. También permitirá a los usuarios de edge computing comprender la naturaleza de sus aplicaciones, investigar métricas comprensibles de calidad de servicio y optimizar la competitividad de sus infraestructuras. El proyecto pretende introducir el conjunto de herramientas en los campos de aplicación de la fabricación, la realidad mixta y las ciudades inteligentes.</p> <p>Fechas: 1/12/2019 – 30/11/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871536</p> <p>Web: http://www.pledger-project.eu/</p>

<p>FogProtect, Protecting Sensitive Data in the Computing Continuum</p>	<p>Tipo, referencia: RIA, 871525.</p> <p>Descripción: gracias a la nueva tecnología, los datos producidos en dispositivos finales como teléfonos inteligentes y dispositivos IoT se almacenan, desarrollan, elaboran y transmiten a través de nodos de niebla a los servicios en la nube. Sin embargo, la protección de datos sensibles en un entorno tan descentralizado no está garantizada. El proyecto proporciona diseños, tecnologías y métodos avanzados para asegurar la protección de datos de un extremo a otro a lo largo del proceso computacional. El proyecto integra cuatro innovaciones tecnológicas para crear soluciones aplicables para la protección de datos en ciudades, industrias y medios inteligentes.</p> <p>Fechas: 1/01/2020 – 31/12/2022.</p> <p>Información en Cordis: https://cordis.europa.eu/project/id/871525</p> <p>Web: https://fogprotect.eu/</p>
---	---

Anexo B: Proyectos I+D+i en Cloud Infraestructuras en el contexto nacional

Programa Misiones Ciencia e Innovación (CDTI, Ministerio de Ciencia e Innovación)

Proyectos aprobados en las dos últimas convocatorias (2021 y 2019) con temática principal en el ámbito de la TIC y posibles vínculos con tecnologías *cloud&edge*:

- SOLSTICIA: SOLUCIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SOFTWARE INDUSTRIALES CIBERSEGUROS E INTELIGENTES DESDE EL DISEÑO BASADAS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL QUE IMPULSE LA PRODUCTIVIDAD Y CRECIMIENTO DE UNA ECONOMÍA Y SOCIEDAD CIBERSEGURA
(ALTRAN INNOVACION SL, KNOWLEDGE CENTRIC SOLUTIONS SL, PROXYA SERVICIOS TECNOLOGICOS SL, METODOS Y TECNOLOGIA DE SISTEMAS Y PROCESOS SL, CENTRO DE OBSERVACION Y TELEDETECCION ESPACIAL SA, TSK ELECTRONICA Y ELECTRICIDAD SA, ATOS IT SOLUTIONS AND SERVICES IBERIA SL)
- CUCO: LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y SU APLICACIÓN A INDUSTRIAS ESTRATÉGICAS
(REPSOL SA, GMV SOLUCIONES GLOBALES SAU, QULIMANJARO QUANTUM TECH SL, EUROHELP CONSULTING SL, MULTIVERSE COMPUTING SL, DAS PHOTONIC SL, BBVA)
- SEGURIDAD EN NETWORK SLICING PARA COMUNICACIONES DE PRÓXIMA GENERACIÓN
(S2 GRUPO DE INNOVACION EN PROCESOS ORGANIZATIVOS SL, OPTARE SOLUTIONS SL, RED ELECTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES INNOVACION Y TECNOLOGIA SA, TECNOLOGIAS PLEXUS SL, ENEO TECNOLOGIA SL, RED ELECTRICA CORPORACION SA, SISTEMAS INTEGRADOS DE SERVICIOS DE TELECONTROL SL, TITANIUM INDUSTRIAL SECURITY SL)
- SISTEMA COLABORATIVO DE CONTROL LOGÍSTICO Y DE ACTIVOS PRODUCTIVOS PARA ENTORNOS INDUSTRIALES Y DE FABRICACIÓN
(ARCELORMITTAL INNOVACION INVESTIGACION E INVERSION SL, EMBENTION SISTEMAS INTELIGENTES SL, AEROTECNIC METALLIC SL)
- ESPACIOS DE DATOS Y GEMELOS DIGITALES PARA UNA INDUSTRIA COMPETITIVA, SOSTENIBLE Y EFICIENTE
(INPROSEC AUTO SL, REGENERA LEVANTE SL, LIS-SOLUTIONS LOGISTIC, INGENIERIA Y DISEÑO ESTRUCTURAL AVANZADO SL)
- DESARROLLANDO UNA INDUSTRIA 4.0 RESILIENTE A ATAQUES COMPLEJOS MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS INMUNITARIOS ARTIFICIALES - SEGURIDAD Y RESILIENCIA
(IZERTIS SA, CODESYNTAX SL, CRYPTONICS CONSULTING SL, S2 GRUPO DE INNOVACION EN PROCESOS ORGANIZATIVOS SL, ALIAS ROBOTICS SL, WELLNESS TELECOM SL)
- FARMACOGENÓMICA CUÁNTICA APLICADA AL ENVEJECIMIENTO
(ALHAMBRA SYSTEMS SA, GLOBAL PROCESS AND PRODUCTO IMPROVEMENT SL, MADRIJA CONSULTORIA SL)

Programa Cervera para Centros Tecnológicos (CDTI, Ministerio de Ciencia e Innovación)

Las dos últimas convocatorias se corresponden con los años 2020 y 2019, con los siguientes proyectos aprobados en el ámbito de las TIC y vínculos con las tecnologías *cloud&edge*.

- AI4ES - RED DE EXCELENCIA EN TECNOLOGÍAS HABILITADORAS BASADAS EN EL DATO
(ITI, CTIC, EURECAT, TECNALIA)
- CEL.IA - CONSORCIO CERVERA PARA EL LIDERAZGO DE LA I+D+I EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA
(CTIC, FADA-CATEC, ITCL, ITG, ITI)
- OPEN VERSO - OPEN, VIRTUALIZED TECHNOLOGY DEMONSTRATORS FOR SMART NETWORKS
(VICOMTECH, GRADIANT, I2CAT)
- ÉGIDA -RED DE EXCELENCIA EN TECNOLOGÍAS DE SEGURIDAD Y PRIVACIDAD
(GRADIANT, FIDESOL, IKERLAN, VICOMTECH)

Proyectos de desarrollo experimental basados en tecnologías habilitadoras digitales (Red.es)

A continuación se relacionan los proyectos de la convocatoria 2019 con clara vinculación con tecnologías *cloud&edge*.

- Plataforma bioinformática GPRO de biocomputación en la 6 nube para el procesamiento masivo, integración y análisis funcional de datos ómicos
(BIOTECH VANA SL)
- AMSARI (Analysis Multi-Scenario to Achieve Reliable 6,8 Indicators) Método de obtención de indicadores dependientes de múltiples parámetros y para los que no existen modelos matemáticos y su aplicación al desarrollo de un sistema de ecodriving en la nube
(TEKIA INGENIEROS SA)

Retos Colaboración (Ministerio de Ciencia e Innovación)

De las dos últimas convocatorias (2019 y 2018) estos son los proyectos con clara vinculación a las tecnologías *cloud&edge*:

- Deep Learning on the Edge para el mantenimiento predictivo y la respuesta a la demanda de instalaciones eólicas
(PROYECTARENOVABLES CONTROL SL, ETULOS SOLUTE SL, UNIVERSIDAD DE SALAMANCA)
- COSMOS - Plataforma Cloud De Previsión De La Demanda De Consumo Energético Basado En Machine Learning y Big Data
(TECNOLOGIA SISTEMAS Y APLICACIONES SL, ASIC XXI SL, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGON)

Proyectos CDTI I+D

De entre los proyectos financiados por CDTI en los años 2021 y 2020, destacan los siguientes en cuanto a su foco directamente relacionado con las tecnologías *cloud&edge*.

- DESARROLLO DE UNA NUEVA ESTACIÓN NÓMADA PARA USO CORPORATIVO BASADA EN TECNOLOGÍA 5G EDGE
(CO-COMM SERVICIOS TELECOMUNICACIONES SL)
- VEHÍCULO DE INTELIGENCIA HÍBRIDA, EMBARCADA Y EN EL EDGE PARA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA AUMENTADA (AUGMENTED AD)
(ALTRAN INNOVACION SL)
- PLATAFORMA COGNITIVA GANA-KP PARA 5G MEC EDGE CLOUD
(INTELLIGENCIA SA)
- PLATAFORMA IOT ABIERTA Y DE PROPÓSITO GENERAL, DOTADA DE CAPACIDADES MULTI-SENSOR Y DE COMPUTACIÓN AI EN EL EDGE
(DIGIO SOLUCIONES DIGITALES SL)
- PLATAFORMA TECNOLÓGICA INTELIGENTE DE PRÉSTAMOS BAJO TECNOLOGÍA CLOUD COMPUTING QUE PERMITA EL CÁLCULO MASIVO MEDIANTE LA EJECUCIÓN DE PROCESOS EN PARALELO Y DISPONGA DE SISTEMAS DE CONCILIACIÓN INTELIGENTES APLICANDO EL PARADIGMA MACHINE LEARNING
(ALVANTIA SL)
- PLATAFORMA CLOUD PARA EL ANÁLISIS DE GRANDES CANTIDADES DE DATOS ESPACIO-TEMPORALES
(DOTGIS CORPORATION SL)
- PLATAFORMA CLOUD CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA GESTIÓN Y EL CONTROL DE CERDOS DE GRANJA
(TOUCHLESS ANIMAL METRICS SL)
- DESARROLLO DE TECNOLOGÍA PARA LA TRANSFORMACIÓN A NATIVE CLOUD DE LA PLATAFORMA DE EDTECH ACADEMIC BUSINESS CLOUD DE TELANTO
(TELANTO ESPAÑA SL)
- DISEÑO Y DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO SOC (SYSTEM ON CHIP) CON INTEGRACIÓN EN SILICIO DE TECNOLOGÍA DE CAMPOS MAGNÉTICOS CONTROLADOS (CMC) Y SISTEMA MICROCONTROLADOR CON ALGORITMOS EMBEBIDOS AVANZADOS PARA DETECCIÓN DE ANOMALÍAS MEDIANTE EDGE COMPUTING
(ONTECH SECURITY SL)
- MICROSERVICIOS SENSORIALES EN EL EDGE PARA LA CREACIÓN DE ENTORNOS DE TELEXISTENCIA
(ALTRAN INNOVACION SL)
- DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA CLOUD PARA UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CURSOS Y CONTENIDOS EN TIEMPO REAL CON SEGUIMIENTO Y ANALYTICS
(ISEAZY SL)
- GESTIÓN CENTRALIZADA COSTES CLOUD PÚBLICAS Y PRIVADAS
(INFORMATICA EL CORTE INGLES SA)
- SISTEMA PARA ESTABLECER RELACIONES PREDICTIVAS ENTRE PARÁMETROS AGRONÓMICOS Y PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN OLIVAR Y

VIÑEDO, BASÁNDOSE EN PLATAFORMA CLOUD, MODELOS PREDICTIVOS Y
MEDICIONES NO DESTRUCTIVAS MEDIANTE TECNOLOGÍA NIR
(GREENFIELD TECHNOLOGIES SL)