

infyde **iD**

**DISRUPTIV**

Plataforma Tecnológica Española  
de Tecnologías Disruptivas

Con financiación de:



Secretaría técnica a cargo de:



Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de  
España

NOVIEMBRE 2021



Estudio sobre las  
tendencias  
tecnológicas,  
oportunidades de  
innovación y  
demanda temprana  
de tecnologías  
disruptivas clave

SEDE PRINCIPAL  
Avenida Zugazarte , 8 3 pl,  
48930 Bizkaia (Spain)  
(+34) 944.80.40.95  
(+34) 944.80.16.39  
infyde@infyde.eu

SEDE CASTILLA Y LEON  
Doctor Sánchez Villares 10-1º c,  
48930 Valladolid (Spain)  
(+34) 983. 13. 13. 20  
(+34) 944.80.16.39  
infyde@infyde.eu

SEDE CHILE  
Cerro Colorado 5870 101  
Las Condes, Santiago (Chile)  
infyde@infyde.eu

SEDE KAZAJISTÁN  
Nursultan City  
Esil, 12/1 Kunaeva Street  
infyde@infyde.eu

## Índice

1. PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS (DISRUPTIVE) .....	4
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	6
3. DIAGNÓSTICO, ESTADO DEL ARTE, USABILIDAD Y ACCESIBILIDAD .....	8
4. 5G .....	10
5. CIBERSEGURIDAD.....	23
6. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) Y BIG DATA.....	33
7. BLOCKCHAIN.....	46
8. COMPUTACIÓN CUÁNTICA .....	55

CAPÍTULO

1/ Plataforma  
Tecnológica Española  
de Tecnologías  
Disruptivas  
(DISRUPTIVE)

## 1. Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas (DISRUPTIVE)

La **Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas (DISRUPTIVE)**<sup>1</sup> es una iniciativa de la *Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE)*, entidad que representa a 52 parques científicos y tecnológicos ubicados en 15 comunidades autónomas y a 8.000 empresas y entidades y que ha querido dar un paso más en su labor de fomento de la transformación digital, tras poner en marcha en 2019 una plataforma de formación online de tecnologías digitales disruptivas (APTEFORMA)<sup>2</sup> y en la que actualmente se forman más de 2.000 personas de toda España pertenecientes a 800 entidades.

DISRUPTIVE persigue la transformación digital de las empresas y entidades a través de la promoción de la colaboración público - privada y abarcando el ámbito de las tecnologías digitales más disruptivas desde una perspectiva amplia: promoción del conocimiento, divulgación, detección de tendencias, barreras, estado del arte, conocimiento de la demanda, nivel de adopción, usabilidad y habilidades digitales, así como promover la adopción de las mismas por parte de las entidades, ayudar a despegar a proyectos empresariales basados en el desarrollo o uso de estas tecnologías y promover la cooperación entre todos los miembros de la plataforma.

Asimismo, también aborda otros aspectos importantes en la digitalización como es la localización y promoción de talento, internacionalización, colaboración con el resto de las plataformas y organismos intermedios del sistema de innovación nacional e internacional, la brecha de género en estas tecnologías y la inclusión, aspectos importantes para ser competitivos en la 4ª transformación digital.

DISRUPTIVE cuenta actualmente con la participación de 340 personas pertenecientes a 278 entidades, entre las cuales se incluyen, 169 empresas, 18 Universidades, 12 Grupos de I+D, 11 Centros Tecnológicos, 4 Centros de I+D, 24 Gestoras de Parques Científicos y Tecnológicos, 8 Asociaciones, 4 grandes empresas, 3 Agencias de Desarrollo, 2 Plataformas tecnológicas, 1 Ayuntamiento, 1 Diputación, 1 Escuela de negocio, 1 Cámara de Comercio y 1 Centro municipal.

El motor de Disruptive son sus **6 grupos de trabajo**, cinco de ellos enfocados en 5 tecnologías. Se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 1: Grupos De Trabajo de la Plataforma DISRUPTIVE de la APTE**

GRUPO DE TRABAJO	COORDINADOR
Blockchain	Alastria
Inteligencia artificial (IA) y Big Data	Grupo interplataformas de Big Data e Inteligencia Artificial de Planetic
Ciberseguridad	Observatorio Nacional de 5G
5G	Plataforma Tecnológica Española de Seguridad Industrial (PESI)
Computación cuántica	Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC
Estado del arte, diagnóstico, usabilidad y accesibilidad	Fundación ONCE

Fuente: APTE

<sup>1</sup> <https://ptedisruptive.es/>

<sup>2</sup> <https://www.apte.org/apteforma/>

CAPÍTULO

## 2/ Objetivos y metodología

## 2. Objetivos y metodología

El **objetivo** de este “Informe de tendencias tecnológicas, oportunidades de innovación y demanda temprana de tecnologías disruptivas clave” consiste en recopilar información, procesar y analizar información sobre el estado del arte de las siguientes **5 tecnologías disruptivas**:

- Blockchain.
- Inteligencia artificial (IA) y Big Data.
- Ciberseguridad.
- 5G.
- Computación cuántica.

La **metodología** para la consecución de este objetivo ha estado basada en, por una parte, el procesamiento de la información generada por los *Grupos de Trabajo de tecnologías disruptivas*, así como los *Informes de situación de tecnologías disruptivas 2021* de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE), y por otra, la recopilación de información de *fuentes primarias de información*, para identificar información cuantitativa y cualitativa sobre el nivel de desarrollo, las tendencias y las oportunidades generadas por el avance en la investigación y la aplicación industrial y empresarial de las citadas 5 tecnologías disruptivas. Para ello, se han realizado las siguientes actividades:

### Análisis de los resultados de las reuniones de los Grupos de Trabajo de tecnologías disruptivas de la APTE:

- Procesamiento de las presentaciones realizadas por los integrantes de los Grupos de Trabajo.
- Análisis de los contenidos de los debates desarrollados durante las reuniones de los citados Grupos de Trabajo.
- Los Grupos de Trabajo han realizado reuniones en las fechas que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Reuniones de los Grupos de Trabajo de tecnologías disruptivas de APTE**

GRUPO DE TRABAJO	FECHA REUNIÓN 1	FECHA REUNIÓN 2
Blockchain	22/4/2021	15/11/2021
Inteligencia artificial (IA) y Big Data	18/3/2021	4/10/2021
Ciberseguridad	12/4/2021	27/9/2021
5G	16/4/2021	7/10/2021
Computación cuántica	30/3/2021	13/10/2021
Diagnóstico, estado del arte, usabilidad y accesibilidad	29/4/2021	6/10/2021

Fuente: Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE)

### Análisis de los Informes de Situación en 2021 elaborados por la Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas de la APTE:

- Análisis de los Informes de situación 2021 para conocer la situación de cada tecnología en España, y tomar dicha situación como punto de partida para la identificación, priorización y caracterización de tendencias, oportunidades y demandas tempranas.

### Utilización de fuentes primarias de información:

- Identificación y selección de fuentes primarias de información, esencialmente del *ámbito institucional*, como el Parlamento Europeo, la Comisión Europea, el Gobierno de España, y del *ámbito empresarial*, incluyendo grandes empresas que están invirtiendo en el desarrollo de hardware, software y sus aplicaciones a la industria y las demandas tempranas empresariales.

CAPÍTULO

# 3/ Diagnóstico, estado del arte, usabilidad y accesibilidad

### 3. Diagnóstico, estado del arte, usabilidad y accesibilidad

La **accesibilidad digital** es un enfoque transversal para el desarrollo de las tecnologías disruptivas a nivel global. Así, en el último censo realizado por Instituto Nacional de Estadística INE sobre discapacidad se registraba que *el 8,5% de la población española tenía algún tipo de discapacidad*.

La **accesibilidad web** se define como<sup>3</sup> la posibilidad de que un producto o servicio web pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso.

Por su parte, la **Iniciativa Accesibilidad Web (W3C)**<sup>4</sup> es un consorcio internacional creado en 1994 que promueve la progresiva adopción de directrices de accesibilidad en la Web, especialmente a través de su grupo de trabajo Iniciativa para la Accesibilidad Web (WAI).

Según el W3C, los usuarios que más se benefician con la Accesibilidad son aquellos que poseen algún tipo de discapacidad física o neurológica, ancianos con inconvenientes propios del envejecimiento, usuarios afectados por circunstancias del entorno como baja iluminación, ambientes ruidosos o espacio reducido, usuarios con equipos y conexiones limitadas, usuarios que no dominen el idioma del sitio, usuarios con diferencias culturales, usuarios inexpertos en el uso de las TIC, entre otros.

En abril de 2020 nació el portal **Accesibilitas**, creado por **Fundación ONCE** y el **Real Patronato sobre Discapacidad** y dirigido a personas e instituciones que puedan mejorar con sus prácticas la accesibilidad de los espacios, bienes y servicios. El portal Accesibilitas ofrece conocimiento e información sobre las oportunidades generadas por la accesibilidad a las tecnologías disruptivas de manera transversal. Oportunidades generadas por la accesibilidad para las tecnologías disruptivas se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 3: oportunidades transversales de la accesibilidad web para las tecnologías disruptivas.**

TECNOLOGÍA DISRUPTIVA	OPORTUNIDADES DE LA ACCESIBILIDAD WEB
Inteligencia Artificial y Big data	<ul style="list-style-type: none"><li>Elementos de páginas web (encabezados etc.) fácilmente legibles por la inteligencia artificial.</li><li>Estructura de la web fácil, comprensible y usable para mejor comprensión de la IA.</li><li>Contenidos en lenguaje que facilite las búsquedas de la IA.</li><li>Asistentes de sonido y libros electrónicos basados en la IA.</li></ul>
5G	<ul style="list-style-type: none"><li>Conectividad inalámbrica para facilitar la interacción entre personas con discapacidad y personas mayores en los diferentes espacios de la ciudad.</li><li>Realidad Aumentada y Realidad Virtual para facilitar la accesibilidad web, en servicios de ocio y entretenimiento, culturales, y de movilidad sostenible.</li></ul>
Blockchain	<ul style="list-style-type: none"><li>Aplicaciones para retos de personas con necesidades especiales vinculadas a transacciones seguras, contratos inteligentes y trazabilidad de datos segura.</li></ul>
Ciberseguridad	<ul style="list-style-type: none"><li>Protección de datos para garantizar la seguridad en el acceso a datos inalámbricos de las personas con necesidades de accesibilidad en entornos de urbanos y de movilidad.</li></ul>
Computación cuántica	<ul style="list-style-type: none"><li>Nuevas aplicaciones para retos que afrontan las personas con discapacidad en el mundo, como transporte, movilidad, acceso a información, educación y conocimiento de personas con necesidades especiales, como personas con limitaciones en los sentidos (vista, oído, etc).</li></ul>

Fuente: Accesibilitas

<sup>3</sup> Hassan Montero, Yusef y Martín Fernandez, Francisco. Ver <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/accesibilidad.htm>

<sup>4</sup> <https://www.w3.org/WAI/>



CAPÍTULO

4/ 5G

## 4. 5G

# ¿Qué es la 5G?

## Red de tecnología móvil de 5ª generación

La denominada 5G es la quinta generación de tecnología móvil. Además de la tecnología, el 5G necesita el despliegue del espectro radioeléctrico adecuado.

La **5G** es la tecnología móvil de 5ª generación cuyas características esenciales son la alta velocidad de transferencia, la mayor capacidad de conexión, y la baja latencia.

La evolución en las características de las diversas generaciones de tecnologías de telefonía móvil se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 4. Características de las diversas generaciones de tecnologías móviles**

ÍTEM	AÑO	CARACTERÍSTICAS
1G	1.980	Voz
2G	1.990	Voz y texto
3G	2.000	Datos móviles
4G	2.010	Banda ancha
5G	2.020	Todo, en cualquier lugar, en todo momento e ilimitado

Fuente: European 5G Observatory

El **Observatorio Europeo de 5G<sup>5</sup>** establece que el objetivo de esta tecnología no solo trata de mejorar el rendimiento, sino también de proporcionar el rendimiento adecuado para el usuario adecuado, en promedio y no solo en teoría. El objetivo es proporcionar conectividad de 50 Mbps en todas partes, abordando así los problemas de cobertura y capacidad. Así, la 5G:

- Deberá adaptarse a servicios, que van desde los servicios al consumidor hasta cualquiera de los mercados verticales de la industria, pasando por organizaciones de seguridad pública. Tendrá que ser lo suficientemente flexible para permitir que surjan nuevos servicios o modelos comerciales.
- Funcionará en cualquier tipo de espectro, ya sea en bandas de frecuencia baja o muy alta, compartido, con licencia o sin licencia. Tendrá que trabajar más fácilmente con otras tecnologías (terrestres o no), funcionar perfectamente tanto en áreas densamente pobladas como rurales.

<sup>5</sup> <https://5gobservatory.eu/about/what-is-5g/>

- Será más eficiente, espectralmente y energéticamente, para permitir que surjan nuevos casos de uso, y nuevos dispositivos u objetos que se comuniquen con los recursos disponibles.

*En España, el 27,70% de las empresas utilizaron dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de internet (IoT)*<sup>6</sup>.

La **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**<sup>7</sup> desempeña una función rectora en la gestión del espectro radioeléctrico y en la elaboración de normas de aplicación mundial para las *Telecomunicaciones Móviles Internacionales IMT-2020*.

*Los IMT-2020 son los requisitos emitidos por la UIT para redes, dispositivos y servicios 5G.*

La UIT describe tres escenarios de uso para los sistemas IMT-2020. Las posibles aplicaciones para cada uno de dichos 3 escenarios se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Aplicaciones de los 3 escenarios de uso para los sistemas IMT-2020**

ESCENARIO DE USO DE LAS IMT-2020	CARACTERÍSTICAS	APLICACIONES
<b>eMBB (banda ancha móvil mejorada)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Mbps siempre que se necesita.</li> <li>• 10 Gbps en picos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gb en un segundo-</li> <li>• 3D video 4K/8K</li> <li>• Trabajo Smart.</li> </ul>
<b>mMTC (Comunicaciones de tipo máquina masiva)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet de las Cosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogar Smart.</li> <li>• Construcción Smart.</li> <li>• Ciudad Smart.</li> </ul>
<b>uRLLC (comunicaciones ultra fiables de baja latencia)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultra confiabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realidad Virtual Aumentada.</li> <li>• Automatización industrial.</li> <li>• Vehículos Autónomos.</li> </ul>

Fuente: *European 5G Observatory*

A fecha de marzo de 2021, 24 países de la Unión Europea han desplegado servicios comerciales 5G, con un 100% de los operadores ofreciendo dichos servicios en países como España, Francia, Holanda, Italia, Irlanda, Dinamarca, Austria y Suecia.

El despliegue y utilización comercial de la tecnología 5G necesita del **espectro radioeléctrico** adecuado. En efecto, la tecnología 5G está dirigida a su uso por aparatos móviles, es decir, no conectados por cable. Por lo tanto, para facilitar la conectividad de estos aparatos se necesitan frecuencias del espectro radioeléctrico.

Los propietarios de estas frecuencias del espectro radioeléctrico son los Gobiernos, que sacan a subasta pública los derechos de utilización por parte de las operadoras. *En España ha habido 3 subastas de frecuencias para 5G hasta el momento*. La primera celebrada en 2018 subastó la banda 3,6-3,8 GHz, la segunda en febrero de 2021 subastó la banda 20 MHz, y la tercera en julio de 2021 subastó la banda 700 MHz. Las operadoras adjudicatarias son Telefónica, Vodafone y Orange<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de uso de TIC y comercio electrónico en las empresas 2020-2021

<sup>7</sup> <https://www.itu.int/>

<sup>8</sup> Vicepresidencia Primera del Gobierno de España. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Ver <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2021/210721-subasta-5g.aspx>

El **Plan de Acción 5G para Europa**<sup>9</sup> de la Comisión Europea destaca que el 5G es una tecnología que va a cambiar el modelo de las telecomunicaciones y que va a ser un facilitador de transformaciones industriales. Todo ello mediante<sup>10</sup>:

- Servicios de banda ancha inalámbrica proporcionados a velocidades de gigabit. La tecnología 5G debería ofrecer conexiones de datos muy por encima de 10 Gigabit por segundo, latencia por debajo de 5 milisegundos, capacidad de explotar cualquier recurso inalámbrico disponible (desde Wi-Fi a 4G), y manejar millones de dispositivos conectados simultáneamente.
- El soporte de nuevos tipos de aplicaciones que conectan dispositivos y objetos (Internet de las cosas).
- Y la versatilidad mediante la virtualización de software que permite modelos comerciales innovadores en múltiples sectores (por ejemplo, transporte, salud, manufactura, logística, energía, medios y entretenimiento, entre otros).

Según **Statista**<sup>11</sup>, las redes 5G continúan su despliegue en todo el mundo, con un ritmo de adopción mucho más acelerado que el de la generación anterior, la 4G.

Se espera que el año 2022 se supere la barrera de los 1.000 millones de suscripciones a 5G<sup>12</sup>. La mayoría de ellas, 825 millones, tendrían su sede en Asia y Oceanía, aproximadamente 122 millones estarían en América del Norte y 84 millones en Europa. América Latina contaría con 31 millones aproximadamente. Se estima que hacia fines de 2026 el número de suscripciones mundiales podría incluso superar los 3.300 millones.

## Tendencias tecnológicas en 5G

### Incremento del consumo de tecnología inalámbrica y cambio de hábitos en los consumidores de servicios móviles

Los consumidores demandarán mayor capacidad de descarga y uso de datos en los próximos años, así como el acceso a dichos datos de manera inalámbrica.

Junto con ello, los consumidores demandarán nuevos modelos de servicios a través de los dispositivos móviles.

La UIT prevé que la demanda de los consumidores configurará el desarrollo de los servicios de banda ancha móvil. Prevé que el número de dispositivos conectados a Internet alcance los 50.000 millones a partir de 2025.

Se espera que la quinta generación de tecnologías móviles, la 5G, conecte a personas, cosas, datos, aplicaciones, sistemas de transporte y ciudades en entornos de redes de comunicaciones inteligentes. A

---

<sup>9</sup> European Commission. Shaping Europe's digital future. 5G Action Plan. Ver <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/5g-action-plan>

<sup>10</sup> Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 5G for Europe: An Action Plan. COM (2016) 588 final. Página 2

<sup>11</sup> <https://es.statista.com/grafico/16309/numero-de-suscripciones-moviles-a-redes-5g/>

<sup>12</sup> The Ericsson Mobility Report. Ver <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report>

tal efecto, debería transportar un ingente volumen de datos con mucha más rapidez, conectar de manera fiable un gran número de dispositivos y procesar volúmenes sumamente grandes de datos con el mínimo retardo<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>

El **Ericsson Consumer & IndustryLab**<sup>14</sup> publicó en 2019 un *Informe sobre el potencial de consumo de la tecnología 5G*<sup>15</sup>. Este informe ha realizado una encuesta a 33.000 consumidores de 22 países en la que se recogen las tendencias en las preferencias de los consumidores en ámbitos relacionados con la utilización de la tecnología 5G. El punto de partida es el análisis de la percepción que existe en el mercado sobre el ritmo de despliegue de la tecnología 5G, y sobre esta base, recoger las valoraciones y opiniones reales de los encuestados.

Este informe indica que a nivel global, *el 49% de los usuarios creen que los smartphones seguirán existiendo pero que todos llevaremos gafas inteligentes en los próximos 5 años, es decir, en 2025. Adicionalmente, el 41% de los usuarios creen que los móviles no tendrán pantalla y que podremos proyectar todo en cualquier superficie*<sup>16</sup>.

En este contexto, las tendencias reales preferidas por los encuestados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Tendencias de los consumidores en ámbitos relacionados con la tecnología 5G**

MITOS RELACIONADOS CON LA 5G	PREFERENCIAS REALES DE LOS CONSUMIDORES
<p><b>No hay beneficios para el consumidor de 5G a corto plazo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mitad de los usuarios de teléfonos inteligentes en Corea del Sur y Australia, y dos de cada cinco en los EEUU, afirman tener velocidades de banda ancha móvil no lo suficientemente rápidas.</li> <li>• La congestión de la red urbana es visible para los consumidores en megaciudades; 6 de cada 10 habitantes en ciudades metropolitanas enfrentan la mayoría de los problemas en áreas concurridas, y les gustaría que la 5G fuera desplegada primero en tales áreas.</li> <li>• Los consumidores esperan más opciones de banda ancha en el hogar; la mitad de los interesados en la banda ancha inalámbrica doméstica 5G están insatisfechos con su proveedor actual o con la falta de opciones de banda ancha.</li> </ul>
<p><b>No hay casos de uso reales para el 5G</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los consumidores de EEUU preferirían quitar el cable de TV por cable y, en su lugar, utilizar servicios de transmisión a través de 5G.</li> <li>• Los consumidores chinos esperan vivir en una casa inteligente conectada mediante 5G.</li> <li>• A los consumidores de Corea del Sur les encantaría ir de compras mediante realidad virtual móvil.</li> <li>• Los usuarios de teléfonos inteligentes dicen que están dispuestos a pagar un 20% de prima por el 5G y los adoptantes tempranos un 32%.</li> <li>• La mayor velocidad de Internet por sí sola no es suficiente: 4 de cada 10 personas que gastan mucho esperan nuevas aplicaciones y servicios de su plan 5G.</li> </ul>
<p><b>Los smartphones son la única solución para el 5G</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De los que tienen un modelo de iPhone reciente, el 43 por ciento duda de si las características de los teléfonos inteligentes pueden aprovechar mejor la tecnología 5G.</li> <li>• Los teléfonos inteligentes actuales deberían evolucionar; 4 de cada 10 esperan pantallas plegables, proyección holográfica y cámaras de 360 grados en los próximos dispositivos 5G.</li> </ul>

<sup>14</sup> <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/consumerlab>

<sup>15</sup> Ver <https://www.ericsson.com/498f26/assets/local/reports-papers/consumerlab/reports/2019/5g-consumer-potential-report.pdf>

<sup>16</sup> Ericsson Consumer & IndustryLab. Informe sobre el potencial de consumo de la tecnología 5G. Página 12

MITOS RELACIONADOS CON LA 5G	PREFERENCIAS REALES DE LOS CONSUMIDORES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A nivel mundial, la mitad de todos los consumidores están de acuerdo en que los teléfonos inteligentes todavía existen pero que todos estaremos usando gafas inteligentes de realidad aumentada (AR) en los próximos cinco años.</li> </ul>
<p><b>Los patrones de uso actuales predicen con precisión la demanda futura</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se consumirán tres horas más de contenido de video en dispositivos móviles semanalmente fuera de casa, de las cuales una hora será con gafas AR/VR mediante 5G.</li> <li>• La mitad de todos los usuarios esperan que su uso de datos móviles aumentará significativamente con el 5G, y 1 de cada 5 podría aumentar su uso en 10 veces, llegando a un uso de 200 GB por mes.</li> <li>• Para 6 de cada 10, los robots domésticos conectados a 5G serán un símbolo de estatus, mientras que 4 de cada 10 esperan que el acceso a 5G en el automóvil sea tan importante como la eficiencia del combustible y la potencia del motor en los próximos 5 años.</li> </ul>

Fuente: Ericsson Consumer & IndustryLab. Informe sobre el potencial de consumo de la tecnología 5G

## Oportunidades de innovación en 5G

### Aumento de las conexiones 5G y de las suscripciones en el mundo

La capacidad de conexión de la tecnología 5G se está extendiendo en el mundo. Está creciendo el volumen de usuarios y suscripciones de tecnología 5G para la utilización de servicios en diversos sectores.

IDATE DigiWorld<sup>17</sup> estima que las conexiones 5G aumentarán significativamente para 2026 y alcanzarán más de 2 mil millones de suscripciones a fin de año. El escenario de uso de las IMT-2020 denominado “eMBB” (banda ancha móvil mejorada) seguirá representando más del 80% del total de conexiones 5G a finales de 2026<sup>18</sup>.

El desarrollo del 5G podría reportar a España beneficios de 14.600 millones de euros en 2021. Además, Europa espera que los ingresos mundiales de los operadores de telefonía móvil con la 5G alcancen los 225.000 millones de euros anuales en 2025<sup>19</sup>.

Se espera que la tecnología 5G tenga gran impacto en la economía y en la creación de empleo ya que permitirá desarrollar aplicaciones que cambiarán la manera en la que se producen, se distribuyen y se consumen los productos y los servicios. Además, será crucial para la transformación digital, ya que ayudará a que otras tecnologías como el internet de las cosas, el big data, la robótica, la realidad virtual o la inteligencia artificial desarrollen todas sus capacidades.

<sup>17</sup> <https://en.idate.org/>

<sup>18</sup> <https://5gobservatory.eu/market-developments/global-market-developments/>

<sup>19</sup> European Commission 2016. Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe

En este contexto, la **Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas (DISRUPTIVE)**, tiene unos Grupos de Trabajo de tecnologías disruptivas en los que participan empresas y agentes ubicados en los parques españoles<sup>20</sup>. Así, el *Grupo de Trabajo de tecnología 5G* ha identificado las siguientes oportunidades de innovación relacionadas con la aplicación de la 5G:

- Cirugía remota.
- Coches autónomos con 5G.
- Internet de las Cosas.
- Smart Cities.
- Industria 4.0
- Computación en la nube.
- Desactivación de explosivos.
- Agricultura.
- Energía.
- Medios de comunicación y entretenimiento.

Por su parte, la *Estrategia de impulso de la tecnología 5G en España*<sup>21</sup>, que cuenta para 2021 con un presupuesto de 300 millones de euros, se determinan aplicaciones en los siguientes ámbitos:

**Tabla 7: Oportunidades de aplicaciones de la tecnología 5G**

OPORTUNIDADES DE APLICACIONES DE LA 5G			
Agricultura	Automóviles y transporte público	Drones	Educación
Salud	Energía	Acceso inalámbrico fijo	Industria 4.0
Medios de comunicación y entretenimiento	Seguridad pública	Edificios inteligentes	Ciudades inteligentes
Servicios públicos inteligentes	Turismo	Transporte	Realidad virtual

Fuente: Informe de situación de la 5G. Plataforma DISRUPTIVE de la APTE

El impulso de la tecnología 5G en España es una prioridad incluida en el *componente 15 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España*, denominado "*Conectividad digital, impulso de la ciberseguridad y despliegue del 5G*"<sup>22</sup>. El objetivo de este componente es fortalecer la conectividad digital en el territorio nacional, así como de la red de banda ancha y las infraestructuras estratégicas esenciales para el despliegue pleno de la nueva generación de telefonía móvil 5G.

Además, persigue que España pueda posicionarse como un nodo esencial de conectividad en el sur de Europa, ante los diferentes proyectos de inversión para el despliegue de infraestructuras internacionales en el ámbito del almacenamiento de datos y de los satélites seguros, así como de los corredores para el coche conectado.

La inversión total estimada de este componente 15 del Plan España Puede es de 3.998,6 millones de euros en el período 2020-2023.

<sup>20</sup> <https://ptedisruptive.es/conocimiento/grupos-trabajo/>

<sup>21</sup> [https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/201201\\_np\\_conectividad.aspx](https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/201201_np_conectividad.aspx)

<sup>22</sup> [https://portal.mineco.gob.es/en-us/ministerio/plan\\_recuperacion/plan\\_recuperacion/politicas/Pages/PRTR-componente-15.aspx](https://portal.mineco.gob.es/en-us/ministerio/plan_recuperacion/plan_recuperacion/politicas/Pages/PRTR-componente-15.aspx)



Las reformas contempladas en este Componente 15 son la del marco normativo de telecomunicaciones y la implementación de una Hoja de Ruta 5G, que está dirigida a la gestión y asignación del espectro, la reducción de cargas al despliegue, la Ley de Ciberseguridad 5G y el Apoyo a entidades locales.

Por su parte, las inversiones relacionadas con el despliegue de la tecnología 5G está dirigidas a favorecer la vertebración territorial mediante el despliegue de redes de banda ancha ultrarrápida, el despliegue del 5G mediante redes, cambio tecnológico e innovación, y los bonos de conectividad para pymes y colectivos vulnerables.

Según la iniciativa de [datos abiertos del Gobierno de España "datos.gob.es"](https://datos.gob.es/)<sup>23</sup> *las nuevas oportunidades que trae el 5G* estará centrada en la mejora notable de las prestaciones de las redes de comunicación móvil en varios aspectos:

- **Alta densidad de dispositivos conectados:** La mayor capacidad de red permitirá incorporar un mayor número de dispositivos a través de conexiones simultáneas, facilitando, entre otras cosas, el despliegue masivo de sensores y las comunicaciones masivas máquina a máquina (M2M).
- **Mayor velocidad:** La velocidad del 5G se acerca a los 15 o 20 Gbs por segundo, lo cual es prácticamente tiempo real. Gracias a ello se espera que se extienda aún más el uso de escritorios virtuales o almacenamiento en la nube. Se podrá acceder a aplicaciones y ejecutar software a distancia de manera instantánea.
- **Menor latencia:** La latencia es el tiempo que tarda en transferirse un paquete de datos dentro de la red. Es decir, el tiempo que tarda en ejecutarse una acción desde que la hemos lanzado. Con el 5G, la latencia se sitúa en torno a 1 milisegundo (ms) frente a 20-30 ms propios de las redes 4G.

Todo lo anterior no solo significa mejoras para los smartphones, sino que también supone una gran oportunidad laboral y económica. *La Unión Europea destaca el impacto del 5G en sectores clave como el transporte, la sanidad y la industria, con un beneficio superior a 500.000 millones de euros al año en todo el mundo para los proveedores de servicios habilitados por el 5G.*

Las oportunidades destacadas por el Gobierno de España se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 8: Oportunidades generadas por la tecnología 5G**

SECTOR DE ACTIVIDAD	OPORTUNIDADES DE LA TECNOLOGÍA 5G
SALUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agilización de las consultas on-line seguras y los procedimientos en remoto.</li> <li>• Desarrollo de la cirugía robótica.</li> <li>• Mejora de la eficiencia en los recursos.</li> </ul>
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revulsivo para los vehículos autónomos.</li> <li>• Conexión de los vehículos entre sí (vehículo a vehículo V2V).</li> <li>• Compartir datos entre vehículos durante las rutas o la velocidad.</li> <li>• Mejora en términos de seguridad.</li> <li>• Reducción del riesgo de accidentes de tráfico entre un 65% y un 68%<sup>24</sup>.</li> </ul>
INDUSTRIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de los procesos y el control de las operaciones.</li> <li>• Mejora de la interconexión entre las distintas máquinas, objetos y dispositivos de la cadena de producción.</li> </ul>
SMART CITIES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de gestionar millones de dispositivos en tiempo real.</li> </ul>

<sup>23</sup> <https://datos.gob.es/es/blog/las-nuevas-oportunidades-que-trae-el-5g>

<sup>24</sup> Asociación 5G Automotive Association (5GAA)

SECTOR DE ACTIVIDAD	OPORTUNIDADES DE LA TECNOLOGÍA 5G
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulso al Internet de las Cosas (IoT) ya que facilitará que una amplia variedad de aparatos, y no solo los smartphones, se puedan conectar a la red por medios inalámbricos de manera simultánea.</li> <li>• Creciente cantidad de objetos que se conectarán entre ellos, por medio de la red.</li> <li>• En 2025 habrá 55.700 millones de dispositivos conectados en todo el mundo, el 75% de los cuales estarán conectados a una plataforma de IoT, muchos ligados a entornos de ciudades inteligentes.</li> <li>• Creciente número de objetos interconectados, capaces de captar información y dialogar entre sí.</li> <li>• Generación de un volumen de datos sin precedentes que se podrán analizar para tomar decisiones informadas sobre qué cambios o nuevos proyectos beneficiarán más a la ciudadanía.</li> </ul>

Fuente: Datos abiertos del Gobierno de España "datos.gob.es"

## Demandas tempranas en 5G

### Aplicaciones en uso en la actualidad

Existe un despliegue del espectro radioeléctrico en algunos países que facilita el uso de la tecnología 5G. En España, hay 3 operadores que ofrecen la tecnología 5G en determinados lugares del territorio.

Ello facilita que ya existan demandas de servicios que están siendo atendidas mediante el uso de 5G.

La Comisión Europea ha priorizado inversiones para impulsar la aplicación de la tecnología 5G al desarrollo de demandas sociales y económicas. Se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 9. Aplicaciones de la tecnología 5G a demandas sectoriales de la Unión Europea**

APLICACIÓN	DEMANDA
<b>Inversiones en 5G para apoyar la recuperación del COVID-19</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicaciones resistentes y de alta velocidad para el trabajo remoto en nuestra vida diaria y en las operaciones y los procesos comerciales.</li> <li>• La Comisión y los Estados miembros han identificado la infraestructura de fibra y 5G como un área clave de inversión para el Recovery &amp; Resilience Facility (RRF), para una recuperación digital y ecológica.</li> </ul>
<b>5G en los componentes del Recovery &amp; Resilience Facility RRF (Mecanismo de Recuperación y Resiliencia)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Mecanismo de Recuperación y Resiliencia es un instrumento clave en el Next Generation EU para ayudar a la UE a emerger más fuerte y más resistente de la crisis de la pandemia de la COVID-19.</li> <li>• 5G es una de las 7 áreas emblemáticas (Flagships) de RRF.</li> <li>• Incorpora la tecnología 5G como un componente clave en los siguientes ámbitos:</li> </ul>

APLICACIÓN	DEMANDA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Proyectos de infraestructura multi-nacional entre los Estados Miembros.</li> <li>○ 5G para áreas remotas.</li> <li>○ Aceleración de ecosistemas de 5G.</li> <li>○ Fondos de financiación (Venture capital) para infraestructuras y servicios de 5G.</li> </ul>
5G para sectores	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Mobilidad:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ayudar a la Movilidad Automatizada y Conectada hacia los cero accidentes.</li> <li>○ Conectividad multi-modal.</li> </ul> </li> <li>● <b>Redes inteligentes de energía:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Líneas eléctricas altamente eficientes con menos cortes y de menor escala.</li> <li>○ Reducción del impacto ambiental.</li> </ul> </li> <li>● <b>Fabricas del futuro:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Procesos internos simplificados.</li> <li>○ Gestión de almacenes remotos.</li> </ul> </li> <li>● <b>E-Health:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Monitorización remota de la salud y medicación inteligente.</li> <li>○ Cirugía dirigida por robots remotos.</li> </ul> </li> <li>● <b>Medios de comunicación y entretenimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Experiencia mejorada de realidad virtual.</li> <li>○ Aplicaciones de gran ancho de banda bajo demanda.</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: European Commission. Shaping Europe's digital future<sup>25</sup>

Por su parte, la **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)** prevé que las tecnologías 5G den soporte a aplicaciones tales como<sup>26</sup>:

- Edificios y hogares inteligentes.
- Ciudades inteligentes.
- Vídeo 3D.
- Trabajo y juegos en la nube.
- Servicios médicos a distancia.
- Realidad virtual y aumentada.
- Comunicaciones masivas de máquina a máquina para la automatización de la industria.

En este contexto, el *Informe sobre el potencial de consumo de la tecnología 5G*<sup>27</sup> elaborado por el Ericsson Consumer & IndustryLab establece una previsión de demandas de los consumidores para aplicaciones y servicios de tecnologías 5G. Se presentan en la siguiente tabla.

<sup>25</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/5g-europes-digital-and-green-recovery>

<sup>26</sup> <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>

<sup>27</sup> Ver <https://www.ericsson.com/498f26/assets/local/reports-papers/consumerlab/reports/2019/5g-consumer-potential-report.pdf>

**Tabla 10. Previsión del Ericsson Consumer & IndustryLab sobre demandas de los consumidores para aplicaciones y servicios de tecnologías 5G**

ÁMBITO DE ACTIVIDAD	DEMANDAS DE SERVICIOS Y APLICACIONES
<b>AUTOMOCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parabrisas de realidad aumentada.</li> <li>• Ventanas de realidad aumentada.</li> <li>• Vehículos autónomos.</li> <li>• Coches transparentes con 5G, para aumentar la seguridad.</li> <li>• Entretenimiento 5G en el interior del vehículo.</li> </ul>
<b>ENTRETENIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cine en realidad virtual.</li> <li>• Asistencia virtual a eventos en los mejores asientos.</li> <li>• Dioramas (representación de escenas).</li> <li>• Entretenimiento de realidad virtual a pasajeros.</li> <li>• Eventos en realidad aumentada mediante 5G.</li> <li>• Videos de visión arbitraria, para mejorar la experiencia en eventos.</li> <li>• Cámaras 4K de acción en 360 grados.</li> </ul>
<b>JUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA (VR/AR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de realidad aumentada.</li> <li>• Juegos de realidad virtual en la nube.</li> <li>• Juegos de realidad aumentada multijugador.</li> <li>• Juegos en la nube con baja latencia.</li> </ul>
<b>eMBB (banda ancha móvil mejorada)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gigabytes en segundos.</li> <li>• Zonas calientes de 5G</li> </ul>
<b>CASA INTELIGENTE (SMART HOME)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Televisión de 5G.</li> <li>• Banda ancha inalámbrica 5G en casa.</li> <li>• Usables para uso de salud.</li> <li>• Servicios de sensores domésticos.</li> <li>• Sistemas 5G de alarma temprana.</li> <li>• Robots conectados.</li> <li>• Entretenimiento mejorado mediante sensores.</li> </ul>
<b>COMPRAS Y COMUNICACIONES INMERSIVAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traducciones en tiempo real.</li> <li>• Compras táctiles virtuales.</li> <li>• Entrega a domicilio mediante drones.</li> <li>• Llamadas holográficas 3D.</li> <li>• Pago por reconocimiento facial 5G.</li> </ul>

Fuente: Ericsson Consumer & IndustryLab. Informe sobre el potencial de consumo de la tecnología 5G

En efecto, la tecnología 5G tendrá beneficios en diversos sectores. Uno de los sectores en los que la tecnología 5G tendrá un impacto con potencial de generación de actividades empresariales es el de la [cultura, deportes y videojuegos](#).

Así, [Telefónica](#) publica un blog específico sobre este sector, en el que predice que la tecnología 5G transformará el ocio, ya que permitirá borrar las barreras físicas y horarias y creará nuevos mundos en los que vivir experiencias extraordinarias sin cortes y en tiempo real<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/cultura-deportes-o-videojuegos-el-5g-transforma-el-ocio->

El 5G facilitará que la *realidad virtual* y la *realidad aumentada* ofrezcan mejoras en la calidad de los servicios de cultura, ocio y videojuegos accesibles a los consumidores en cualquier horario.

En este sentido, la pandemia del COVID-19 ha demostrado que el turismo no tiene por qué ser presencial. Teatros, museos y organizaciones de oferta cultural han acelerado el uso de las tecnologías para acercar su oferta de manera virtual a los visitantes que antes de la pandemia acudían de forma personal. De esta forma, el sector de los servicios de ocio y cultura es uno de los que ha visto como se aceleraba el uso de las tecnologías como consecuencia de la crisis de la pandemia.

Después de la pandemia, esta oferta cultural por medios virtuales sigue en el mercado, y continúa su desarrollo y comercialización para los consumidores de ocio y cultura de todo el mundo.

En este contexto, algunas de las demandas que existen en la actualidad y cuya satisfacción se encuentran en fase de desarrollo y de comercialización se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 11. Demandas relacionadas con cultura y ocio que podrán ser atendidas mediante el uso de tecnología 5G**

ÁMBITO DE ACTIVIDAD	DEMANDAS DE SERVICIOS Y APLICACIONES
MUSEOS Y TEATROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visitas virtuales a museos dirigidas a amantes del arte, la música o el teatro, que no pueden acudir de manera física al teatro o museo de su interés, por motivo del confinamiento y de la lejanía de su lugar de residencia al centro de oferta cultural.</li> </ul>
MÚSICA EN VIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología facilita en la actualidad la colaboración entre diversos artistas para ofrecer sus espectáculos en vivo, independientemente del lugar en que se encuentre cada uno de ellos/as.</li> <li>• Servicios virtuales adicionales para mejorar la experiencia de los fans.</li> <li>• Posibilidad de recrear en tiempo real lo que ven los artistas desde el escenario, mediante gafas de realidad virtual en 3D, y transmisión en directo a las personas que participan en el espectáculo.</li> </ul>
ESTADIOS EN CASA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de tecnología 5G en los estadios permitirá la grabación de los eventos deportivos con cámaras de 360 grados inalámbricas, y la emisión de las imágenes en directo, lo que permitirá a los espectadores asistir a todos los detalles que se produzcan en el recinto deportivo. Y lo podrá hacer desde cualquier lugar, tanto dentro como fuera del estadio, utilizando para ello unas gafas de realidad virtual.</li> </ul>
VIDEOJUEGOS SIN FRONTERAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 5G ofrecerá una experiencia de juego más fluida.</li> <li>• Se desarrollarán las plataformas de streaming para videojuegos, quedando los soportes físicos para cargar los juegos a un lado.</li> </ul>

Fuente: Telefónica. Blog de cultura, deportes y videojuegos

Adicionalmente, Telefónica tiene otro blog especializado en *Drones Urbanos 5G*. En él ofrece información sobre casos de uso de 5G, entre los que se encuentra el de los drones urbanos. El desarrollo tecnológico en este campo está dirigido a desarrollar y probar placas de comunicaciones que permitan la comunicación directa dron a dron y el uso de técnicas de posicionamiento avanzadas desde la red.

Se persigue que los drones puedan comunicarse con “todo” lo que les rodea, y de esta forma puedan ser utilizados para la entrega de bienes y productos a consumidores en entornos urbanos<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> <https://www.telefonica.es/es/casos-de-uso-5g/drones-urbanos-5g>

CAPÍTULO

## 5/ Ciberseguridad

## 5. Ciberseguridad

# ¿Qué es la Ciberseguridad?

La ciberseguridad conocida como seguridad de la tecnología de la información o seguridad de la información electrónica es la actividad de defender los dispositivos informáticos, sistemas electrónicos, los dispositivos móviles, las redes y los datos de varios ataques<sup>30</sup>.

Dependiendo del área que lo ocupa, la ciberseguridad se divide en los siguientes tipos<sup>31</sup>:

- **La seguridad de la red** tiene como objetivo proteger las redes informáticas de cualquier ataque o amenaza.
- **La seguridad de las aplicaciones** tiene como objetivo proteger el software y los dispositivos libres de ataques o amenazas. Una aplicación comprometida podría proporcionar acceso a los datos que está diseñada para proteger. La seguridad empieza desde la etapa de diseño, es decir antes de que se implemente el programa.
- **La seguridad de la información** tiene como objetivo proteger los datos almacenados y que participan en varias transacciones, en cuanto a su integridad y privacidad.
- **La seguridad operativa** tiene como objetivo proteger los datos durante su uso por los usuarios durante procesos y operaciones.
- **La recuperación ante desastres y la continuidad del negocio** tiene como objetivo proteger las empresas en el caso de un ataque de ciberseguridad y en caso de sufrir el ataque se refiere a la implementación de las actuaciones definidas en un plan de actuación para su recuperación con recursos existentes.
- **La educación del usuario final** tiene como objetivo educar a las personas a cómo reaccionar y que actuaciones aplicar ante un virus introducido accidentalmente en el sistema.

En cifras, la ciberdelincuencia presenta una tendencia de incremento. Por ejemplo el equipo de *CrowdStrike Intelligence*<sup>32</sup> explica que el índice de ciberdelincuencia va aumentando a la vez que nuevos mercados se abren y a medida que cambia la perspectiva geoeconómica. Por lo tanto la ciberdelincuencia ha incrementado con 10% entre 2019 y 2020, creciendo desde 69% en 2019 a 79% en 2020, siendo detectadas 4 de cada 5 intrusiones interactivas en la categoría de ciberdelincuencia<sup>33</sup>.

En este contexto, los ciberataques pueden ser de los siguientes tipos<sup>34</sup>:

- **El delito cibernético** incluye actores individuales o grupos que se dirigen a los sistemas para obtener ganancias financieras o causar interrupciones.
- **El ciberataque** tiene connotación más política e implica la recopilación de información por motivos políticos.
- **El ciberterrorismo** se extiende sobre el sistema en general y persigue causar pánico.

<sup>30</sup> Kaspersky. Disponible en: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>

<sup>31</sup> Kaspersky. Disponible en: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>

<sup>32</sup> [https://go.crowdstrike.com/brand-wssycg-video-try-](https://go.crowdstrike.com/brand-wssycg-video-try-falcon.html?utm_campaign=brand&utm_content=&utm_medium=sem&utm_source=google&utm_term=crowdstrike%20inc&gclid=EAlalQobChMI146zk92I9AIVVofVCh1BUAeeEAAYASAAEgLVr_D_BwE)

[falcon.html?utm\\_campaign=brand&utm\\_content=&utm\\_medium=sem&utm\\_source=google&utm\\_term=crowdstrike%20inc&gclid=EAlalQobChMI146zk92I9AIVVofVCh1BUAeeEAAYASAAEgLVr\\_D\\_BwE](https://go.crowdstrike.com/brand-wssycg-video-try-falcon.html?utm_campaign=brand&utm_content=&utm_medium=sem&utm_source=google&utm_term=crowdstrike%20inc&gclid=EAlalQobChMI146zk92I9AIVVofVCh1BUAeeEAAYASAAEgLVr_D_BwE)

<sup>33</sup> Kurtz. G., (2021). Global Threat Report. Disponible en: <https://go.crowdstrike.com/rs/281-OBQ-266/images/Report2021GTREUR.pdf>

<sup>34</sup> Kaspersky. Disponible en: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cyber-security>

# Tendencias tecnológicas en Ciberseguridad

Los desarrollos tecnológicos y los cambios derivados de la pandemia han hecho una década y un último año bastante marcado por los ataques cibernéticos.

Para el año 2021 se establecen una serie de tendencias generales vinculadas a la ciberseguridad. Son las siguientes:

- Inteligencia artificial aplicada en la ciberseguridad: para identificar las posibles amenazas.
- Blockchain en ciberseguridad: se garantiza un almacenaje seguro de datos mediante codificación y descentralización.
- Autenticación remota: sobre todo en una época en la que el teletrabajo es cada vez más utilizado por las empresas y profesionales.
- Ciberseguridad en la nube: para garantizar un trabajo colaborativo y seguro en la nube, entre las empresas.
- Cifrado avanzado de datos: para garantizar mayor confianza en los datos, transacciones financieras y compras realizadas sobre todo por las pymes.
- Seguridad en dispositivos IoT: para garantizar un uso más seguro de los dispositivos conectados al internet.

A continuación se proporciona el detalle de las características de estas tendencias<sup>35</sup>:

## El auge de la Inteligencia Artificial (AI)

Por el volumen de la información que se está manejando, es cada vez más complicado que el ser humano garantice la seguridad de dicha información.

Para afrontar este reto, se recurre a la inteligencia artificial para como tecnología para la detección de amenazas en el menor tiempo posible, procesando gran cantidad de datos y garantizando la seguridad.

Los servicios en la nube (cloud computing) ofrecen muchos beneficios, pero también son un objetivo prioritario de los ciberataques. El coste medio de una brecha de seguridad en el sistema de información en la nube de una gran empresa es de 3,86 millones de dólares. El uso de la Inteligencia Artificial para prevenir y afrontar ciberataques permite a estas organizaciones ahorrar una media de 3,58 millones de dólares en estas situaciones. Sin embargo, es interesante mencionar que los atacantes también utilizan la inteligencia artificial para robar modelos de transacciones de datos y hacer los ataques más automáticos<sup>36</sup>.

---

<sup>35</sup> Tendencias identificadas por Kaspersky. "2021 Top Ten Cybersecurity Trends". Disponible en: <https://www.kaspersky.com/resource-center/preemptive-safety/cyber-security-trends>

<sup>36</sup> Kaspersky. "2021 Top Ten Cybersecurity Trends". Disponible en: <https://www.kaspersky.com/resource-center/preemptive-safety/cyber-security-trends>



## Autenticación multifactor (MFA)

Estamos acostumbrados a utilizar el móvil para autenticación multifactor (MFA). Sin embargo, Microsoft recomienda dejar de hacerlo via SMS o llamadas y en cambio utilizar las claves de seguridad basadas en aplicaciones. Así se agrega una capa adicional de seguridad en el proceso de inicio de sesión. Los ataques vinculados al robo de datos durante la autenticación suelen ser a nivel banca en línea<sup>37</sup>.

Entre las aplicaciones desarrolladas para MFA más conocidas se encuentran el software Google Authenticator, donde el acceso se realiza mediante un código de 6 dígitos, usuario y contraseña.<sup>38</sup>

## La privacidad de datos como requisito de primer nivel

La privacidad de los datos se ha convertido en un requisito de primer nivel en casi cualquier operación que se realiza. Existe un riesgo muy alto de ataques maliciosos que consisten en grabar información privada de los usuarios y utilizarla con fines ajenos. Además, las empresas deben de cumplir con la privacidad de los datos de los usuarios porque al contrario recibirán multas.

## El auge del teletrabajo

El trabajo desde casa pone de manifiesto una serie de riesgos de ciberseguridad tanto para los usuarios profesionales de TICs como para los usuarios no expertos. Además, el hogar es un medio menos protegido que la oficina centralizada.

## Popularidad de las aplicaciones de mensajería

Con el auge de las redes sociales que implican un intercambio de mensajes pero sobre todo el uso intensivo de SKYPE, WhatsApp, etc, se incrementa el riesgo de phishing de SMS (“smishing”) haciendo a los usuarios descargar en sus teléfonos virus que realizan el robo de la información contenida en los móviles<sup>39</sup>.

Otra forma de ataque es el “vishing” que es phishing de voz y que ha sido detectado en España por la *Brigada contra el Fraude de la Unidad Central de Ciberdelincuencia de la Policía Nacional*<sup>40</sup>. Entre las redes conocidas, Twitter ha sufrido este tipo de ataque en 2020, donde los piratas informáticos han accedido a números de empresas e instituciones financieras empleando vishing<sup>41</sup>.

En este contexto, Kurtz (2021)<sup>42</sup> identifica las tendencias en ciberseguridad derivadas del impacto de la pandemia de la COVID-19 que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 12. Tendencias en ciberseguridad derivadas del impacto de la COVID-19**

ÁMBITO DE ACTIVIDAD	DEMANDAS DE SERVICIOS Y APLICACIONES
La pandemia mundial pone de relieve los ataques al sector sanitario	<ul style="list-style-type: none"><li>Por un lado, la incertidumbre el COVID-19 que ha generado en términos de su expansión, el origen y la búsqueda de la vacuna y por otro lado, la transición al teletrabajo, se han detectado ataques de ciberdelincuentes específicamente dirigidos a el sector sanitario. En concreto, salieron a la luz</li></ul>

<sup>37</sup> Microsoft “¿Qué es la autenticación multifactor (MFA)?”. Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-es/security/business/identity-access-management/mfa-multi-factor-authentication>

<sup>38</sup> <https://support.google.com/accounts/answer/1066447?hl=ES>

<sup>39</sup> Norton. “Que es el smishing?”. Disponible en: <https://lam.norton.com/internetsecurity-emerging-threats-what-is-smishing.html>

<sup>40</sup> Disponible en <https://www.elperiodicodearagon.com/sucesos/delitos-informaticos/2021/09/17/caso-real-vishing-estafador-llama-57373450.html>

<sup>41</sup> <https://www.verdict.co.uk/vishing-twitter-breach/>

<sup>42</sup> Kurtz. G., (2021). Global Threat Report. Disponible en: <https://go.crowdstrike.com/rs/281-OBQ-266/images/Report2021GTREUR.pdf>

ÁMBITO DE ACTIVIDAD	DEMANDAS DE SERVICIOS Y APLICACIONES
	temas relacionados con el phishing ciberdelictivo. Entre los ataques destacan las ofertas fraudulentas de equipos de protección individual (EPI); ataque contra teletrabajadores y medidas públicas de apoyo.
<b>Ataques de cadena de suministro y el uso indebido del Microsoft 365</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha producido un ataque de magnitud que ha afectado sectores como el de educación, administración, tecnología, energía y sanidad. En diciembre 2020 se ha publicado una información detallada sobre el ataque a la cadena de suministro mediante la instalación de un código malicioso llamado SUNBURST durante el mecanismo de implementación de actualizaciones de SolarWinds Orion. Además, tras varias pruebas los expertos detectaron que Microsoft 365 ha sido un objetivo permanente de este tipo de ataque.</li> </ul>
<b>Incremento de los facilitadores de la ciberdelincuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los facilitadores son un aspecto importante para considerar en el crecimiento de la ciberdelincuencia. Estos facilitadores dan “la oportunidad” a los atacantes realizar operaciones ilícitas y a su vez los atacantes lo realizan como un servicio.</li> </ul>
<b>Auge de los servicios en la nube</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los servicios en la nube presentan una serie de beneficios entre cuales eficiencia y ahorro de costes. Es por ello por lo que cada vez más se accede a este tipo de servicios y el flujo de datos es enorme. En este contexto, los ataques que existen se refieren a la inseguridad en la red. Kaspersky indica que el costo promedio de una violación de datos es de 3,86 millones USD, por lo que garantizar la seguridad en la nube es un tema prioritario</li> </ul>
<b>Auge del Internet de las Cosas (IoT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La expansión del IoT genera oportunidades para ataques en los dispositivos que los emplean (relojes inteligentes, asistentes de voz como Google Home o rastreadores de actividad física, etc). Se precisa que para 2026 las cifras contabilizarán en torno a 64 mil millones de dispositivos IoT en todo el mundo.</li> </ul>

Fuente: Kurtz, G., (2021). *Global Threat Report*. Disponible en: <https://go.crowdstrike.com/rs/281-OBQ-266/images/Report2021GTREUR.pdf>

Kaspersky. “2021 Top Ten Cybersecurity Trends”. Disponible en: <https://www.kaspersky.com/resource-center/preemptive-safety/cyber-security-trends>

## Oportunidades de innovación en Ciberseguridad

Cada día Microsoft detecta en torno a 60.000 amenazas (URL o archivos adjuntos maliciosos) relacionados con el COVID-19<sup>43</sup>.

Sin duda que el riesgo de ataque malicioso es mucho más alto si pensamos en la multitud de plataformas o desarrollos tecnológicos.

Así, el teletrabajo, la falta de acceso seguro, la ingeniería social y la falta de agilidad son algunos motivos que dan lugar a la necesidad de redefinición de una Estrategia de ciberseguridad. Así, la necesidad de una revisión de la estrategia de ciberseguridad, requiere seguir los siguientes pasos propuestos por AVANADE<sup>44</sup>:

<sup>43</sup> AVANADE. “Redefina su estrategia de ciberseguridad para el nuevo mundo”. Cinco pasos para proteger la empresa y prepararse para un futuro flexible”. Disponible en: <https://www.avanade.com/-/media/asset/solutions/rethink-your-cybersecurity-strategy-guide.pdf?la=es-es&ver=2&hash=3033E989EF1A4B25D6B4A59C584B31FA>

<sup>44</sup> AVANADE. “Redefina su estrategia de ciberseguridad para el nuevo mundo”. Cinco pasos para proteger la empresa y prepararse para un futuro flexible”. Disponible en: <https://www.avanade.com/-/media/asset/solutions/rethink-your-cybersecurity-strategy-guide.pdf?la=es-es&ver=2&hash=3033E989EF1A4B25D6B4A59C584B31FA>

- Adoptar una mentalidad Zero-Trust.
- Evaluación exhaustiva de los riesgos.
- Priorizar los proyectos de seguridad, presupuestos y recursos.
- Simplificar y mejorar el entorno de seguridad.
- Renovar la visión de la seguridad a largo plazo.

En este contexto, los tipos de oportunidades de innovación derivados del desarrollo de estrategia de ciberseguridad se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 13. Selección de oportunidades de innovación en ciberseguridad**

Ámbito de innovación	Tipo de innovación/ desarrollos
<b>Ciberdefensa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones avanzadas de ataque y preparación para reducir la exposición de las empresas a amenazas dirigidas a los dispositivos IoT.</li> <li>- Operaciones cibernéticas y resiliencia para garantizar mayor confianza de datos.</li> <li>- Servicios de asesoramiento sobre seguridad de aplicaciones.</li> <li>- Investigación cibernética, forense y respuesta para detectar y responder de manera inmediata a amenazas que pueden afectar las operaciones comerciales.</li> <li>- Inteligencia de amenazas cibernéticas para adelantar un posible ataque y poder reaccionar.</li> </ul>
<b>Ciberseguridad aplicada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad en la nube y la infraestructura.</li> <li>- Seguridad de los datos.</li> <li>- Identidad digital.</li> <li>- Gestión Integrada de Riesgos.</li> <li>- Plataformas de seguridad para monitoreo de seguridad dirigida a mejorar la resiliencia de los servicios comerciales centrales.</li> </ul>
<b>Gestión de Ciberseguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad de aplicaciones administradas con entornos compatibles y sistemas más seguros con procesos industrializados y repetibles.</li> <li>- Seguridad gestionada en la nube.</li> <li>- Identidad digital gestionada mediante procesos y herramientas que permitan la optimización del acceso a servicios y aplicaciones comerciales en la nube.</li> <li>- Riesgo de seguridad gestionado para mitigación de riesgos, maximización de ganancias, etc.</li> <li>- Detección y respuesta gestionadas contra los ciberdelincuentes avanzados.</li> </ul>
<b>Soluciones industriales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Tecnología de las Operaciones (OT)” para garantizar dispositivos conectados seguros (IoT / IIoT / ICS)<sup>45</sup>.</li> <li>- Riesgo y estrategia de seguridad para entender el entorno en que actúan las amenazas estratégicas y para el desarrollo de hojas de ruta para eliminar estos desafíos.</li> <li>- Seguridad de la industria que incluye seguridad física, gestión de delitos y gestión de fronteras.</li> </ul>

Fuente: Accenture. Seguridad. Disponible en: [https://www.accenture.com/es-es/about/security-index?c=acn\\_qlb\\_brandexpressionqooqle\\_11620899&n=psqs\\_1020&qclid=EA1aIQobChMIqLqA\\_sbv8wIVBrTVCh2pXAY8EAAYASAAE\\_qL\\_m\\_D\\_BwE](https://www.accenture.com/es-es/about/security-index?c=acn_qlb_brandexpressionqooqle_11620899&n=psqs_1020&qclid=EA1aIQobChMIqLqA_sbv8wIVBrTVCh2pXAY8EAAYASAAE_qL_m_D_BwE)

<sup>45</sup> IoT – Internet of Things  
IIoT – Industrial Internet of Things  
ICS – Industrial Control Security

# Demandas tempranas en Ciberseguridad

## Gasto en Ciberseguridad

El gasto en ciberseguridad ha crecido de manera exponencial en el mundo en la última década.

El gasto en ciberseguridad a nivel mundial (por segmento de mercado) ha ido creciendo, pasando de 101.544 millones de USD en el año 2017 a 124.166 USD en el año 2019. Entre los 10 segmentos de mercado considerados<sup>46</sup>, el mayor gasto en ciberseguridad se contabiliza en el segmento servicios de seguridad y representa un 51,75% del total gasto en ciberseguridad mundial en 2019<sup>47</sup>.

*En España, el 91,98% de las empresas utilizan alguna medida de seguridad TIC<sup>48</sup>.*

A nivel europeo, los datos de EUROSTAT apuntan que en el año 2020 más del 57% (dato estimado) de ciudadanos se relacionan con la administración pública por medios electrónicos. Cabe señalar además que es un dato que ha ido aumentando en los últimos 10 años (41% de ciudadanos conectados en 2011)<sup>49</sup>.

El mercado europeo de los productos de ciberseguridad está dominado principalmente por empresas estadounidenses, convirtiendo a Europa y España en importadores de estos productos. La compra o el desarrollo de una tecnología viene acompañado por una inversión en ciberseguridad para prevenir cualquier riesgo durante su implementación<sup>50</sup>.

En este contexto, para incrementar tanto la demanda como la oferta en ciberseguridad a nivel europeo, en el año 2013 se ha desarrollado la **Estrategia de Ciberseguridad Europea**<sup>51</sup> y posteriormente en el año 2016 se creó la **European Cybersecurity Organization (ECISO)**<sup>52</sup> que engloba todas las organizaciones con intereses en seguridad de la información. También en el año 2016 entra en vigor la **Directiva NIS**<sup>53</sup>, que es la primera ley aprobada en materia de ciberseguridad a escala de la Unión Europea.

Antes del desarrollo de la nueva Estrategia, en el año 2019 entró en vigor el Reglamento de Ciberseguridad que es un marco de certificación de la ciberseguridad de los productos, procesos y servicios en la UE, y que reforzó el mandato de la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA)<sup>54</sup>.

En diciembre de 2020, la Comisión Europea y el Alto Representante de la Unión para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad presentaron la **Nueva Estrategia de Ciberseguridad de la UE** (The EU's Cybersecurity Strategy for the Digital Decade)<sup>55</sup>.

---

<sup>46</sup> Seguridad de aplicaciones, seguridad en la nube, seguridad de datos, gestión de identidades y accesos, protección de infraestructuras, gestión integral del riesgo, equipos de seguridad de red, otro software de seguridad de información, servicios de seguridad y software de seguridad de consumo.

<sup>47</sup> Delgado, L. "España y la ciberseguridad: hora de remangarse" a partir de datos Gartner. Disponible en: <https://presidencia.gva.es/documents/166658342/166724312/Ejemplar+410/aed2f0bf-3dac-45f8-b47a-3f9b89d3ec61>

<sup>48</sup> Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de uso de TIC y comercio electrónico en las empresas 2020-2021

<sup>49</sup> Eurostat. (2021). E-government activities of individuals via websites. Disponible en [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc\\_ciegi\\_ac&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_ciegi_ac&lang=en)

<sup>50</sup> Gradient (2019). "Innovación en ciberseguridad: estrategia y tendencias (I)". Disponible en: <https://www.gradient.org/blog/innovacion-ciberseguridad-1/>

<sup>51</sup> Disponible en: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST%206225%202013%20INIT/es/pdf>

<sup>52</sup> ECISO. Disponible en: <https://ecs-org.eu/>

<sup>53</sup> Comisión Europea. NIS Directive. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/nis-directive>

<sup>54</sup> Comisión Europea (2020). "Nueva Estrategia de Ciberseguridad de la UE y nuevas normas para aumentar la resiliencia de las entidades críticas físicas y digitales". Disponible en: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip\\_20\\_2391](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_2391)

<sup>55</sup>

La nueva estrategia pone de manifiesto la importancia de la ciberseguridad en el marco del futuro digital de Europa, el Plan de Recuperación para Europa y la Estrategia de la Unión de la Seguridad de la UE. La Nueva Estrategia de Ciberseguridad de la UE “reforzará la resiliencia colectiva europea contra las ciberamenazas y ayudará a garantizar que todos los ciudadanos y las empresas puedan beneficiarse plenamente de unos servicios y herramientas digitales fiables y de confianza”<sup>56</sup>.

La Estrategia incluye tres propuestas concretas para garantizar la confianza y la seguridad en una transición digital intensiva de la UE<sup>57</sup>:

- 1) Resiliencia, soberanía tecnológica y liderazgo.
- 2) Desarrollo de la capacidad operativa para prevenir, disuadir y responder.
- 3) Promover un ciberespacio global y abierto a través de una mayor cooperación

En España, por la Orden PCI/487/2019, de 26 de abril, se publicó la **Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2019**, aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional. Las Estrategia se basa en 4 principio rectores<sup>58</sup>:

- Unidad de Acción.
- Anticipación.
- Resiliencia.
- Eficiencia.

A partir de ello se han definido 4 objetivos para la ciberseguridad y 7 líneas de acción, tal y como se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 14. Objetivos y líneas de acción para la ciberseguridad en España**

ÍTEM	
<b>Objetivos para ciberseguridad</b>	I) Seguridad y resiliencia de las redes y los sistemas de información y comunicaciones del sector público y e los servicios esenciales. II) Uso seguro y fiable del ciberespacio frente a su uso ilícito o malicioso III) Protección del ecosistema empresarial y social y de los ciudadanos. IV) Cultura y compromiso con la ciberseguridad y potenciación de las capacidades humanas y tecnológicas. V) Seguridad del ciberespacio en el ámbito internacional
<b>Líneas de acción</b>	1) Reforzar las capacidades ante las amenazas provenientes el ciberespacio. 2) Garantizar la seguridad y resiliencia de los activos estratégicos para España. 3) Reforzar las capacidades de investigación y persecución de la cibercriminalidad 4) Impulsar la ciberseguridad de ciudadanos y empresas. 5) Potenciar la industria española de ciberseguridad. 6) Contribuir a la seguridad del ciberespacio en el ámbito internacional 7) Desarrollar una cultura de ciberseguridad.

Fuente: Elaboración a partir de Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2019

Comisión Europea (2020). JOIN(2020) 18 final. “The EU's Cybersecurity Strategy for the Digital Decade”. Disponible en: [file:///C:/Users/proyectos1/Downloads/join2020\\_18\\_en\\_act\\_part1\\_v9\\_-\\_copy\\_2DD42D12-B246-B9BE-E927D92051AE4753\\_72164.pdf](file:///C:/Users/proyectos1/Downloads/join2020_18_en_act_part1_v9_-_copy_2DD42D12-B246-B9BE-E927D92051AE4753_72164.pdf)

<sup>56</sup> Comisión Europea (2020). “Nueva Estrategia de Ciberseguridad de la UE y nuevas normas para aumentar la resiliencia de las entidades críticas físicas y digitales”. Disponible en: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip\\_20\\_2391](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_2391)

<sup>57</sup> Ibid.

<sup>58</sup> Disponible en: <https://www.dsn.gob.es/es/documento/estrategia-nacional-ciberseguridad-2019>

Las *predicciones de demanda de ciberseguridad* en los próximos años se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 15: Predicciones de demanda de ciberseguridad 2021-2025**

PREDICCIONES DE DEMANDA DE CIBERSEGURIDAD	DESCRIPCIÓN
<p>Para fines de 2023, las leyes de privacidad modernas cubrirán la información personal del 75% de la población mundial.</p>	<p>El gran alcance de las leyes de privacidad indica que existirán leyes de protección de datos en multitud de jurisdicciones, y los clientes querrán saber qué tipo de datos se recopilan y cómo se utilizan. Se deberán automatizar los sistemas de administración de privacidad. Estandarizar las operaciones de seguridad utilizando el Reglamento Europeo General de Protección de Datos GDPR como base y luego ajustarlo a las jurisdicciones individuales.</p>
<p>Para 2024, las organizaciones que adopten una arquitectura de malla de ciberseguridad reducirán el impacto financiero de los incidentes de seguridad en un promedio del 90%.</p>	<p>La malla de ciberseguridad se extiende para cubrir identidades fuera del perímetro de seguridad tradicional y crear una visión holística de la organización. También ayuda a mejorar la seguridad del trabajo remoto. Estas demandas impulsarán la adopción de ciberseguridad en los próximos años.</p>
<p>Para 2024, el 30% de las empresas adoptarán las capacidades Secure Web Gateway (SWG), Cloud Access Security Brokers (CASB), Zero Trust Network Access (ZTNA) y Firewall As A Service (FWaaS) del mismo proveedor.</p>	<p>Las organizaciones se están inclinando hacia la optimización y la consolidación. Los líderes de seguridad a menudo administran docenas de herramientas, pero planean consolidar a menos de 10. SaaS se convertirá en el método de entrega preferido y la consolidación afectará a los plazos de adopción del hardware.</p>
<p>Para 2025, el 60% de las organizaciones utilizarán el riesgo de ciberseguridad como un factor determinante principal en la realización de transacciones y compromisos comerciales con terceros.</p>	<p>Los inversores están utilizando el riesgo de ciberseguridad como factor clave para evaluar las oportunidades. Cada vez más, las organizaciones analizan el riesgo de ciberseguridad durante los acuerdos comerciales, incluidas las fusiones y adquisiciones y los contratos de proveedores. El resultado serán más solicitudes de datos sobre el programa de ciberseguridad de un socio a través de cuestionarios o calificaciones de seguridad.</p>
<p>El porcentaje de estados nacionales que aprueban leyes para regular los pagos de ransomware, las multas y las negociaciones aumentará al 30% para fines de 2025, en comparación con menos del 1% en 2021.</p>	<p>Se esperar una represión más agresiva de los pagos por ransomware. Dado el mercado de criptomonedas, en su mayoría no regulado, existen implicaciones éticas, legales y morales para el pago de rescates, y es vital considerar el impacto de hacerlo.</p>
<p>Para 2025, el 40% de las juntas directivas tendrán un comité de ciberseguridad dedicado supervisado por un miembro calificado de la junta.</p>	<p>Supervisión y un escrutinio más estrictos. Aumento de la visibilidad del riesgo de ciberseguridad en toda la organización.</p>
<p>Para 2025, el 70% de los directores ejecutivos impondrá una cultura de resiliencia organizacional para sobrevivir a las amenazas</p>	<p>Adoptar la resiliencia organizativa para tener en cuenta entornos de seguridad más amplios.</p>

PREDICCIONES DE DEMANDA DE CIBERSEGURIDAD	DESCRIPCIÓN
coincidentes de delitos cibernéticos, eventos climáticos severos, disturbios civiles e inestabilidades políticas.	La transformación digital agrega complejidad al panorama de amenazas, lo que afectará la forma en que produce productos y servicios. Crear inventarios de los riesgos cibernéticos que afectan a las empresas.
Para 2025, los actores de amenazas habrán armado entornos de tecnología operativa con el éxito suficiente como para causar víctimas humanas.	Cambiará la conversación de la interrupción del negocio a un daño físico. Desarrollo de sistemas ciberfísicos centrados en activos.

Fuente: Gartner<sup>59</sup>

<sup>59</sup> Ver <https://www.gartner.com/en/articles/the-top-8-cybersecurity-predictions-for-2021-2022>

CAPÍTULO

# 6/ Inteligencia Artificial (IA) y Big Data



## 6. Inteligencia Artificial (IA) y Big Data

# ¿Qué es la Inteligencia Artificial y el Big Data?

### Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial es la habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades que los seres humanos, como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear.

### Big Data

Conjuntos de datos recopilados que son tan grandes y complejos que requieren nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, para su tratamiento.

Existen diversas aproximaciones a la definición de Inteligencia Artificial.

El Parlamento Europeo define la **inteligencia artificial (IA)**<sup>60</sup> como la *“habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades que los seres humanos, como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear”*.

En este contexto, el **Grupo de Expertos de Alto Nivel en Inteligencia Artificial**<sup>61</sup> organizado por la Comisión Europea define *“los sistemas de inteligencia artificial (IA) son sistemas de software (y posiblemente también hardware) diseñados por humanos que, dado un objetivo complejo, actúan en la dimensión física o digital al percibir su entorno a través de la adquisición de datos, interpretando los datos estructurados o no estructurados recopilados, razonando sobre el conocimiento, o procesando la información derivada de estos datos y decidiendo la(s) mejor(es) acción(es) a tomar para lograr el objetivo dado. Los sistemas de inteligencia artificial pueden usar reglas simbólicas o aprender un modelo numérico, y también pueden adaptar su comportamiento analizando cómo el medio ambiente se ve afectado por sus acciones anteriores”*<sup>62</sup>.

Así, tal y como indica el Parlamento Europeo, la IA<sup>63</sup> permite que los sistemas tecnológicos perciban su entorno, se relacionen con él, resuelvan problemas y actúen con un fin específico. La máquina recibe datos (ya preparados o recopilados a través de sus propios sensores, por ejemplo, una cámara), los procesa y responde a ellos. Los sistemas de IA son capaces de adaptar su comportamiento en cierta medida, analizar los efectos de acciones previas y de trabajar de manera autónoma.

La Comisión Europea clasifica dos tipos de Inteligencia Artificial:

- **Software:** asistentes virtuales, software de análisis de imágenes, motores de búsqueda, sistemas de reconocimiento de voz y rostro.

<sup>60</sup> <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>

<sup>61</sup> <https://www.ai4eu.eu/news/high-level-expert-group-ai>

<sup>62</sup> Ver “IA Watch. Defining Artificial Intelligence”. Página 9. JRC European Commission

<sup>63</sup> <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>

- Inteligencia artificial integrada: robots, drones, vehículos autónomos, Internet de las Cosas.

La Inteligencia Artificial se aplica al tratamiento de grandes cantidades de datos procedentes de diversas fuentes. El software de IA recopila y procesa toda esa información, define conclusiones, ajusta parámetros y produce resultados. La combinación entre su alta precisión y el bajo tiempo de computación convierte a la IA en una tecnología avanzada.

Por su parte, el Parlamento Europeo define el **Big data**<sup>64</sup> como conjuntos de datos recopilados que son tan grandes y complejos que requieren nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, para su procesamiento.

Los datos provienen de muchas fuentes diferentes. A menudo son del mismo tipo, por ejemplo, los datos de GPS de millones de teléfonos móviles se utilizan para mitigar los atascos de tráfico; pero también puede ser una combinación, como los registros médicos y el uso de aplicaciones por parte de los pacientes. La tecnología permite que estos datos se recopilen muy rápido, casi en tiempo real, y se analicen para obtener nuevos conocimientos.

*En España, el 8,32% de las empresas utilizan la Inteligencia Artificial en el primer trimestre de 2021, mientras que el 11,05% de las empresas españolas analizaron big data en 2021*<sup>65</sup>.

## Tendencias tecnológicas en IA y Big Data

### Desarrollo de técnicas de Inteligencia Artificial

En la actualidad, los sistemas de IA están "dirigidos a objetivos". Es decir, los humanos especifican el objetivo a alcanzar y determinan las técnicas para hacerlo.

Aunque las definiciones existentes varían significativamente, existe consenso en que el estado actual de la técnica y su futuro a mediano plazo se caracterizan por una "IA débil", es decir, "sistemas que se centran en resolver problemas de aplicación", a diferencia de la "IA general" o la "superinteligencia"<sup>66</sup>.

- La IA débil es una inteligencia de máquina que actúa de manera ajustada a las reglas que se le marcan.
- La IA general tiene capacidad de razonamiento, abstracción, comunicación, y puede formular y entender el conocimiento<sup>67</sup>.

En el estado actual de la tecnología, *los sistemas de IA están "dirigidos a objetivos"*. Esto significa que los humanos especifican el objetivo a alcanzar y determinan las técnicas para hacerlo<sup>68</sup>.

En la actualidad, la Inteligencia Artificial estadística se refiere al conjunto de técnicas que inducen tendencias a partir de un conjunto de patrones. Este grupo de técnicas son también denominadas de aprendizaje, e incluyen el aprendizaje automático (*machine learning*), las redes neuronales (*neural*

<sup>64</sup> <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20210211STO97614/big-data-definition-benefits-challenges-infographics>

<sup>65</sup> Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de uso de TIC y comercio electrónico en las empresas 2020-2021.

<sup>66</sup> Trends and Developments in Artificial Intelligence Communications Networks, Content and Technology Final report Prepared by: Challenges to the Intellectual Property Rights Framework. European Commission. Ver página 21

<sup>67</sup> TELOS y Fundación Telefónica. Ver <https://telos.fundaciontelefonica.com/inteligencia-general-artificial-infografia/>

<sup>68</sup> Trends and Developments in Artificial Intelligence Communications Networks, Content and Technology Final report Prepared by: Challenges to the Intellectual Property Rights Framework. European Commission. Ver página 23

networks), y el aprendizaje profundo (*deep learning*), entre otras. Sus definiciones se presentan en la siguiente tabla.

También se encuentra el Procesamiento natural del lenguaje (Natural Language Processing).

**Tabla 16: Técnicas de Inteligencia Artificial**

TÉCNICAS DE IA	DESCRIPCIÓN
Aprendizaje automático (Machine learning)	El aprendizaje automático (ML) normalmente se refiere a la rama de la IA que se centra en el desarrollo de sistemas que aprenden de datos. En lugar de que se les diga explícitamente cómo resolver un problema, los algoritmos de aprendizaje automático pueden crear soluciones aprendiendo a partir de ejemplos (denominado "entrenamiento" del algoritmo ML).
Redes neuronales (Neural networks)	Las redes neuronales son un tipo de modelo utilizado en la lógica operativa de la IA. La estructura del modelo "consta de capas de neuronas conectadas por pesos" e "imita el funcionamiento de un cerebro humano". Las redes neuronales "modifican su propio código para encontrar y optimizar enlaces entre entradas y salidas". <i>"Una red neuronal tiene, como entrada, los datos provenientes de sensores y, como salida, la interpretación de la imagen. Durante la fase de formación de la red, los pesos de las conexiones se ajustan para que coincidan tanto como sea posible con los ejemplos disponibles, para minimizar el error entre la salida esperada y la salida calculada por la red. Al final de la fase de entrenamiento, una fase de prueba del comportamiento de los nervios de la red sobre ejemplos nunca antes vistos comprueba que la tarea se ha aprendido bien"</i> <sup>69</sup> .
Aprendizaje profundo (Deep learning)	El deep learning no especifica la forma funcional de las soluciones. En cambio, tiene suficiente complejidad flexible para aprender mapeos arbitrarios, desde la entrada hasta el resultado, de muchos ejemplos de entrenamiento.
Procesamiento natural del lenguaje (Natural Language Processing NLP)	El procesamiento del lenguaje natural (NLP) se puede definir como "la aplicación de técnicas para el análisis y síntesis del lenguaje y el habla naturales". Es una rama de la IA que se ocupa de la interacción entre computadoras y humanos usando lenguaje natural (es decir, un lenguaje humano en lugar de un lenguaje informático). <i>"El objetivo último de la NLP es leer, descifrar, comprender y dar sentido al lenguaje humano de una manera que sea, de alguna manera, valiosa. Las técnicas de NLP se basan en el aprendizaje automático para derivar el significado del lenguaje humano"</i> <sup>70</sup> .

Fuente: Trends and Developments in Artificial Intelligence Communications Networks, Content and Technology Final report Prepared by: Challenges to the Intellectual Property Rights Framework. European Commission. Página 25 y siguientes

En este contexto, el **Parlamento Europeo ha elaborado en enero de 2021 un Informe sobre inteligencia artificial**<sup>71</sup>, ante la evolución de las tendencias en el ámbito de esta tecnología y la necesidad de aclarar las diversas cuestiones de interpretación que surgen como consecuencia de su desarrollo.

<sup>69</sup> "Grupo de Expertos de Alto Nivel en Inteligencia Artificial" de la Comisión Europea. "A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines"

<sup>70</sup> <https://becominghuman.ai/a-simple-introduction-to-natural-language-processing-ea66a1747b32>

<sup>71</sup> [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0001\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0001_ES.html)

Tal y como se refleja en este informe, la inteligencia artificial (IA), la robótica y las tecnologías relacionadas se están desarrollando con gran rapidez y pueden afectar directamente a todos los aspectos de nuestras sociedades. Está causando una revolución en la doctrina y el material militar mediante el uso de la IA. Así, la Unión Europea persigue que el desarrollo de esta tecnología esté centrada en el ser humano, es decir, que se conciba básicamente para ser utilizada al servicio de la humanidad y el bien común, a fin de contribuir al bienestar y el interés general de sus ciudadanos.

Por ello, el Parlamento Europeo considera necesario adoptar un marco jurídico europeo común con definiciones armonizadas y principios éticos comunes para el uso de la IA, y por ello pide a la Comisión Europea que adopte las definiciones siguientes:

- **«sistema de IA»:** todo sistema basado en programas informáticos o incorporado en dispositivos físicos que muestra un comportamiento que simula la inteligencia, entre otras cosas, mediante la recopilación y el tratamiento de datos, el análisis y la interpretación de su entorno y la adopción de medidas, con cierto grado de autonomía, para lograr objetivos específicos.
- **«autónomo»:** todo sistema de IA que funciona interpretando determinados datos de entrada y utilizando un conjunto de instrucciones predeterminadas, sin limitarse a ellas, a pesar de que el comportamiento del sistema esté limitado y orientado a cumplir el objetivo que se le haya asignado y otras decisiones pertinentes de diseño tomadas por su desarrollador.

De esta forma, se percibe el interés del Parlamento Europeo por regular la tendencia en IA al desarrollo de soluciones y aplicaciones de carácter “autónomo”. En este sentido, considera que la IA utilizada en un contexto militar y civil debe estar sujeta a un control humano apropiado.

El Parlamento Europeo identifica tendencias en el ámbito del desarrollo de la IA en aplicaciones a sectores estratégicos de economía europea. Se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 17: Tendencias en aplicaciones de la IA a sectores socio económicos estratégicos**

APLICACIONES	DESCRIPCIÓN
Salud	<p>La inteligencia artificial desempeña un papel cada vez más esencial en el ámbito de la asistencia sanitaria, sobre todo en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los algoritmos de ayuda al diagnóstico.</li> <li>• La cirugía asistida por robots.</li> <li>• Las prótesis inteligentes.</li> <li>• Los tratamientos personalizados basados en la modelización tridimensional del cuerpo de cada paciente.</li> <li>• Los robots sociales destinados a ayudar a las personas mayores.</li> <li>• Las terapias digitales diseñadas para mejorar la autonomía de algunos enfermos mentales.</li> <li>• La medicina predictiva y los programas informáticos de respuesta ante epidemias.</li> </ul>
Justicia	<p>La IA en el ámbito de la justicia podría mejorar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El análisis y la recogida de datos y la protección de las víctimas. Esta posibilidad podría estudiarse en investigación y desarrollo e ir acompañada de evaluaciones de impacto.</li> <li>• Salvaguardias para la tutela judicial efectiva y frente a los sesgos y la discriminación.</li> <li>• Aplicación del principio de precaución para que la IA no pueda ocupar el lugar de un ser humano a la hora de dictar sentencia o tomar decisiones.</li> </ul>

APLICACIONES	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requieren salvaguardas también como la supervisión por profesionales cualificados y normas relativas a la ética profesional.</li> <li>• El uso de los sistemas de IA ha de contar en todo momento con una verificación humana efectiva y un respeto a las garantías procesales dentro de la Unión, en los casos de asuntos familiares transfronterizos, como la sustracción internacional de menores.</li> </ul>
Militar	<p>La IA brinda la oportunidad de reforzar la seguridad de la Unión y de sus ciudadanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia colectiva en ámbitos civiles y militares.</li> <li>• Utilización de sistemas de inteligencia artificial para la formación y los ejercicios.</li> <li>• La IA beneficiará al personal de servicio de las fuerzas armadas mediante el tratamiento masivo de los datos relativos a su salud y la expansión del alcance del seguimiento sanitario.</li> <li>• La IA identificará factores de riesgo relacionados con el entorno de las fuerzas armadas y sus condiciones de trabajo y propondrá salvaguardias adecuadas para limitar los perjuicios a su salud.</li> <li>• Mejorar la autoprotección del personal militar en las operaciones en entornos contaminados, la lucha contra incendios, el desminado en tierra o en el mar y la defensa contra los enjambres de drones.</li> <li>• Uso de la IA en el socorro en caso de catástrofe, la prevención de crisis y el mantenimiento de la paz.</li> <li>• “Sistemas armamentísticos autónomos letales” (SAAL), que son sistemas de armas sin un control humano significativo con respecto a las funciones críticas de selección y ataque de objetivos individuales.</li> </ul>
Transporte	<p>Potencial económico de las aplicaciones de IA al sector transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos autónomos.</li> <li>• Sistemas de aeronaves no tripuladas.</li> <li>• Buques autónomos.</li> <li>• Optimización del rendimiento a largo plazo, el mantenimiento y la predicción de averías de equipamientos de transporte.</li> <li>• La planificación de la construcción en relación con las infraestructuras de transporte y los edificios.</li> <li>• La seguridad.</li> <li>• La eficiencia energética.</li> <li>• La gestión de los costes.</li> <li>• Promover la multimodalidad, la interoperabilidad y la eficiencia energética de todos los modos de transporte.</li> <li>• Potenciar una mayor eficacia en la organización y gestión de los flujos de tráfico de mercancías y pasajeros.</li> <li>• Hacer un mejor uso de las infraestructuras y los recursos a lo largo de la red transeuropea de transportes (RTE-T).</li> <li>• Abordar los obstáculos para la creación de un verdadero espacio único europeo de transporte.</li> <li>• Automatización de operaciones ferroviarias.</li> <li>• Investigación sobre la gestión del tráfico aéreo.</li> <li>• Sistemas de gestión del tráfico aéreo, tanto civiles como militares.</li> <li>• IA aplicada a sistemas de transporte inteligente que reducen la congestión del tráfico.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración de INFYDE con datos de INFORME sobre inteligencia artificial: cuestiones de interpretación y de aplicación del Derecho internacional en la medida en que la UE se ve afectada en los ámbitos de los usos civil y militar, así como de la autoridad del Estado fuera del ámbito de la justicia penal. Comisión de Asuntos Jurídicos. Parlamento Europeo*

# Oportunidades de innovación en IA y Big Data

## Oportunidades para las empresas

Desarrollo de una nueva generación de productos y servicios, optimizando los procesos de producción y comercialización, y la mejora de la relación hombre-máquina.

## Oportunidades para los servicios públicos

Mejora de la calidad de los servicios públicos.

La Comisión Europea<sup>72</sup> planea *invertir 1.000 millones de euros al año en Inteligencia Artificial*, procedentes de sus programas Europa Digital y Horizonte Europa. Así, la Comisión Europea persigue atraer más de 20.000 millones de euros de inversión total en IA al año en la UE durante la próxima década. En la actualidad, Europa produce más del 25% de todos los robots de servicios industriales y personales que se producen en el mundo.

El **Libro Blanco de la Inteligencia Artificial**<sup>73</sup> de la Comisión Europea propone que Europa desarrolle un ecosistema de inteligencia artificial que acerque las ventajas de la tecnología a:

- Los *ciudadanos*, para que obtengan mejor atención sanitaria, mejores aparatos domésticos, sistemas de transporte seguros y limpios y mejores servicios públicos.
- Las *empresas*, mediante una nueva generación de productos y de servicios en áreas como maquinaria, transporte, ciberseguridad, agricultura, economía verde y circular, atención sanitaria y sectores de gran valor añadido, como la moda y el turismo.
- Los *servicios públicos*, mediante una reducción de los costes de la prestación de servicios, una mayor sostenibilidad de los productos, o una mayor seguridad ciudadana.

En España, la **Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA)**<sup>74</sup> tiene como objetivo proporcionar un marco de referencia para el desarrollo de una IA inclusiva, sostenible y centrada en la ciudadanía. La ENIA cuenta con 6 Ejes estratégicos y 30 medidas, entre las que se encuentran algunas como una red Española de Excelencia en IA, ayudas a empresas, misiones de I+D+I en IA, desarrollo de la oferta formativa en Formación Profesional y Universitaria en IA, transferencia de innovación en IA, y un Programa Nacional de Algoritmos Verdes, entre otras<sup>75</sup>.

---

<sup>72</sup> [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence\\_es#la-ia-y-la-ue-en-cifras](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_es#la-ia-y-la-ue-en-cifras)

<sup>73</sup> LIBRO BLANCO sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza. Comisión Europea. COM(2020) 65 final de 2020

<sup>74</sup> <https://portal.mineco.gob.es/es-es/ministerio/areas-prioritarias/Paginas/inteligencia-artificial.aspx>

<sup>75</sup> [https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202\\_ENIA\\_V1\\_0\\_Resumen\\_ejecutivo.pdf](https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_ENIA_V1_0_Resumen_ejecutivo.pdf). Ver página 16

La ENIA es uno de los ejes de la [Agenda España Digital 2025](#)<sup>76</sup> y uno de los componentes del [Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la economía española \(España Puede\)](#)<sup>77</sup>.

Para que la tecnología de la Inteligencia Artificial resulte productiva se necesitan datos. La disponibilidad de datos es fundamental para entrenar a los sistemas de inteligencia artificial. Así, la [Estrategia Europea de Datos](#)<sup>78</sup> de la Comisión Europea busca convertir a la Unión Europea en líder de una sociedad impulsada por los datos. Persigue la creación de un mercado único de datos, dirigido a facilitar que estos fluyan libremente por la UE y entre sectores, en beneficio de las empresas, los investigadores y las administraciones públicas.

Esto es una oportunidad para las empresas y la sociedad europea. La sociedad y las empresas europeas generarán crecientes volúmenes de datos en los próximos años.

El volumen de datos producidos en el mundo está creciendo rápidamente, desde 33 zettabytes en 2018 hasta una previsión de 175 zettabytes en 2025<sup>79</sup>.

El modo en que se almacenan y tratan los datos cambiará radicalmente en los próximos cinco años. Actualmente, el 80 % del tratamiento y el análisis de los datos tiene lugar en centros de datos y en instalaciones informáticas centralizadas, y el 20 %, en objetos conectados inteligentes, como coches, electrodomésticos o robots de fabricación, y en instalaciones informáticas próximas al usuario («computación en el borde»). De aquí a 2025, es probable que estas proporciones se inviertan<sup>80</sup>.

Lo anterior abre un campo inmenso de oportunidades para las empresas europeas, no solo de desarrollo de tecnologías, sino de todos los sectores de actividad empresarial en los que se aplicará la IA.

El mercado único de datos en Europa promovido por la Estrategia Europea de Datos se estructurará en los nueve espacios comunes europeos de datos que se presentan en la siguiente tabla, y que representan una amplia oportunidad para las empresas europeas de desarrollar tecnologías, bienes y servicios de alto valor añadido basados en el uso y aprovechamiento de los conjuntos de datos que estarán disponibles para todas las empresas y la sociedad europeas en igualdad de condiciones.

Aquellas empresas y sociedades de los Estados Miembros que no aprovechen la oportunidad de usar estos espacios comunes de datos, perderán competitividad en relación con los que sí lo hagan.

**Tabla 18: Espacios comunes europeos de datos**

ESPACIOS COMUNES EUROPEOS DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Datos relativos a la industria (fabricación)	Apoyar la competitividad y el rendimiento de la industria de la UE, que permita aprovechar el valor potencial del uso de datos no personales en la industria manufacturera (estimado en 1,5 billones EUR de aquí a 2027).
Datos relativos al Pacto Verde Europeo	Utilizar los datos para apoyar las acciones prioritarias del Pacto Verde sobre cambio climático, economía circular, contaminación cero, biodiversidad, deforestación y garantía del cumplimiento. Las iniciativas «GreenData4all» y «Destination Earth» (gemelo digital de la Tierra) cubrirán acciones concretas.

<sup>76</sup> [https://portal.mineco.gob.es/ca-es/ministerio/estrategias/Pagines/00\\_Espana\\_Digital\\_2025.aspx](https://portal.mineco.gob.es/ca-es/ministerio/estrategias/Pagines/00_Espana_Digital_2025.aspx)

<sup>77</sup> <https://planderecuperacion.gob.es/>

<sup>78</sup> Una Estrategia Europea de Datos. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM(2020) 66 final. Ver [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy\\_es](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_es)

<sup>79</sup> IDC, 2018. Ver Estrategia Europea de Datos. Página 2

<sup>80</sup> Gartner, 2017. Ver Estrategia Europea de Datos. Página 2

ESPACIOS COMUNES EUROPEOS DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Datos relativos a la movilidad	Situar a Europa en la vanguardia del desarrollo de un sistema de transporte inteligente, incluidos los automóviles conectados y otros modos de transporte. Este espacio de datos facilitará el acceso, la puesta en común y el intercambio de datos de las bases de datos existentes y futuras sobre transporte y movilidad.
Datos relativos a la salud	Para avances en la prevención, la detección y la cura de enfermedades, así como para la toma de decisiones fundadas y basadas en pruebas a fin de mejorar la accesibilidad, la efectividad y la sostenibilidad de los sistemas de salud.
Datos en materia financiera	Estimular, mediante la mejora del intercambio de datos, la innovación, la transparencia del mercado, unas finanzas sostenibles, así como el acceso a la financiación para las empresas europeas y un mercado más integrado.
Datos relativos a la energía	Promover una mayor disponibilidad e intercambio intersectorial de datos, con un enfoque centrado en el cliente, seguro y fiable, ya que ello facilitaría las soluciones innovadoras y contribuiría a la descarbonización del sistema energético.
Datos relativos al sector agrario	Mejorar la sostenibilidad, el rendimiento y la competitividad del sector agrario mediante el tratamiento y el análisis de la producción y otros datos, con vistas a una aplicación precisa y adaptada de los modelos de producción al nivel de la explotación agraria.
Datos relativos a las administraciones públicas	Mejorar la transparencia y la rendición de cuentas respecto del gasto público y la calidad del gasto, luchar contra la corrupción tanto a nivel nacional como de la UE, y abordar las necesidades en relación con el cumplimiento de las normas.
Datos en materia de cualificaciones	Reducir la inadecuación de las cualificaciones entre el sistema de educación y formación, por un lado, y las necesidades del mercado de trabajo, por otro.

Fuente: Una Estrategia Europea de Datos. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM(2020) 66 final

En este contexto, **PLANETIC**<sup>81</sup> es una plataforma de cooperación que pretende ofrecer una visión global e integrada del sector TIC español, el atender a las necesidades TICs de los diferentes sectores económicos españoles, impulsar el posicionamiento internacional del sector TIC español y servir como espacio de trabajo común para agentes I+D+i y empresas del sector.

Tiene una iniciativa interplataforma en Big Data e Inteligencia Artificial. Persigue establecer equipos multidisciplinares en cooperación entre diversos agentes el amplio rango de tecnologías aplicables (Inteligencia Artificial, HPC, Cloud, seguridad, semántica, interfaces, IoT, eServices, etc.), transversal a diversos sectores (energía, alimentación, industria, salud, etc.). La finalidad es posicionar a España a nivel europeo, descubriendo y dando soluciones a las oportunidades de negocio existentes en torno al Big Data y la Inteligencia Artificial.

Su objetivo es conformar un grupo de agentes españoles con capacidades e intereses en torno al Big Data e Inteligencia Artificial para, de manera coordinada y abierta, definir una visión global y común para implementar la estrategia europea al respecto.

Por su parte, **Gaia-X**<sup>82</sup> es un proyecto iniciado por representantes de las empresas, la política y la ciencia de Europa y de todo el mundo, que están trabajando juntos para crear una infraestructura de datos segura y federada. Las empresas y los ciudadanos recopilarán y compartirán datos, de tal manera que mantengan el control sobre ellos. Deben decidir qué sucede con sus datos, dónde se almacenan y siempre conservar la soberanía de los datos.

<sup>81</sup> [https://www.planetic.es/acerca\\_de\\_planetic](https://www.planetic.es/acerca_de_planetic)

<sup>82</sup> <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA/Navigation/EN/Home/home.html>



La arquitectura de Gaia-X se basa en el principio de descentralización. Gaia-X es el resultado de una multitud de plataformas individuales que siguen un estándar común: *el estándar Gaia-X*. Está desarrollando una infraestructura de datos basada en los valores de apertura, transparencia y confianza. En este contexto, lo que surge no es una nube, sino un sistema en red que une a muchos proveedores de servicios en la nube.

La estructura organizativa de Gaia-X se basa en tres pilares: la Asociación Gaia-X, los Hubs Gaia-X nacionales y la Comunidad Gaia-X. España es uno de los Hubs de Gaia-X.

Gaia-X trabaja en los siguientes espacios de datos:

- Industria 4.0 y PYMEs.
- Salud.
- Educación y competencias.
- Energía.
- Movilidad.
- Finanzas y seguros.
- Espacio.

Adicionalmente, el **“Importante Proyecto de Común Europeo de Interés IPCEI<sup>83</sup> sobre infraestructura y servicios en la nube de próxima generación (IPCEI-CIS)”** de la Comisión Europea persigue construir bases tecnológicas inteligentes sobre cómo los datos serán generados, almacenados, buscados, analizados, procesados, accedidos, compartidos e intercambiados para beneficio de la economía europea, sus empresas, entidades públicas y comunidades. Este IPCEI Fomentará el desarrollo de la próxima generación de equipos altamente escalables, federados, infraestructuras, servicios interoperables, fiables y energéticamente eficientes en la nube.

## Demandas tempranas en IA y Big Data

### Demandas de aplicaciones empresariales e industriales de la IA

Se encuentra muy extendida en el sector industrial la demanda de aplicaciones de tecnologías relacionadas con la Inteligencia Artificial para solucionar retos empresariales.

La descripción técnica del "ciclo de vida" de los sistemas de IA, identifican una serie de intervenciones y contribuciones humanas en diferentes etapas, tal y como se presenta en la siguiente tabla.

---

<sup>83</sup> Important Project of Common European Interest (IPCEI). Ver [https://ec.europa.eu/competition-policy/state-aid/legislation/modernisation/ipcei\\_es](https://ec.europa.eu/competition-policy/state-aid/legislation/modernisation/ipcei_es)

**Tabla 19: Ciclo de vida de los sistemas de Inteligencia Artificial**

APLICACIONES	DESCRIPCIÓN
Planificación y diseño	Definición de requisitos y objetivos, creación de prototipos
Recopilación y procesamiento de datos	Desarrollo de un conjunto de datos
Modelado	Desarrollo de modelos o algoritmos
Verificación y validación	Pruebas de rendimiento y calibración
Implementación	Pilotaje y compatibilidad con software externo
Operación y seguimiento	Evaluación y corrección de los resultados para que sean coherentes con los objetivos

*Fuente: Trends and Developments in Artificial Intelligence Communications Networks, Content and Technology Final report Prepared by: Challenges to the Intellectual Property Rights Framework. European Commission. Página 28 y siguientes*

Las demandas y aplicaciones de la IA han evolucionado en los últimos años. Así, entre otros en los años 90 se desarrollaban tecnologías de reconocimiento automático de caracteres manuscritos, y se aplicaba la IA para la gestión de procesos industriales y el análisis de datos.

En 1997, la computadora IBM Deep Blue derrotó a Garry Kasparov, el por entonces campeón mundial de ajedrez, en un torneo. En los años 2000 se desarrollan proyectos de modelado y predicción, desarrollo de la aplicación de la IA a la formación y análisis de redes y viralización de información.

En los 2010 se impulsa la comercialización de aplicaciones de Inteligencia Artificial.

Se desarrollan nuevos modelos predictivos y aplicaciones para el vehículo eléctrico, así como se desarrolla la investigación en Deep learning y machine learning. También se desarrollan aplicaciones a diversos sectores, como la industria, la química, la salud, la automoción, la banca, y la educación, entre otros<sup>84</sup>.

En 2011, el ordenador Watson desarrollado por IBM fue el ganador en el concurso de televisión estadounidense “Jeopardy”<sup>85</sup>.

Así, algunas de las aplicaciones más representativas de la Inteligencia Artificial dirigidas a satisfacer las demandas de aplicaciones tecnológicas de la industria, se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 20: Aplicaciones de la Inteligencia Artificial**

APLICACIONES	DESCRIPCIÓN
Detección de tendencias y patrones de comportamiento	Identificación de las preferencias de los consumidores de servicios digitales y selección de oferta ajustada al perfil del consumidor. Afinar en tarifas publicitarias. (Ejemplos: Spotify, Financial Times, etc.)

<sup>84</sup> Instituto de Ingeniería del Conocimiento IIC especializado en Inteligencia Artificial. Asociados IBM, Universidad Autónoma de Madrid UAM y el Grupo Santander. Ver <https://www.iic.uam.es/noticias/infografia-30-anos-avances-inteligencia-artificial-iic/>

<sup>85</sup> <https://www.nytimes.com/2011/02/17/science/17jeopardy-watson.html>

APLICACIONES	DESCRIPCIÓN
Auditorías en IA	Servicios de auditorías independientes y pruebas de resistencia específicas para facilitar y obligar al cumplimiento de la legislación europea e internacional en materia de IA.
Capacitación del capital humano en IA	Inversión en capacidades humanas, en particular en las digitales, a fin de adaptarse a los avances científicos que conlleven soluciones impulsadas por la IA, para las personas que ejercen profesiones reguladas, tales como las actividades relacionadas con el ejercicio de los poderes de la autoridad estatal y como la administración de justicia, entre otras.
Análisis predictivo	El análisis predictivo es el método estadístico que a través de la cobertura de datos de hechos que ya sucedieron o están sucediendo puede obtener conclusiones de cómo se va a desarrollar determinada actividad o qué tanto cambiará un comportamiento en el futuro. Ejemplo: Netflix
Optimización de procesos y reducción de tiempos	Análisis de proceso y definición de iniciativas de reingeniería y optimización de procesos. Ejemplos: Logística, reducción de tiempos en la industria farmacéutica para la producción de fármacos, etc.)
Sistemas de alertas inteligentes y predicción de datos	Prevenir con anticipación cuando se van a producir los fenómenos monitorizados para establecer alertas que minimicen riesgos o ayuden a tomar decisiones. Ejemplos: emergencias, picos o caídas de cotizaciones, fenómenos atmosféricos, etc.
Automatización de cargas de trabajo	Las soluciones de automatización de la carga de trabajo o WLA, son productos que ayudan a realizar tareas, procesos, trabajos por lotes o ejecutables (o una combinación de ellos) que una empresa ejecuta repetidamente para apoyar su negocio. Se realizan en diferentes plataformas y aplicaciones. Ejemplo: gestión de recursos humano, gestión de la producción.
Mejora de la atención del cliente	Automatización de la atención al cliente mediante asistentes virtuales. Ejemplo: Siri, Alexa, asistentes virtuales.
Efectividad de acciones de marketing	Realización de acciones automatizadas para la prestación de servicios a los clientes y para el desarrollo de la comunicación corporativa tanto con los clientes como con el resto de agentes sociales del entorno de la empresa.
Detección de anomalías	Análisis y detección de circunstancias empresariales que no presentan una tendencia lógica.
Análisis de sentimiento	Evaluación del nivel de satisfacción del cliente. Ejemplo: conocer los gustos de los usuarios de redes sociales.
Compras por internet y publicidad	La inteligencia artificial se usa mucho para crear recomendaciones personalizadas para los consumidores, basadas, por ejemplo, en sus búsquedas y compras previas o en otros comportamientos en línea. La IA es muy importante en el comercio, para optimizar los productos, planear el inventario, procesos logísticos, etc.
Búsquedas en la web	Los motores de búsqueda aprenden de la gran cantidad de datos que proporcionan sus usuarios para ofrecer resultados de búsqueda relevantes.
Asistentes personales digitales	Los teléfonos móviles smartphones usan la IA para un producto lo más relevante y personalizado posible. Se ha generalizado el uso de los asistentes virtuales que responden a preguntas, dan recomendaciones y ayudan a organizar las rutinas de sus propietarios.
Traducciones automáticas	El software de traducción de idiomas, ya sea basado en texto escrito o hablado, se basa en la inteligencia artificial para proporcionar y mejorar las

APLICACIONES	DESCRIPCIÓN
	traducciones. Esto también se aplica a funciones como la subtítulos automática.
Casas, ciudades e infraestructuras inteligentes	Los termostatos inteligentes aprenden de nuestro comportamiento para ahorrar energía, mientras que los desarrolladores de ciudades inteligentes esperan poder regular el tráfico para mejorar la conectividad y reducir los atascos.
Vehículos	Aunque los vehículos de conducción autónoma no están generalizados todavía, los coches utilizan ya funciones de seguridad impulsadas por IA. Por ejemplo, la UE ayudó en la financiación del sistema de asistencia a la conducción basado en visión VI-DAS, que detecta posibles situaciones peligrosas y accidentes.
Ciberseguridad	Los sistemas de inteligencia artificial pueden ayudar a reconocer y luchar contra los ciberataques y otras amenazas en línea basándose en los datos que reciben continuamente, reconociendo patrones e impidiendo los ataques.
Salud	Los investigadores estudian cómo usar la IA para analizar grandes cantidades de datos sobre la salud para encontrar patrones que podrían llevar a nuevos descubrimientos en la medicina y a otras formas de mejorar los diagnósticos individuales.
Manufacturas	La inteligencia artificial puede ayudar a que los productores europeos sean más eficientes y potencien de nuevo las fábricas en Europa al usar robots, optimizar los recorridos de ventas o con predicciones puntuales del mantenimiento necesario o de averías en "fábricas inteligentes".
Comida y agricultura	La IA puede usarse para construir un sistema alimentario sostenible: podría garantizar comida más sana al minimizar el uso de fertilizantes, pesticidas y el riego; mejorar la productividad y reducir el impacto medioambiental. Además, los robots podrían quitar las malas hierbas y reducir el uso de herbicidas.

Fuente elaboración de INFYDE con datos del Grupo de Trabajo de Inteligencia Artificial de la APTE, la Comisión Europea<sup>86</sup>, y el Parlamento Europeo<sup>87</sup>

<sup>86</sup> <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>

<sup>87</sup> [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0001\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0001_ES.html)



CAPÍTULO

# 7/ Blockchain

## 7. Blockchain

# ¿Qué es el Blockchain?

## Blockchain

*“Blockchain es un libro de contabilidad inmodificable y compartido que facilita el proceso de registro de transacciones y de seguimiento de activos en una red empresarial”<sup>88</sup>.*

Los **elementos clave del blockchain** son los siguientes<sup>89</sup>:

- *Tecnología de libro de contabilidad distribuido;*
- *Registros inmodificables;*
- *Contratos inteligentes.*

Una red de transacciones está permanentemente expuesta a una serie de fraudes y ciberataque. Para ello interviene la tecnología blockchain que se manifiesta por una serie de ventajas agrupadas en tres categorías<sup>90</sup>:

- **Mayor confianza** – un usuario tiene la certeza que recibe información correcta y verificada en el proceso y que se puede compartir solo con los participantes de la red a los que se les otorga este derecho.
- **Mayor seguridad** – toda la información sobre los miembros esta validada junto con las transacciones que son inmodificables siendo ya que se registran de manera constante.
- **Más eficiencia** – mediante un libro mayor distribuido y un conjunto de reglas la información se almacena en blockchain y se ejecuta.

Por su carácter multisectorial, existen varias modalidades de crear una red blockchain, asimismo dividiéndose en<sup>91</sup>:

- **Redes blockchain públicas** – cualquier interesado se puede unir y participar (e.g bitcoin) pero presenta el reto de que hay poca privacidad y seguridad en cuanto a las transacciones.
- **Redes blockchain privadas** – como filosofía se parece a la red blockchain publica con la diferencia que en una red privada la organización decide quien puede unirse lo que presenta una ventaja ante los integrantes desde el punto de vista de la privacidad y seguridad.
- **Redes blockchain con permisos** – este tipo de red implica una serie de restricciones en cuanto a la participación y transacciones a realizar.
- **Blockchains de consorcio** - implica la posibilidad de compartir las responsabilidades entre los participantes y es más habitual para un consorcio.

<sup>88</sup> Definición realizada por IBM. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-blockchain>

<sup>89</sup> IBM. “¿Qué es la tecnología blockchain?”. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-blockchain>

<sup>90</sup> IBM. “¿Qué es la tecnología blockchain?”. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-blockchain>

<sup>91</sup> IBM. “¿Qué es la tecnología blockchain?”. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-blockchain>

# Tendencias tecnológicas en Blockchain

## Software

Desarrollo de soluciones de software para su aplicación a retos industriales de diversos sectores de actividad empresarial.

La transformación digital (en muchos casos ad-hoc) de las empresas, el impacto de la pandemia y una nueva era de la competencia basada en tecnología, han impulsado el replanteamiento en la filosofía del negocio y el liderazgo.

Así, en estos momentos de incertidumbre el cambio se rige en la seguridad y en la capacidad de liderar no tanto las cuotas de mercado sino de “hacer realidad su visión del futuro antes que la competencia”<sup>92</sup>.

Por lo tanto, en un marco más general, las tendencias tecnológicas del 2021 vienen determinadas por aspectos como<sup>93</sup>:

- **Arquitecturas más sólidas** – las empresas compiten según su arquitectura;
- **El mundo replicado** – la apuesta por la inteligencia artificial y las tecnologías de gemelos digitales dan lugar a un nuevo modelo de negocio.
- **Yo, el experto** - la tecnología se está democratizando.
- **En cualquier parte** – las empresas pueden llevarse el trono consigo mismo.
- **Del Yo al Nosotros** – apuesta por un sistema multilateral.

Las principales tendencias tecnológicas que tienen impacto sobre blockchain son:

## BaaS

BaaS es un software atractivo sobre todo para las PYMES y actúa como un servicio blockchain que permite a las empresas interesadas alquilar un espacio en la nube en lugar de construir una plataforma blockchain que suele ser más costosa<sup>94</sup>.

## Blockchains autorizados

Se busca un modelo de red de blockchain y participación en esta red con un mayor nivel de confianza. Por lo tanto, con blockchains autorizados, todo participante está evaluado si puede unirse a la red<sup>95</sup>.

## Zero-knowledge proof (ZKP)

Dentro de una cadena blockchain, los participantes pueden realizar transacciones y conocer cierta información sin necesidad de transmitir o compartir información adicional al respecto. Dada situación

---

<sup>92</sup> ACCENTURE (2021). “Se buscan líderes”. Disponible en: <https://www.accenture.com/acnmedia/PDF-146/Accenture-Tech-Vision-2021-es-ES.pdf#zoom=40>

<sup>93</sup> ACCENTURE (2021). “Se buscan líderes”. Disponible en: <https://www.accenture.com/acnmedia/PDF-146/Accenture-Tech-Vision-2021-es-ES.pdf#zoom=40>

<sup>94</sup> GlobalData (20/09/2021). “Blockchain: Technology Trends”. Disponible en <https://www.mining-technology.com/comment/blockchain-technology-trends/>

<sup>95</sup> Ibid.

reduce el tiempo necesario para realizar transacciones y garantiza privacidad y seguridad para los usuarios implicados<sup>96</sup>.

## Inteligencia Artificial (AI)

Ente la Inteligencia Artificial y el blockchain existe una relación estrecha por las funciones que ambas tecnologías realizan. La Inteligencia Artificial analiza y genera información a partir de los datos y el blockchain realiza el almacenamiento, el intercambio seguro y la trazabilidad de los datos generados<sup>97</sup>.

## Internet de las Cosas (IoT)

La tecnología blockchain actúa como una capa adicional en el rastreo y el seguimiento de la cadena de suministro agregando más seguridad a los datos de IoT. Asimismo, mediante blockchain los dispositivos son más resistentes a los ataques cibernéticos<sup>98</sup>.

## DeFi

Mediante blockchain, los sistemas financieros centralizados están sujetos a una transición desde un funcionamiento tradicional a un sistema de finanzas descentralizado. Así, los ámbitos más aplicados son las casas de bolsa, los bancos y las bolsas de valores<sup>99</sup>.

## NFT (Non-fungible tokens): tokens<sup>100</sup> no fungibles

El NFT es un token especial no fungible generado criptográficamente mediante la tecnología blockchain. El objetivo de este tipo de token es vincularse a un activo digital que no se pueda replicar<sup>101</sup>.

## Desarrollo de blockchain como servicio

El modelo de distribución y trazabilidad de la información en el marco de blockchain permite una conexión directa con tecnologías sujetas a una continua innovación entre las cuales se encuentra la computación en la nube, el Internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA).

En este marco, blockchain juega un papel importante en el rastreo de los datos, almacenamiento de los datos, control de permisos y creación de “contratos inteligentes”<sup>102</sup>.

# Oportunidades de innovación en Blockchain

## Aplicación multisectorial del blockchain

El blockchain es una tecnología desarrollada que ya se encuentra en fase de aplicación a las demandas de diversos sectores de actividad empresarial.

---

<sup>96</sup> Ibid.

<sup>97</sup> Ibid.

<sup>98</sup> Ibid.

<sup>99</sup> IBS intelligence (14/07/2021). “5 Top emerging Blockchain technology trends to follow in 2021”. Disponible en: <https://ibsintelligence.com/ibsi-news/5-top-emerging-blockchain-technology-trends-to-follow-in-2021/>

<sup>100</sup> Los tokens son unidades de valor que se le asignan a un modelo de negocio, como por ejemplo el de las criptomonedas.

<sup>101</sup> Ibid.

<sup>102</sup> Forbes (12/03/2021). “The Six Biggest Blockchain Trends Everyone Should Know About In 2021”. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/03/12/the-six-biggest-blockchain-trends-everyone-should-know-about-in-2021/?sh=a66f85966315>



## Blockchain en el sector primario

En el sector agrícola, mediante el blockchain se puede realizar el seguimiento de los procesos e intercambios realizados entre varios participantes dentro de la cadena de suministro.

## Blockchain en industria

En el sector industrial, el protagonismo de la tecnología blockchain es cada vez más obvio. Por ejemplo, en la industria agroalimentaria, mediante la tecnología blockchain se asegura la trazabilidad de un producto o de un proceso (en su caso de los alimentos) así dando a los consumidores las garantías sobre la calidad del producto y su procedencia legítima<sup>103</sup>.

## Blockchain en transporte y logística

Mediante la tecnología blockchain y el IoT se realiza el seguimiento del transporte, asimismo se registran los datos del viaje que son almacenados y son incorruptibles.

## Blockchain en el sector salud

La aplicabilidad de la tecnología blockchain se ha mencionado anteriormente como una tendencia y también sirve como espacio de innovación. El uso de la tecnología blockchain permite por un lado la trazabilidad de la cadena de suministro de medicamentos y junto con el empleo de IoT se realiza el registro inmutable de los datos de un paciente.

En términos prácticos y en el marco de la situación de la pandemia generada por el COVID-19, la tecnología blockchain es una verdadera oportunidad para monitorizar el recorrido realizado de la vacuna desde el punto de fabricación hasta el paciente. Asimismo en todo momento se puede crear un registro prácticamente imposible de falsificar sobre donde estaba cada lote en un momento dado<sup>104</sup>.

## Blockchain y la ciberseguridad

La tecnología blockchain es un aliado de la ciberseguridad ya que garantiza la validez de los datos, su trazabilidad, protege su uso y su identidad así como el uso eficiente y fiable de los datos dentro de una transacción.

## Smart contracts

La tecnología blockchain implica Smart Contracts que son instrucciones, códigos o protocolos informáticos para la verificación y cumplimentación de un contrato de manera automática. En la industria de seguros o contratos de préstamos se pueden resolver problemas de pagos de manera rápida y sin costes burocráticos.

En la compraventa de mercancía, mediante el smart contract se puede supervisar de manera automática como una mercancía llega al comprador<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup> CTIC. "Trazabilidad en blockchain". Disponible en: <https://www.fundacionctic.org/es/proyectos/trazabilidad-en-blockchain>

<sup>104</sup> Ibid.

<sup>105</sup> El País (09/01/2048). "¿Qué son los 'smart contracts'?". Disponible en: [https://elpais.com/retina/2017/12/22/tendencias/1513937575\\_114270.html](https://elpais.com/retina/2017/12/22/tendencias/1513937575_114270.html)

## Metaverso

Por su parte, el **Metaverso** se trata de un universo paralelo en el que sus usuarios podrán comunicarse, comprar, disfrutar de eventos exclusivos o, incluso, trabajar<sup>106</sup>.

Facebook ha aparecido en el mercado posicionando su imagen de marca en relación con el desarrollo del metaverso en los próximos años.

Sin embargo, ya existen diversos metaversos, en formato de juego esencialmente en la actualidad. La evolución a futuro del metaverso será hacia el establecimiento de espacios virtuales permanentes en los que las personas, por medio de sus avatares podrá encontrarse para realizar actividades sociales, lúdicas, de ocio y entretenimiento, y de negocios, entre otras.

Así, las marcas, empresas y emprendedores podrán desarrollar sus negocios en el metaverso.

## Demandas tempranas en Blockchain

### Grandes empresas demandan soluciones de blockchain

Grandes empresas están desarrollando aplicaciones de la tecnología blockchain para afrontar una diversidad de retos empresariales.

En los últimos años, la demanda de tecnología blockchain se ha ido incrementando y se ha extendido en varios sectores.

En España cabe destacar el trabajo en el desarrollo colaborativo de proyectos de I+D+I y aplicaciones de innovación impulsada por **Alastria**<sup>107</sup>, que es una asociación sin ánimo de lucro que fomenta la economía digital a través del desarrollo de tecnologías de registro descentralizadas/Blockchain. Los socios de Alastria tienen dos redes operativas (Red T y Red B) sobre las que pueden desplegarse nodos (bien nodos regulares o bien nodos críticos validadores y permissionadores). Las redes están dirigidas a facilitar que la puesta en marcha y funcionamiento de nodos impulse la innovación y la investigación.

En este contexto, para reflejar la demanda temprana en blockchain se presentan una serie de casos de buenas prácticas, pero ante todo se incluye una recopilación de casos destacados por IBM Blockchain a día de hoy.

**Tabla 21. Casos de buenas prácticas en Blockchain destacados por IBM Blockchain**

Caso práctico	Título caso	Breve descripción
Renault	Renault: El camino al éxito con XCEED	Uso de blockchain para procesar gran cantidad de documentos del sector automotriz.
IPwe	IPwe ayuda a desbloquear los activos de patentes no realizados	Uso de la IA de Watson para el movimiento de Big Data que permite a los propietarios de las patentes diversificar y tokenizar sus activos.

<sup>106</sup> Revista Emprendedores. Ver <https://www.emprendedores.es/gestion/metaverso-opportunidades-de-negocio/>

<sup>107</sup> <https://alastria.io/>

Caso práctico	Título caso	Breve descripción
TradeLens	Ampliación del ecosistema de la cadena de suministro de TradeLens	Uso compartido de documentos con un seguimiento de auditoría inmodificables.
Blockchain en fabricación	Transparencia en la cadena de suministro	Blockchain para la transparencia en la cadena de suministro
	Administración de suministros	Solución basada en blockchain para una forma más rápida de calificar, incorporar y administrar proveedores
	Logística de los contenedores	Transformar la logística de los contenedores liberándola de sistemas de datos heredados, el manejo manual de documentos y poca visibilidad.

Fuente: Elaboración a partir de IBM Blockchain, disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/blockchain>

Adicionalmente, se presenta a continuación una relación de casos de buenas prácticas desarrollados por diversas empresas y agentes de I+D+I.

## Powerledger

Power Ledger es un proyecto que aplica la tecnología del libro mayor digital en el sector de energías renovables permitiendo a los usuarios vender y comprar energía sostenible. Dicho software se ha desarrollado con el fin de eliminar el exceso de intermediarios que participan en el proceso de compraventa, en su caso un minorista de electricidad<sup>108</sup>. En este proceso se utilizan dos monedas: Power Ledger Token (POWR) y Sparkz.

## Caso de uso de la información biomédica: Proyecto My health my data (MHMD)

El Proyecto MHMD cubre el sector salud y se ha desarrollado en el marco del programa Horizonte 2020. El objetivo de este proyecto es cambiar la manera en que la información biomédica se comparte entre los principales usuarios<sup>109</sup>.

La innovación del proyecto y la armonización de los datos se realiza mediante la tecnología blockchain, Smart contract, tecnologías de cifrado y desidentificación multinivel, big data analytics.

Con relación al Blockchain se distribuye el control de actividades fraudulentas. Esto se realiza mediante un libro mayor de datos públicos codificados donde cualquiera puede inspeccionar pero no controlarlo asimismo

En España, caben mencionar los siguientes desarrollos que convierten los resultados de su aplicación en casos de buena práctica y en demanda temprana en blockchain.

## Caso de aplicación del blockchain en el sector transporte: Proyecto AMARRE

En este proyecto participa el centro tecnológico ITAINNOVA y ACF INNOVE. El proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación mediante el uso de la tecnología blockchain para el control directo del amarre de la carga. Con fines de asegurar la seguridad y cumplimiento de la Norma EN 12195, mediante una

<sup>108</sup> Tokens 24. Disponible en: <https://www.tokens24.com/es/cryptopedia/coin-guides/que-es-power-ledger-donde-comprar-tokens-powr>

<sup>109</sup> My Health My Data. Disponible en: <http://www.myhealthmydata.eu/>

transacción de blockchain. Así se realizan de manera automática informes sobre la seguridad aplicada sobre la carga y se envía a una red confiable<sup>110</sup>.

## Caso de aplicación del blockchain en el sector turismo

El Proyecto “Distribución de viajes y turismo totalmente descentralizada de próxima generación” parte de la idea que el Sistema de Distribución Global (GDS) actúa como un oligopolio<sup>111</sup>. Así, con el uso de la tecnología blockchain se espera una descentralización en el mercado actual de distribución de aerolíneas. Se reinventa la distribución de aire “evitando gastos generales y costos intermedios y permitiendo operaciones más eficientes en un enfoque colaborativo, neutral y de ecosistema compartido”<sup>112</sup>.

## Caso de aplicación del blockchain en la coordinación de industrias: Proyecto EUSKATE

El Proyecto EUSKATE: Nuevas tecnologías de interoperabilidad y coordinación colaborativa basadas en Blockchain para la coordinación colaborativa de las industrias del País Vasco tiene como objetivo la generación de nuevos conocimientos vinculados al uso y aplicabilidad de la tecnología Blockchain en la industria (Fabricación avanzada) con el fin de generar producto con mayor valor añadido y ser más competitivos.

Se trata de crear una plataforma para la Industria 4.0 que “permitirá a sus integrantes crear prototipos en laboratorio o ambientes controlados, así como la validación, experimentación y análisis de nuevos productos y servicios basados en tecnología que puedan ofrecerles un valor diferencial frente a la competencia”<sup>113</sup>.

## Caso de aplicación del blockchain en la cadena de subcontratación de empresas grandes

El Proyecto implica el desarrollo de una plataforma basada en tecnología Blockchain, para garantizar la trazabilidad y el cumplimiento normativo de la cadena de subcontratación. Este proyecto piloto está liderado por IBERDROLA junto con INNOLB, IBM, Gondor Solutions y la Universidad de Deusto y persigue reducir el tiempo y los recursos dedicados a la cadena de subcontratación mediante el uso de la tecnología blockchain.

## Caso de aplicación del blockchain en el sector manufacturero

El Proyecto Mondragon Corporation Manufacturing Project se centra en el uso de una infraestructura Blockchain escalable en el sector manufacturero (fabricación avanzada) con el fin de explotar nuevos servicios y nuevos modelos de negocio.

En concreto, mediante los contratos inteligentes se podrán realizar varias tareas, como el monitoreo y la trazabilidad de las condiciones de operación de la máquina, parámetros de calidad de producción y operaciones de mantenimiento de las líneas de producción<sup>114</sup>.

<sup>110</sup> <https://www.itainnova.es/blog/logistica/amarre-app-movil-para-la-seguridad-y-control-del-amarre-de-la-carga-en-vehiculos-de-transporte/>

<sup>111</sup> Next-generation fully decentralized travel and tourism distribution. Disponible en: <https://www.biztribution.net/>

<sup>112</sup> BLOCK4COOP (2021). Interactive catalogue: innovative Blockchain projects for European industry. Disponible en: <https://www.catalogue-block4coop.eu/projects/next-generation-fully-decentralised-travel-and-tourism-distribution>

<sup>113</sup> Disponible en: <https://www.izertis.com/es/-/actualidad/euskate-nuevas-tecnologias-de-interoperabilidad-y-coordinacion-colaborativa-basadas-en-blockchain-para-la-coordinacion-colaborativa-de-las-industrias-del-pais-vasco>

<sup>114</sup> BLOCK4COOP (2021). Interactive catalogue: innovative Blockchain projects for European industry. Disponible en: <https://www.catalogue-block4coop.eu/projects/mondragon-corporacion-c3%B3n-manufacturing-project>

## Caso de aplicación del blockchain para la generación y consumo inteligentes de energía

Otro caso de uso de la tecnología blockchain es en el sector energético cuyo objetivo es asegurar un autoconsumo compartido basado en un sistema blockchain.

La investigación se enfoca en la cadena de valor del proceso de gestión energética de un grupo de empresas y donde “los consumidores toman el control de su suministro eléctrico, producen su energía localmente de manera renovable, transparente y segura, y facilitan el intercambio de excedentes de energía entre ellos a través de mecanismos de agregación virtual”<sup>115</sup>.

Adicionalmente, la Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas DISRUPTIVE de la APTe identifica algunos casos de aplicación de blockchain, como son, entre otros, los siguientes<sup>116</sup>:

- *Asentify Trace*: Control y trazabilidad de las órdenes de compra desde sus proveedores hasta sus propios almacenes.
- *Laboratorio*: Distribuidor farmacéutico: Creación de un ecosistema de trazabilidad para gestionar devoluciones.
- *Euskate*: Coordinación colaborativa de las industrias del País Vasco.
- *Mercado PAAP para depósitos y préstamos bancarios*: Plataforma que permite a los ahorradores y prestatarios acordar las condiciones de sus préstamos, y garantiza el cumplimiento de las cláusulas y pagos establecidos automáticamente.
- *AIGECCO*: Sistema que controla la generación y el consumo de energía por parte de los usuarios, automatizando la compra/venta de energía sobre la base de excedentes y facturación de lo que se ha registrado.
- *Aplicación para la gestión de la autoría y los permisos de reutilización de contenidos y datos*: Registrar la propiedad de contenidos y datos y añadir evidencias que den soporte y prueben esa autoría.

<sup>115</sup> Disponible en: <https://www.smartgridsinfo.es/comunicaciones/comunicacion-autoconsumo-compartido-basado-sistema-blockchain>

<sup>116</sup> <https://ptedisruptive.es/liderazgo/casos-uso/>

CAPÍTULO

# 8/ Computación cuántica

## 8. Computación cuántica

# ¿Qué son los computadores cuánticos?

Son un conjunto de tecnologías que facilitan la aplicación de los principios de la física cuántica para construir nuevas aplicaciones computacionales.

A diferencia de los ordenadores convencionales, que almacenan información en forma de ceros y unos, los ordenadores cuánticos se sirven de qubits, que pueden ser un uno, un cero o una infinita combinación de ambos al mismo tiempo.

La computación cuántica se basa en el aprovechamiento, aplicación y control de las propiedades de las partículas subatómicas, estudiadas por la mecánica cuántica.

Los postulados de la mecánica cuántica se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 22: Postulados de la mecánica cuántica**

POSTULADO	DESCRIPCIÓN
<b>Postulado I: INFORMACIÓN</b>	<p>La información disponible sobre un sistema físico viene descrita por un objeto matemático denominado <i>función de onda</i>.</p> <p>La función de onda contiene toda la información que se puede disponer de un sistema.</p> <p>Este postulado I no dice qué es un sistema, sino solo que es posible usar ecuaciones para describir la información que tiene el electrón.</p> <p>Es posible describir dónde está el electrón o a qué velocidad se desplaza.</p> <p>Con las ecuaciones cuánticas se puede predecir los experimentos que se realicen con dicho electrón.</p> <p>Así, el postulado I de la mecánica cuántica indica el camino matemático a seguir.</p> <p>La información disponible de un sistema puede ser una <i>superposición</i> de varias opciones. Así, una función de onda puede comprenderse como una suma de dos opciones. Por el contrario, la posible cancelación entre las partes de la función de onda puede generar una <i>interferencia cuántica</i>.</p> <p>La <i>decoherencia</i> es la alteración de las relaciones en las partes de la función de onda. Resulta necesario preservar la coherencia cuántica si se desea observar fenómenos cuánticos. Por ello, el desarrollo de computadores cuánticos persigue proteger a los objetos cuánticos de su entorno, mediante frío y aislamiento del ruido.</p>
<b>Postulado II: SABER</b>	<p>Este postulado establece que solo es posible saber ciertas propiedades de un sistema.</p> <p>Las propiedades observables se corresponden matemáticamente con operadores que actúan sobre la función de onda. Solo se puede obtener información de lo que se mide.</p>
<b>Postulado III: MIRAR</b>	<p>El resultado de una medida es aleatorio. Se tiene acceso al conocimiento mediante probabilidades. Tras realizar una medida la función de onda colapsa al estado medido.</p> <p>Al medir un operador sobre la función de onda se halla un resultado probabilístico y se cambia el estado del sistema.</p> <p>Al obtener conocimiento de la realidad esta se modifica.</p>
<b>Postulado IV: CAMBIO</b>	<p>Entre dos medidas la función de onda cambia de una forma dictada por la ecuación de Schrödinger.</p> <p>La evolución de la información no tiene azar, sino solo el acto de medir.</p>

Fuente: Elaboración de INFYDE con datos de "Cuántica" de Jose Ignacio Latorre

Los computadores cuánticos pueden ver y analizar muchos datos al mismo tiempo o reconstruir simulaciones de fenómenos que ocurren en la naturaleza y la vida real, para entenderlos mejor.

Así, mientras un ordenador convencional funciona mediante el uso de bits binarios de dos estados, es decir, 0 y 1, los computadores cuánticos operan mediante el uso de “qubits” que pueden tener varios estados, es decir, 0, o 1, o superposición de ambos, o valores intermedios.

En la actualidad existen prototipos de laboratorio de computadores cuánticos. También existen ordenadores cuánticos en desarrollo por grandes compañías tecnológicas, como IBM, que ofrece servicios de computación cuántica a través de su nube, esencialmente a grandes multinacionales y a grupos de investigación.

En este estado de maduración inicial de la tecnología, se encuentran en desarrollo simuladores cuánticos que persiguen obtener comportamientos similares a los de los computadores cuánticos.

En este contexto, las tecnologías cuánticas existentes son las siguientes, según la Quantum Flagship de la Comisión Europea<sup>117</sup>.

## Computadores cuánticos

Los computadores cuánticos tienen una enorme potencia informática para resolver problemas complejos. Están contruidos a partir de “bits cuánticos” (átomos individuales, iones, fotones o circuitos electrónicos cuánticos) y explotan la superposición y el entrelazamiento para resolver problemas que nunca se podrían resolver de otra manera, como:

- Procesar grandes cantidades de datos más rápido que nunca para buscar bases de datos.
- Resolver ecuaciones y reconocer patrones.
- Entrenar sistemas de inteligencia artificial.
- Otros

En los computadores cuánticos las partículas que actúan como qubits tienen que ser controladas y estables, en condiciones de frío y aislamiento. Dos partículas pueden estar conectadas aunque estén a kilómetros de distancia. Los sistemas de control son trampas de iones o materiales superconductores.

## Simuladores cuánticos

Los simuladores cuánticos son programas de software que se ejecutan en equipos clásicos y actúan como máquina de destino para los programas de programación<sup>118</sup>. Permiten ejecutar y probar programas cuánticos en un entorno que predice cómo reaccionarán los qubits a las distintas operaciones.

Se trata de una alternativa al uso de los computadores cuánticos. Así, los simuladores cuánticos son sistemas cuánticos controlables, con un comportamiento formalmente análogo al del sistema que se desea estudiar.

## Comunicación cuántica

La comunicación cuántica ayudará a proteger la creciente cantidad de datos de los ciudadanos transmitidos digitalmente. Con la tecnología cuántica se puede lograr la forma de comunicación más segura conocida, imposible de interceptar sin detección. El uso de fotones individuales en la comunicación cuántica hace que quede registro de cualquier interferencia, lo que da alerta de que la comunicación ha sido observada.

---

<sup>117</sup> <https://qt.eu/discover-quantum/introduction-to-quantum-physics/>

<sup>118</sup> Por ejemplo, Q# es un lenguaje de programación de código abierto para desarrollar programas cuánticos. Tiene bibliotecas que permiten crear operaciones cuánticas complejas y simuladores cuánticos para ejecutar y probar sus programas con precisión.



## Sensores cuánticos y metrología

Los sensores cuánticos serán una de las bases para las primeras aplicaciones de las tecnologías cuánticas. Proporcionan las mediciones más precisas y aumentarán drásticamente el rendimiento de los dispositivos y servicios al consumidor.

Los sensores cuánticos utilizan tecnologías similares a las computadoras y redes cuánticas: detectan las perturbaciones más pequeñas porque se basan, por ejemplo, en electrones individuales, las cargas e imanes más pequeños posibles. La metrología cuántica utiliza sensores cuánticos para definir los estándares para, por ejemplo, cronometraje o mediciones eléctricas.

# Tendencias tecnológicas en computación cuántica

## Investigación para desarrollar un ordenador cuántico

Las tendencias tecnológicas esenciales en esta tecnología disruptiva están orientadas a desarrollar el hardware y el software necesario para la computación cuántica.

## Aplicaciones de las tecnologías cuánticas

En la actualidad se están desarrollando investigaciones dirigidas a buscar aplicaciones de las versiones de hardware y software cuánticos disponibles.

Las tendencias en la tecnología disruptiva de la computación cuántica se centran en la actualidad en:

- Desarrollo de hardware de computación cuántica (ordenador cuántico).
- Desarrollo de software cuántico, capaz de hacer operar al hardware cuántico.
- Ante la fase de desarrollo experimental en la que se encuentra la construcción de computadores cuánticos, se están desarrollando alternativas como los simuladores cuánticos.
- Investigación sobre aplicaciones de la computación cuántica.

## Hardware de computación cuántica

En la actualidad existen empresas líderes mundiales en la construcción de computadores cuánticos.

**IBM**<sup>119</sup> dispone de 20 sistemas de computación cuántica, incluyendo un procesador cuántico de 65 qubits que ofrece servicios mediante la IBM cloud.

IBM ofrece sus servicios a las empresas y agentes de todo el mundo que quieran utilizar dichos computadores para realizar sus investigaciones, experimentos y aplicaciones.

---

<sup>119</sup> The Quantum Decade. A playbook for achieving awareness, readiness, and advantage. IBM Institute for Business Value

IBM espera que en 2023 se encuentre disponible un computador cuántico de 1.000 qubits para explorar problemas prácticos importantes para las industrias.

Por su parte, **Google**<sup>120</sup> se encuentra desarrollando software y hardware diseñados específicamente para crear algoritmos cuánticos novedosos que ayuden a resolver aplicaciones a corto plazo para problemas prácticos. El objetivo de Google es construir computadores cuánticos escalables que permitan a la humanidad resolver problemas que de otra forma sería imposible resolver.

## Software cuántico

**Google** ha desarrollado software cuántico. También existe software de código abierto. Algunos programas de referencia se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 23: Experimentos realizados por Google en computación cuántica**

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
Cirq <sup>121</sup>	Google	Un marco de código abierto para programar computadoras cuánticas. Cirq es una biblioteca de software de Python para escribir, manipular y optimizar circuitos cuánticos, y luego ejecutarlos en computadoras cuánticas y simuladores cuánticos. Cirq proporciona abstracciones útiles para lidiar con las ruidosas computadoras cuánticas de escala intermedia de hoy, donde los detalles del hardware son vitales para lograr resultados de vanguardia.
OpenFermion <sup>122</sup>	Google	El paquete de química de código abierto para computadoras cuánticas. OpenFermion es una biblioteca para compilar y analizar algoritmos cuánticos para simular sistemas fermiónicos, incluida la química cuántica. El paquete proporciona desde estructuras de datos eficientes para representar operadores fermiónicos hasta primitivas de circuitos fermiónicos para su ejecución en dispositivos cuánticos. Los complementos de OpenFermion brindan a los usuarios un medio eficiente y bajo para traducir los cálculos de estructuras electrónicas en cálculos de circuitos cuánticos.
TensorFlow Quantum <sup>123</sup>	Google	TensorFlow Quantum (TFQ) es una biblioteca de aprendizaje automático cuántico que se usa para el prototipado rápido de modelos híbridos cuánticos clásicos de AA. TensorFlow Quantum se enfoca en los datos cuánticos y en la compilación de modelos híbridos cuánticos clásicos. Integra algoritmos de cálculo cuántico y lógica diseñados en Cirq, y proporciona cálculos primitivos cuánticos.
Qiskit <sup>124</sup>	Open Source	Qiskit [quiss-kit] es un software development kit (SDK) de código abierto para trabajar con computadoras cuánticas a nivel de pulsos, circuitos y módulos de aplicación.

Fuente: Google Quantum y Qiskit

<sup>120</sup> <https://quantumai.google/>

<sup>121</sup> <https://quantumai.google/cirq>

<sup>122</sup> <https://quantumai.google/openfermion>

<sup>123</sup> <https://www.tensorflow.org/quantum>

<sup>124</sup> <https://qiskit.org/>

## Clases de máquinas simuladores cuánticos

El simulador cuántico es responsable de proporcionar las implementaciones de las operaciones cuánticas de un algoritmo. Esto incluye operaciones primitivas, así como el seguimiento y la administración de qubits.

**Microsoft** desarrolla herramientas que simulan al ordenador cuántico. Así, las clases de máquinas cuánticas<sup>125</sup> destacadas por Microsoft se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 24: Clases de máquinas simuladores cuánticos destacadas por Microsoft**

SIMULADOR CUÁNTICO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Simulador de estado completo	Quantum Simulator	Ejecuta y depura algoritmos cuánticos, y está limitado a 30 cúbits aproximadamente.
Estimador de recursos sencillo	Resources Estimator	Realiza un análisis general de los recursos necesarios para ejecutar un algoritmo cuántico y admite miles de cúbits.
Simulador de seguimiento de equipos cuánticos	QC Trace Simulator	Realiza análisis avanzados del consumo de recursos de todo el grafo de llamada del algoritmo y admite miles de cúbits.
Simulador de Toffoli	Toffoli Simulator	Simula algoritmos cuánticos que se limitan a operaciones cuánticas X, CNOT y X de control múltiple, y admite millones de cúbits.
Simulador de ruido	Open Systems Simulator	Simula algoritmos cuánticos bajo la presencia de ruido y también la representación del estabilizador (también conocida como simulación CHP) de los algoritmos cuánticos.

Fuente: Microsoft

Por su parte, **Google** desarrolla software de simulación cuántica utilizando el software Cirq, que viene con simuladores de Python integrados para probar circuitos pequeños. Los dos tipos principales de simulaciones que admite Cirq son el estado puro y el estado mixto.

Algunos simuladores externos de alto rendimiento también proporcionan una interfaz para Cirq. A menudo, estos pueden proporcionar resultados más rápidos que los simuladores integrados de Cirq, especialmente cuando se trabaja con circuitos más grandes. Para obtener detalles sobre estas herramientas, consulte la sección de simuladores externos.

## Aplicaciones de la computación cuántica

Una multitud de organismos de investigación y empresas se encuentran experimentando con aplicaciones relacionadas con el desarrollo de la computación cuántica. Algunas de las aplicaciones demostradas hasta el momento se presentan en la siguiente tabla<sup>126</sup>.

<sup>125</sup> <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/quantum/user-guide/machines/>

<sup>126</sup> <https://www.tendencias21.es/tags/computaci%C3%B3n%20cu%C3%A1ntica/>

**Tabla 25: Algunas aplicaciones demostradas de la computación cuántica**

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Teletransportación cuántica para crear música en vivo	Científicos de la Universidad de Plymouth han desarrollado un innovador sistema que logra hacer interactuar a un superordenador cuántico con músicos y cantantes en tiempo real. Es vital el uso de un algoritmo que facilita la teletransportación cuántica.
Adivinar el futuro cuántico con aprendizaje automático, solventando la llamada decoherencia cuántica	Un obstáculo significativo para la fabricación de tecnologías cuánticas fiables ha sido la llamada decoherencia cuántica o cómo un sistema físico, bajo ciertas condiciones específicas, deja de exhibir efectos cuánticos y pasa a exhibir un comportamiento típicamente clásico, lo que anula sus características cuánticas aprovechables. Esta decoherencia es fruto del azar. Científicos de la Universidad de Sydney (Australia) han utilizado el aprendizaje automático para predecir cómo cambiarán los sistemas cuánticos, y así poder evitar que la decoherencia de estos sistemas se produzca por sorpresa.
Relojes cuánticos	Relojes atómicos en una superposición cuántica de estados para explorar la naturaleza del tiempo.

Fuente: “Tendencias21” e “Investigación y Ciencia”

# Oportunidades de innovación en Computación cuántica

## Quantum Technologies Flagship

Política de la Comisión Europea para impulsar la computación cuántica.

## Desarrollo de componentes para la computación cuántica

Descubrir fenómenos, procesos y componentes. Desarrollar algoritmos.

La “**Quantum Technologies Flagship**”<sup>127</sup> de la Comisión Europea<sup>128</sup> es una iniciativa de investigación e innovación a largo plazo que tiene como objetivo poner a Europa a la vanguardia de la segunda revolución cuántica.

Apoya el trabajo de cientos de investigadores cuánticos durante 10 años, con un presupuesto previsto de mil millones de euros. Lanzado en 2018, el buque insignia reúne a instituciones de investigación y financiadores públicos y de la industria, consolidando y expandiendo el liderazgo científico europeo y la excelencia en tecnologías cuánticas.

<sup>127</sup> <https://qt.eu/>

<sup>128</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/quantum-technologies-flagship>

Su objetivo es apoyar la transformación de la investigación europea en aplicaciones comerciales que aprovechen al máximo el potencial disruptivo de la tecnología cuántica.

Ha financiado 24 proyectos en el período 2018-2021 por un presupuesto total de 152 millones de euros, en las siguientes áreas:

- Computación cuántica.
- Simulación cuántica.
- Comunicación cuántica.
- Metrología cuántica y detección.

Por su parte, **Google Quantum**<sup>129</sup> ha realizado *experimentos* de aplicación de la computación cuántica. Se presentan en la siguiente tabla algunos de los más destacados.

**Tabla 26: Experimentos realizados por Google en computación cuántica**

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
Supremacía cuántica de Google utilizando un procesador superconductor programable	Google	Google realizó un cálculo en un procesador cuántico en 300 segundos que no sería práctico con los algoritmos disponibles en ese momento.
Hartree-Fock <sup>130</sup> en una computadora cuántica qubit superconductora	Google	Cálculo cuántico experimental de química. Demostración de nuevas técnicas de mitigación de errores y modelación de un mecanismo de reacción química.
Quantum Optimization Algorithms (QAOA) de problemas de gráficos no planos en un procesador superconductor plano	Google	Uso de un procesador superconductor para demostrar el algoritmo de optimización aproximada cuántica (QAOA) para problemas de optimización combinatoria.
Observación de dinámicas separadas de carga y espín en el modelo de Fermi-Hubbard	Google	Implementación de una simulación de alta precisión del modelo de Fermi-Hubbard <sup>131</sup> utilizando más de 1000 puertas en un procesador cuántico programable.

Fuente: Google Quantum

El *desarrollo de componentes* para la computación cuántica es una oportunidad para investigadores y empresas. En este contexto, en la actualidad existe una gran variedad de investigaciones para descubrir fenómenos, procesos y componentes que contribuyan a la construcción de computadores cuánticos avanzados. Algunas de las dichas investigaciones se presentan en la siguiente tabla<sup>132</sup>.

<sup>129</sup> <https://quantumai.google/hardware>

<sup>130</sup> El método de Hartree-Fock es una forma aproximada de las ecuaciones de mecánica cuántica para fermiones, utilizada en física y química.

<sup>131</sup> Modelo para describir la transición entre sistemas conductores y aislantes.

<sup>132</sup> <https://www.tendencias21.es/tags/computaci%C3%B3n%20cu%C3%A1ntica/>

**Tabla 27: Algunas investigaciones relacionadas con fenómenos y componentes aplicables a la computación cuántica**

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Empaquetamiento de los qubits para alcanzar una mayor potencia en computación cuántica	Físicos de la Universidad de Pensilvania (EE.UU.) han desarrollado una nueva manera de empaquetar bits cuánticos -qubits- para conseguir una potencia de computación mucho mayor. Para ello utilizan luz láser y microondas, que forman matrices de qubits en tres dimensiones.
Escuchar los susurros cuánticos de los átomos	Físicos de la Universidad de Stanford (USA) han creado un dispositivo capaz de escuchar los susurros cuánticos de los átomos y convertirlos en soportes de la información de los ordenadores cuánticos: un nuevo dispositivo puede escuchar las partículas de sonido presentes en una onda sonora.
Demostración de la viabilidad de los chips cuánticos a escala atómica en 3D	Científicos de la Universidad de Nueva Gales del Sur, en Sídney (Australia), han demostrado que es posible construir chips cuánticos de silicio en 3D con resultados precisos.
Detener la luz en el aire	Físicos de la Universidad Nacional de Australia (ANU) han parado la luz en un nuevo experimento. Este experimento contribuye a desarrollar la computación cuántica óptica. Los ordenadores cuánticos basados en la luz -en fotones- podrían conectarse fácilmente con las tecnologías de la comunicación, como las fibras ópticas, y tener aplicaciones potenciales en campos como la medicina, la defensa, las telecomunicaciones y los servicios financieros.
Creación de un átomo artificial en grafeno	Científicos de la TU Wien (Viena, Austria), de la Universidad RWTH Aachen (Alemania) y de la Universidad de Manchester (Gran Bretaña) han logrado por primera vez crear un átomo artificial en grafeno. Un átomo artificial es una pequeña "prisión cuántica", en la que los electrones se comportan de manera muy diferente a como lo harían libremente en el espacio. En ella, solo pueden ocupar niveles discretos de energía, al igual que los electrones en un átomo. Por esta similitud, a este tipo de prisiones de electrones –que se pueden crear en laboratorio- se las llama "átomos artificiales".
En el mundo cuántico, hacia atrás no es lo mismo que hacia adelante	Científicos del Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague (Dinamarca) han diseñado un sistema que permite emitir fotones que tardan más en recorrer un trayecto en un sentido que en otro. En uno de ellos interaccionan con un 'punto cuántico', o fuente de luz, y en el otro no. Esto tendrá aplicaciones en la computación cuántica.

Fuente: Tendencias21

El *desarrollo de algoritmos* es una oportunidad. Algunos algoritmos cuánticos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 28: Algoritmos cuánticos**

ALGORITMO CUÁNTICO	DESCRIPCIÓN
Algoritmo de Deutsch-Jozsa	Evalúa si una función $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}$ , cuya entrada son ceros y unos, y su salida es cero o uno, tiene la propiedad de ser constante o balanceada.
Algoritmo de Bernstein-Vazirani	Es una extensión del algoritmo de Deutsch-Jozsa, pero en este caso resuelve un problema un tanto más complejo. Dada una función $f$ , cuya entrada son cadenas de ceros y unos, y cuya salida es cero o uno de la forma: $f(x_n, x_{n-1}, \dots, x_0) \rightarrow \{0, 1\}$ . Y un número secreto $S$ en binario. El algoritmo de Bernstein-Vazirani adivina este número.
Algoritmo de Shor	Algoritmo de factorización que reduce el tiempo necesario para resolver problemas de factorización.
Algoritmo de Grover	Algoritmo para la búsqueda de elementos dentro de un conjunto desordenado.

Fuente: *Diseño de Algoritmos y Circuitos Cuánticos*. Jonathan Jiménez, Amalia Regueira y Jairo Sánchez. Trabajo de fin de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Informática. Universidad Complutense de Madrid<sup>133</sup>

También es una oportunidad la [criptografía post-cuántica](#). Los investigadores de todo el mundo buscan algoritmos que sean resistentes frente a adversarios cuánticos, dando lugar a una rama de la criptografía llamada criptografía post-cuántica. Estos algoritmos reciben el nombre de post-cuánticos. Una desventaja de este tipo de algoritmos post-cuánticos es que requieren claves más largas que los algoritmos previos<sup>134</sup>.

Se han desarrollado criptografía post-cuántica para proteger a redes blockchain. Se han logrado identificar cuatro áreas de amenaza potencial para las redes blockchain, entre ellas la comunicación entre los nodos de la red y la integridad de las transacciones firmadas digitalmente. Cada área de amenaza se basa en la criptografía y las claves que son vulnerables frente a los ataques de los ordenadores cuánticos y deben mejorarse para garantizar la seguridad y la integridad de las redes blockchain. Para hacer frente a estas amenazas, se ha desarrollado una capa de criptografía post-cuántica que protege las redes y ofrece resistencia a los ataques informáticos cuánticos en la red blockchain<sup>135</sup>.

En este contexto, [algunos de los retos](#) a los que se enfrenta la computación cuántica y que pueden ser oportunidades para el desarrollo de soluciones son, entre otros, los siguientes:

- Un ordenador cuántico no se puede programar como uno normal actual. Hay que entender bien en qué problemas concretos se puede aplicar. Y para ello hay que desarrollar software cuántico, es decir algoritmos cuánticos.
- Corrección de errores (decoherencia). La magia cuántica desaparece cuando observamos, tenemos que garantizar que la realidad que observamos es la correcta.
- Conseguir trabajar con 800-10.000 qbits.
- Preservar la información cuántica el tiempo suficiente para desarrollar cálculos.
- Desarrollo de nuevos algoritmos que ayuden a resolver tipos de problemas a medida que se dispone de más qbits.

<sup>133</sup>[https://eprints.ucm.es/id/eprint/61918/1/SANCHEZ\\_VELEZ\\_Diseño\\_de\\_algoritmos\\_y\\_circuitos\\_cuanticos\\_4398577\\_287942181.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/61918/1/SANCHEZ_VELEZ_Diseño_de_algoritmos_y_circuitos_cuanticos_4398577_287942181.pdf)

<sup>134</sup> <https://www.bbvanexttechnologies.com/pills/la-computacion-cuantica-y-el-futuro-de-la-criptografia-la-criptografia-post-cuantica/>

<sup>135</sup> <https://es.cointelegraph.com/news/claim-to-have-developed-post-quantum-cryptography-to-protect-blockchain-networks>

Los *ecosistemas de colaboración* son clave para el desarrollo de actividades relacionadas con la computación cuántica. Los avances y aplicaciones solo son posibles en la actualidad mediante la cooperación entre investigadores, proveedores de acceso a hardware y a servicios y software para la computación cuántica, junto con las propias empresas. En la actualidad, esencialmente las grandes empresas son las que tienen problemas lo suficientemente complejos como para requerir de servicios de computación cuántica para abordarlos.

Existen *convocatorias de ayudas* que son oportunidades para financiar proyectos en el área de conocimiento de la computación cuántica.

Así, el *Programa Marco de I+D+I de la Comisión Europea (Horizonte Europa)* tiene convocatorias abiertas que representan oportunidades para financiar proyectos de I+D+I en el área de la computación cuántica<sup>136</sup>.

Por su parte, España, a través de la Agencia Estatal de Investigación (AEI), participa en la convocatoria de proyectos de investigación transnacionales sobre tecnologías cuánticas en el marco de la *red europea de investigación ERANET QuantERA*, que publicó una convocatoria, cuyo plazo finalizó el 13 de mayo de 2021 pero que puede tener futuras convocatorias, para proyectos de investigación transnacionales para las siguientes temáticas:

- Quantum phenomena and resources.
- Applied quantum science.

El **Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital del Gobierno de España** ha impulsado la creación del primer ecosistema de computación cuántica del sur de Europa, denominado *QUANTUMSPAIN*<sup>137</sup>, como ecosistema de computación cuántica para la Inteligencia Artificial. Contará con una inversión inicial de 22 millones de euros para fortalecer la capacidad de supercomputación en España.

## Demandas tempranas en Computación cuántica

### Demandas industriales y de investigación

Uso de los computadores cuánticos para aplicaciones industriales en sectores como los vehículos eléctricos, la logística de mercancías, la gestión de carteras financieras, medicina y la generación de energía, entre otros.

<sup>136</sup> Ver: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-search;callCode=null;freeTextSearchKeyword=Quantum%20Technologies%20%28computing%2Fcommunication%29;matchWholeText=true;typeCodes=1;statusCodes=31094502,31094503,31094501;programmePeriod=2021%20-%202027;programCcm2Id=null;programDivisionCode=null;focusAreaCode=null;destination=null;mission=null;geographicalZonesCode=null;programmeDivisionProspect=null;startDateLte=null;startDateGte=null;crossCuttingPriorityCode=null;cpvCode=null;performanceOfDelivery=null;sortQuery=sortStatus;orderBy=asc;onlyTenders=false;topicListKey=topicSearchTablePageState>

<sup>137</sup> [https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/211026\\_np\\_cuantico.aspx](https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/211026_np_cuantico.aspx)



La **Asociación de Fabricantes y Distribuidores AECOC**<sup>138</sup> indica que la computación cuántica, como cualquier nuevo paradigma tecnológico, tiene aplicaciones infinitas y desconocidas.

Destaca que ha atraído una inversión sustancial de capital riesgo (248 millones de dólares en 2017 frente a los 43 millones en 2016), una fuerte investigación y participación tanto de las empresas de tecnología como de las empresas del Fortune 500 y el apoyo de diferentes gobiernos (Australia, China, Europa y EEUU).

Según las proyecciones de Morgan Stanley, la computación de gama alta (incluida la computación cuántica) es un mercado que valdrá 10.000 millones de dólares en 10 años frente a los 5.000 millones de dólares actuales.

Por su parte, **IBM** ofrece los servicios de sus computadores cuánticos para atender la demanda de empresas y agentes de investigación. Ha difundido en la actualidad diversos casos de aplicación de la computación cuántica a las demandas de empresas y organismos de investigación de diversos sectores. Se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 29: Casos de demandas de aplicaciones usando los computadores cuánticos de IBM**

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
Creando el futuro de los vehículos eléctricos	Mercedes-Benz	<p>Las baterías son sistemas complejos en su interior. No existen computadoras en la actualidad con la capacidad suficiente para simular todos los fenómenos que ocurren a nivel atómico dentro de una batería.</p> <p>Simular lo que ocurre dentro de una batería conlleva infinidad de interacciones de electrones.</p> <p>El proyecto persigue simular las reacciones químicas que se producen en el interior de una batería mediante el uso de algoritmos.</p> <p>Multiplicar el rendimiento de la batería para el vehículo eléctrico, aumentando la capacidad de carga, aumentando la vida útil de la batería, disminuyendo la pérdida de energía a través del calor y reduciendo drásticamente los costos.</p> <p>Sacudir el mundo del transporte mediante el impacto de las baterías de muy alto rendimiento para vehículos eléctricos.</p>
Domando al monstruo de la logística marítima	ExxonMobil	<p>Mover los productos energéticos por todo el mundo es un rompecabezas complejo que podría beneficiarse de una solución cuántica.</p> <p>En 2021, se utilizarán más de 500 barcos de gas natural licuado (GNL) para transportar suministros de combustible críticos a través de los océanos. Juntos, realizan miles de viajes al año a los puertos de destino donde se lleva el GNL para alimentar la infraestructura crítica.</p> <p>Encontrar rutas óptimas para tal flota de barcos puede ser un problema de optimización increíblemente complejo. Para transportar GNL de manera eficiente, la posición de cada barco debe contabilizarse todos los días del año, junto con los requisitos de GNL de cada lugar de entrega.</p> <p>En este momento, este tipo de problema no se puede resolver exactamente con la informática clásica. Incluso con un problema simplificado que involucra solo decenas de</p>

<sup>138</sup> <https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/lo-ultimo-en-computacion-cuantica/>

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
		barcos, el número de posibles combinaciones de diferentes decisiones puede llegar a 2 <sup>1.000.000</sup> . Las computadoras cuánticas adoptan un nuevo enfoque para abordar este tipo de complejidad, con el potencial de encontrar soluciones que las supercomputadoras clásicas por sí solas no pueden manejar. Permiten explorar cómo la combinación de técnicas de computación clásica y cuántica podría resolver grandes, complejos y urgentes desafíos globales.
La búsqueda para comprender qué une al universo	Organización Europea para la Investigación Nuclear CERN	El esfuerzo continuo del CERN para analizar sus conjuntos de datos cada vez más complejos se basa en el esfuerzo colaborativo de cerca de un millón de núcleos de CPU, que trabajan en 170 centros informáticos en todo el mundo. Con la computación cuántica, el CERN tiene el potencial de resolver problemas que incluso ese impresionante arsenal de supercomputación nunca podría resolver.
Redefiniendo la luminiscencia	Un consorcio japonés de investigación integrado por Mitsubishi Chemical, JSR Corporation, y académicos de la Universidad de Keio	En los últimos años ha habido una rápida evolución de la tecnología LED. El siguiente paso en esa evolución es el desarrollo continuo de OLED, LED orgánicos que comprenden diferentes compuestos de elementos básicos como carbono e hidrógeno, que reducen o eliminan el uso de metales pesados, raros y costosos para encender la iluminación. La computación cuántica se usará en este proyecto para modelar y analizar las estructuras moleculares profundas de potenciales nuevos materiales OLED.
En la búsqueda cuántica de fuentes de energía revolucionarias	Mitsubishi Chemical	Aplicación de la computación cuántica para ayudar a desarrollar baterías de litio y oxígeno con mayor densidad de energía.

Fuente: IBM Quantum Case Studies

Adicionalmente, **Google** también ofrece servicios de computación cuántica. Google está avanzando en el estado del arte en algoritmos y aplicaciones cuánticos al otorgar acceso a su hardware de computación cuántica con procesadores con más de 50 qubits.

Otros organismos de investigación y agentes institucionales están participando en la promoción de proyectos de aplicación temprana de la computación cuántica a las demandas de diversos sectores empresariales. Algunos de ellos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 30: Demandas de aplicaciones usando la computación cuántica**

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
En busca de la ventaja cuántica en el sector financiero <sup>139</sup>	BBVA	El banco trabaja en seis líneas de investigación para explorar las ventajas de aplicar la computación cuántica en el sector financiero de la mano de CSIC, Accenture, Fujitsu, Zapata y Multiverse.

<sup>139</sup> <https://www.bbva.com/es/bbva-en-busca-de-la-ventaja-cuantica-en-el-sector-financiero/>

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
		<p>Investiga en el uso de la computación cuántica para la optimización de carteras de inversión. Se trata de resolver problemas financieros complejos en los que intervienen un elevado número de variables. El uso de herramientas cuánticas podría suponer un gran avance en términos de velocidad respecto a las técnicas tradicionales a partir de las 100 variables.</p> <p>También desarrollan investigación en otras áreas como la simulación de escenarios financieros, el arbitraje de divisas y los procesos de puntuación crediticia (o 'credit scoring').</p>
Sensores cuánticos que mejoran la sensibilidad de la resonancia magnética <sup>140</sup>	<p>Consortio de investigación integrado por el Grupo QUTIS (Quantum Technologies for Information Science) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC y la Universidad de Ulm (Alemania)</p>	<p>La resonancia magnética nuclear (RMN) es una técnica que se encuentra detrás de numerosas aplicaciones, como las imágenes médicas, la neurociencia, o la detección de drogas y explosivos.</p> <p>Se han desarrollado de protocolos para sensores cuánticos que permitirían la obtención de imágenes por resonancia magnética nuclear de biomoléculas utilizando una cantidad de radiación mínima.</p> <p>Con la ayuda de sensores cuánticos, la resonancia magnética nuclear ha sido adaptada para trabajar en el régimen de la nanoescala, lo que le ha dotado de potencial para tener impacto en diversas disciplinas, como las ciencias de la vida, la biología o la medicina, y para proporcionar mediciones de precisión y sensibilidad incomparables.</p>
Airbus Quantum Computing Challenge <sup>141</sup>	Airbus	<p>El reto de Airbus para desarrollar soluciones tecnológicas en el ámbito de la computación cuántica.</p> <p>En el año 2020 ha dado como ganador al grupo <i>Team Machine Learning Reply</i> integrado por ingenieros, físicos aeronáuticos, investigadores académicos y expertos de la industria.</p> <p>Encontrar la carga óptima para un avión es una tarea desafiante para los algoritmos clásicos, especialmente porque la solución debe respetar varias restricciones de vuelo simultáneamente.</p> <p>En este trabajo se ha demostrado que problemas de optimización como este se pueden modelar y resolver matemáticamente a través de la computación cuántica, ofreciendo una nueva ruta de solución para este reto.</p>
Intel Quantum Lab	Intel	<p>La investigación en Intel Labs ha llevado directamente al desarrollo de Tangle Lake, un procesador cuántico superconductor que incorpora 49 qubits. Este dispositivo representa la tercera generación de procesadores cuánticos producidos por Intel, escalando desde los 17 qubits de su predecesor.</p> <p>Se espera que esa capacidad impulse avances en áreas tan diversas como la medicina genética individualizada, la astrofísica y la resolución de desafíos ambientales.</p>
Quantum Lab <sup>142</sup>	Alibaba	<p>Alibaba Cloud Quantum Development Platform (ACQDP):</p> <p>Una herramienta de desarrollo impulsada por simuladores para algoritmos cuánticos y computadoras cuánticas.</p> <p>Alibaba persigue investigar en el uso de computación cuántica en seguridad para el comercio electrónico y los centros de datos.</p>

<sup>140</sup> <https://www.ikerbasque.net/es/noticias/sensores-cuanticos-que-mejoran-la-sensibilidad-de-la-resonancia-magnetica>

<sup>141</sup> <https://www.airbus.com/innovation/industry-4-0/quantum-technologies/airbus-quantum-computing-challenge.html>

<sup>142</sup> <https://damo.alibaba.com/labs/quantum>

CASO	ORGANIZACION	DESCRIPCIÓN
InspirationQ <sup>143</sup>	Spin-off del Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC	Inspiration-Q ayuda a empresas y organizaciones innovadoras y con visión de futuro al ofrecer nuevas soluciones con ventaja competitiva en optimización, simulación y aprendizaje automático basadas en algoritmos cuánticos que funcionan tanto en ordenadores cuánticos como en ordenadores ordinarios.

Fuente: elaboración de INFYDE con datos de las páginas web siguientes:

<https://www.ikerbasque.net/es/noticias/sensores-cuanticos-que-mejoran-la-sensibilidad-de-la-resonancia-magnetica>

<https://www.airbus.com/innovation/industry-4-0/quantum-technologies/airbus-quantum-computing-challenge.html>

<https://damo.alibaba.com/labs/quantum>

[www.inspiration-q.com](http://www.inspiration-q.com)

Otras demandas industriales que están siendo abordadas por la computación cuántica en la actualidad son, entre otras, las siguientes:

**Tabla 31: Otras demandas de aplicaciones usando la computación cuántica**

ÁMBITO	DEMANDA
FINANCIERO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización de carteras financieras.</li> <li>Desarrollo del Bitcoin.</li> <li>Transacciones financieras.</li> <li>Simulación de escenarios financieros.</li> <li>Arbitraje de divisas.</li> <li>Procesos de puntuación crediticia (o 'credit scoring').</li> <li>Análisis de riesgo.</li> <li>Detección del fraude.</li> </ul>
INDUSTRIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Machine learning.</li> <li>Aprendizaje automático.</li> </ul>
MEDICINA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medicina individualizada.</li> <li>Asistentes digitales para ayudar a los médicos a diagnosticar enfermedades y sugerir la terapia más prometedora.</li> <li>Simulaciones biomédicas.</li> <li>Registros médicos.</li> <li>Síntesis de nuevos productos químicos para medicamentos.</li> <li>Diseño y producción de fármacos.</li> </ul>
QUÍMICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simulaciones químicas de moléculas.</li> </ul>
AGRO ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Síntesis de nuevos productos químicos para fertilizantes.</li> <li>Gestión de la agricultura de precisión.</li> </ul>
MOVILIDAD SOSTENIBLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización de las rutas de todos los coches de una ciudad simultáneamente para evitar atascos y reducir las emisiones.</li> </ul>
ENERGÍA Y NUEVOS MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de energías renovables.</li> <li>Predicción de nuevos materiales de interés energético o para fisión nuclear.</li> <li>Supercondensadores para almacenamiento energético.</li> <li>Superconductores de alta temperatura para la distribución de energía sin pérdidas.</li> </ul>
CLIMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predicción de fenómenos atmosféricos.</li> </ul>

<sup>143</sup> [www.inspiration-q.com](http://www.inspiration-q.com)

ÁMBITO	DEMANDA
LOGÍSTICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegación de alta precisión.</li> <li>• Cadena de suministros y logística.</li> </ul>
METROLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronometraje.</li> <li>• Mediciones eléctricas.</li> </ul>
INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevas estrategias para los motores de búsqueda de información en internet. Se han realizado experimentos de aplicación de algoritmos en computadores cuánticos para acelerar la rapidez en la búsqueda de información.</li> <li>• Aplicaciones en Internet de las Cosas.</li> <li>• Clasificación de imágenes.</li> </ul>
COMUNICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de la creciente cantidad de datos de los ciudadanos transmitidos digitalmente.</li> <li>• Ciberseguridad, la computación cuántica puede superar la criptografía.</li> </ul>

Fuente: Elaboración de INFYDE

## Índice de tablas

TABLA 1: GRUPOS DE TRABAJO DE LA PLATAFORMA DISRUPTIVE DE LA APTE .....	4
TABLA 2: REUNIONES DE LOS GRUPOS DE TRABAJO DE TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS DE APTE .....	6
TABLA 3: OPORTUNIDADES TRANSVERSALES DE LA ACCESIBILIDAD WEB PARA LAS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS .....	8
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LAS DIVERSAS GENERACIONES DE TECNOLOGÍAS MÓVILES .....	10
TABLA 5. APLICACIONES DE LOS 3 ESCENARIOS DE USO PARA LOS SISTEMAS IMT-2020 .....	11
TABLA 6. TENDENCIAS DE LOS CONSUMIDORES EN ÁMBITOS RELACIONADOS CON LA TECNOLOGÍA 5G .....	14
TABLA 7: OPORTUNIDADES DE APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA 5G.....	16
TABLA 8: OPORTUNIDADES GENERADAS POR LA TECNOLOGÍA 5G.....	17
TABLA 9. APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA 5G A DEMANDAS SECTORIALES DE LA UNIÓN EUROPEA.....	18
TABLA 10. PREVISIÓN DEL ERICSSON CONSUMER & INDUSTRYLAB SOBRE DEMANDAS DE LOS CONSUMIDORES PARA APLICACIONES Y SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS 5G .....	20
TABLA 11. DEMANDAS RELACIONADAS CON CULTURA Y OCIO QUE PODRÁN SER ATENDIDAS MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA 5G .....	21
TABLA 12. TENDENCIAS EN CIBERSEGURIDAD DERIVADAS DEL IMPACTO DE LA COVID-19.....	25
TABLA 13. SELECCIÓN DE OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN EN CIBERSEGURIDAD .....	27
TABLA 14. OBJETIVOS Y LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA CIBERSEGURIDAD EN ESPAÑA.....	29
TABLA 15: PREDICCIONES DE DEMANDA DE CIBERSEGURIDAD 2021-2025.....	30
TABLA 16: TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	35
TABLA 17: TENDENCIAS EN APLICACIONES DE LA IA A SECTORES SOCIO ECONÓMICOS ESTRATÉGICOS .....	36
TABLA 18: ESPACIOS COMUNES EUROPEOS DE DATOS.....	39
TABLA 19: CICLO DE VIDA DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	42
TABLA 20: APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	42
TABLA 21. CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN BLOCKCHAIN DESTACADOS POR IBM BLOCKCHAIN .....	50
TABLA 22: POSTULADOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA.....	55
TABLA 23: EXPERIMENTOS REALIZADOS POR GOOGLE EN COMPUTACIÓN CUÁNTICA .....	58
TABLA 24: CLASES DE MÁQUINAS SIMULADORES CUÁNTICOS DESTACADAS POR MICROSOFT .....	59
TABLA 25: ALGUNAS APLICACIONES DEMOSTRADAS DE LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA.....	60
TABLA 26: EXPERIMENTOS REALIZADOS POR GOOGLE EN COMPUTACIÓN CUÁNTICA .....	61
TABLA 27: ALGUNAS INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON FENÓMENOS Y COMPONENTES APLICABLES A LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA .....	62
TABLA 28: ALGORITMOS CUÁNTICOS.....	63
TABLA 29: CASOS DE DEMANDAS DE APLICACIONES USANDO LOS COMPUTADORES CUÁNTICOS DE IBM .....	65
TABLA 30: DEMANDAS DE APLICACIONES USANDO LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA.....	66
TABLA 31: OTRAS DEMANDAS DE APLICACIONES USANDO LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA .....	68

# DISRUPTIVE

## Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas

Con financiación de:



Secretaría técnica a cargo de:



infyde **iD**

SEDE PRINCIPAL  
Avenida Zugazarte , 8 3 pl,  
48930 Bizkaia (Spain)  
(+34) 944.80.40.95  
(+34) 944.80.16.39  
infyde@infyde.eu

SEDE CASTILLA Y LEON  
Doctor Sánchez Villares 10-1º c,  
48930 Valladolid (Spain)  
(+34) 983. 13. 13. 20  
(+34) 944.80.16.39  
infyde@infyde.eu

SEDE CHILE  
Cerro Colorado 5870 101  
Las Condes, Santiago (Chile)  
infyde@infyde.eu

SEDE KAZAJISTÁN  
Nursultan City  
Esil, 12/1 Kunaeva Street  
infyde@infyde.eu