



INDEXCYL:

“La Industria Conectada 4.0 en el Sector Salud de Castilla y León: Situación y Desarrollo Futuro”

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Actuación cofinanciada por:



FONDO EUROPEO
DE DESARROLLO
REGIONAL



Diciembre 2019

ÍNDICE

0/ RESUMEN EJECUTIVO	3
1/ INTRODUCCIÓN	6
2/ TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN EL SECTOR DE LA SALUD	8
2.1/ CONTEXTO GENERAL	8
2.2/ EUROPA Y NIVEL INTERNACIONAL	15
2.2.1/ <i>Proyectos y aplicaciones</i>	18
2.3/ ESPAÑA	22
2.3.1/ <i>Implantación general de las TIC en el sistema de salud</i>	24
2.3.2/ <i>Plataformas tecnológicas vinculadas al sector de la salud</i>	31
2.3.3/ <i>Proyectos y aplicaciones</i>	32
2.4/ CASTILLA Y LEÓN	33
2.4.1/ <i>Planes y estrategias</i>	35
2.4.2/ <i>Desarrollos desde el ámbito de la universidad y los centros tecnológicos</i>	37
2.4.3/ <i>Otros desarrollos de la región</i>	45
3/ PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DIRECTOS: PROYECTO INDEXCYL.....	49
3.1/ RESULTADOS DE ENTREVISTAS	49
3.2/ RESULTADOS DE MESAS DE TRABAJO	52
4/ CONCLUSIONES	57
4.1/ <i>TECNOLOGÍAS CON MAYOR POTENCIAL DESARROLLO FUTURO</i>	57
4.2/ <i>NECESIDADES DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN</i>	59
4.3/ <i>BARRERAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR SALUD</i>	59

0/ RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento **Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León** plantea como objetivos los siguientes.

- **Conocer y analizar la potencial aplicabilidad de habilitadores tecnológicos** propios de la Industria 4.0 en el sector Salud de Castilla y León y las soluciones y desarrollos innovadores existentes.
- **Identificar una batería de proyectos de desarrollo futuro en el Clúster** que faciliten la transformación digital de las empresas y agentes a partir de la incorporación de soluciones vinculadas a los habilitadores claves identificados.

La metodología utilizada para el desarrollo de este Informe ha combinado el trabajo de gabinete con el trabajo de campo.

Las actividades realizadas han sido las siguientes:

- **Entrevistas en profundidad** (26) a proveedores de tecnologías de la Industria 4.0 que ya operan con el sector de la salud o que podrían hacerlo con sus tecnologías y a empresas/entidades potencialmente usuarias de las tecnologías.
- **Mesas de trabajo.** Se han celebrado dos mesas de trabajo: una formada por clusters nacionales vinculados al sector de la salud o a habilitadores tecnológicos de la Industria 4.0 y otra con proveedores y usuarias de Castilla y León.
- **Workshop.** Se celebró un workshop en el que proveedores de tecnologías I4.0 en el sector de la salud expusieron sus desarrollos y aplicaciones a las empresas/entidades usuarias para que estas pudiesen conocer de una manera directa qué se está ofreciendo en la región. Además, también contó con un espacio de reunión y encuentro en el que establecer contactos, contestar dudas sobre las tecnologías, etc.

La información procedente de estas actividades se analizó posteriormente como trabajo de gabinete, al igual que se realizó una revisión bibliográfica para obtener una visión de conjunto. Los resultados dichas actividades han sido:

- Identificación de las necesidades tecnológicas de las empresas/entidades usuarias del sector de la salud en Castilla y León.
- Análisis de la oferta tecnológica aplicada e implementada en el sector de la salud por empresas/entidades de Castilla y León, así como los posibles futuros desarrollos.
- Contactos entre proveedores-usuarios.

- Identificación de barreras del sector para el desarrollo y aplicación de las tecnologías.
- Identificación de una batería de posibles proyectos a desarrollar vinculados a las tecnologías habilitadores aplicables al sector Salud

En España, atendiendo al número de empresas innovadoras y gasto total en innovación tecnológica por ramas de actividad, observamos que **Farmacia**, contaba en el año 2016 con 164 empresas innovadoras tecnológicamente lo que representaba el 0,9% sobre el total de empresas innovadoras. Sin embargo, **en la importancia de este sector en cuanto a gasto en innovación tecnológica es mayor que por el número de empresas:** este sector gasta el 8,5% en innovación tecnológica.

Sucede lo contrario en el sector **Actividades Sanitarias de Servicios Sociales**, sector al que pertenecían el 5,8% de las empresas innovadoras pero que llevaban a cabo menos del 1% de gasto en innovación tecnológica de España.

En el marco de la realización de este estudio se ha constatado que Castilla y León cuenta con una buena base innovadora en materia de desarrollo de tecnologías y aplicaciones vinculadas a la Industria 4.0 y con un gran potencial de aplicación al sector Salud, base integrada por empresas, centros tecnológicos y grupos de investigación universitarios.

En la tabla que se presenta a continuación, se incluyen las principales conclusiones del informe elaborado.

Tabla 1.

Necesidades vinculadas al desarrollo y aplicación de la I4.0 en el sector salud
<ul style="list-style-type: none">• Disponer de un Historial clínico integrado• Contar con un Marco legal de cara a la protección de datos• Avanzar en la interoperabilidad de sistemas y aplicaciones• Sensibilizar, informar, comunicar y presentar tecnologías, desarrollos y aplicaciones que vinculados a la I 4.0 pueden ser adoptadas por empresas y hospitales para mejorar tanto sus procesos como la atención sanitaria.

Tecnologías de interés y mayor aplicabilidad en el sector salud

- Blockchain
- Big Data
- Inteligencia Artificial
- Robótica Quirúrgica
- Sensórica
- Impresión 3D en prótesis
- Realidad Aumentada
- Gemelos digitales

Necesidades específicas de formación en materia de transformación digital

- Software para servicios (nivel asistencial, distribución productos salud, etc.)
- Big Data aplicada a Cuadros de Mando (gestión de pacientes, gestión recursos)
- Data Analytics.
- Blockchain para identificación digital (pacientes, recursos y trazabilidad de procesos)
- Análítica avanzada de datos para identificación de patrones poblacionales (evolución, generación de modelos predictivos, etc.)
- Conectividad de dispositivos

Actividades a futuro

- Impulsar la compra pública innovadora. Para ayudar a las tecnológicas de menor tamaño que tienen dificultades para conseguir “entrar” en los servicios públicos de salud
- Potenciar la aplicabilidad del conocimiento y experiencia ya existente en el sector industrial en el ámbito de la Salud
- Afrontar nuevos retos y apoyar proyectos demostradores que permitan a los agentes del sector salud las aplicaciones reales a fin de impulsar la generación de confianza.
- Promover un historial clínico integrado
- Elaborar un marco legal de cara a la protección de datos
- Implementar la Industria 4.0 en la Industria Farmacéutica.

- Avanzar en la disponibilidad de datos vinculados a los procesos productivos, ventas, facturación, mercados, es decir, en las áreas más “industriales” del sector
- Avanzar en la obtención de datos sobre el comportamiento de fármacos, los mantenimientos predictivos de procesos o el control de procesos químicos.
- Impulsar proyectos piloto demostradores
- Avanzar en la especialización de los puestos de trabajo en base a la incorporación de la I4.0 en la red sanitaria
- Dar a conocer las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías a las empresas biotecnológicas a través de una formación práctica (formato workshops, showrooms o similares)

Principales barreras para una digitalización I4.0 en el sector salud

- Riesgo tecnológico alto
- Inseguridad jurídica/falta de normativa
- Desconfianza usuarios
- Diferentes perfiles profesionales en Salud
- Desconocimiento entre proveedores/desarrolladores y usuarios del sector salud
- Falta de comunicación sobre las posibilidades de la tecnología

Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo (entrevistas y mesas) celebradas en el proyecto.

1/ INTRODUCCIÓN

El Proyecto INDEXCyL, “La Industria Conectada 4.0 en el Sector Salud de Castilla y León: Situación y Desarrollo Futuro” tiene como objetivo:

“Avanzar en la transformación digital de las empresas e instituciones vinculadas al sector Salud de Castilla y León a partir de la identificación de proyectos orientados a la incorporación de aplicaciones y desarrollo innovadores vinculados a Big Data, computación en la nube, robótica y control de procesos en el sector”.

Las **nuevas tecnologías se han desarrollado tradicionalmente vinculadas a la industria manufacturera**, siendo en este sector donde se han dado los primeros desarrollos y aplicaciones de tecnologías como Big Data, Computación en la Nube, Robótica y Sistemas de Control de Procesos.

Como resultado de la hibridación del mundo físico (industria) y el mundo digital (tecnologías) se generan **unos productos y servicios que forman parte de una industria considerada “inteligente”** por la reducción en el tiempo de producción, el mayor control de los todos los procesos y la capacitación en la gestión y manejo de grandes cantidades de datos entre otros.

Estas mejoras, que ya se están aplicando en el Sector Manufacturero, están siendo llevadas también al Sector Salud. Desde BIOTECYL, Cluster del Salud de Castilla y León se quiere contribuir al desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en este sector para lograr una mayor competitividad.

Para ello se ha puesto en marcha este proyecto, que cuenta con los siguientes objetivos específicos:

- **Conocer (prospectiva) y analizar la potencial aplicabilidad** de habilitadores como big data, cloud computing y robótica y sistemas de control de procesos en el Sector Salud de Castilla y León, así como las soluciones y desarrollo innovadores existentes.
- **Identificar las necesidades y retos** de los agentes (empresas y entidades) tanto desde el punto de vista de la gestión, los procesos de producción y el tratamiento y explotación de datos.
- **Difundir, comunicar y capacitar** a las empresas y agentes del sector en materia de tecnologías digitales habilitadoras clave con aplicabilidad en el sector y las posibilidades existente.
- **Identificar una batería de proyectos** de desarrollo futuro en el Cluster que faciliten la transformación digital de las empresas y agentes a partir de la incorporación de soluciones vinculadas a los habilitadores claves identificados. Esta identificación de proyectos servirá de base para potencial la participación de BIOTECYL y de sus socios en programas de I+D+i regiones, nacionales y europeos.
- **Puesta en marcha y desarrollo de un proyecto piloto** dirigido a socios del cluster para incorporar tecnologías digitales en sus organizaciones, a partir de la identificación previa realizada.

El presente documento está directamente **vinculado al primer objetivo específico** identificado pues se hará un repaso de las tendencias y aplicaciones ya existentes de tecnologías avanzadas en el sector salud a distintos niveles (europeo, nacional y regional) lo que permitirá analizar las posibilidades de aplicabilidad en la región.

Además, **se expondrán los resultados obtenidos en las demás actuaciones llevadas a cabo en el marco del Proyecto INDEXCyL**, que han permitido identificar las necesidades y retos de los agentes de la región, además de la oferta existente, lo que retroalimenta este trabajo de prospectiva.

El informe de prospectiva finaliza con la **exposición de las conclusiones** extraídas tras meses de trabajo y las diversas actividades llevadas a cabo, que han permitido conocer más sobre las tecnologías con mayor potencial en Castilla y León, las necesidades que tiene la región, así como las potenciales acciones en colaboración y las barreras a las que empresas y entidades se podrán enfrentar para el desarrollo de las tecnologías propias de la Industria 4.0 en el Sector de la salud.

2/ TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN EL SECTOR DE LA SALUD

2.1/ Contexto general

Los **desarrollos de la industria 4.0 y su hibridación con otros sectores** está creando nuevos servicios, procesos y aplicaciones que dan un **salto cualitativo en determinados ámbitos**.

En el ámbito de la **salud**, se abren nuevas perspectivas de profundos **cambios disruptivos** de como plantear los servicios y productos vinculados a la salud y los cuidados.

Las posibilidades de aplicación y su desarrollo **requieren de experiencias piloto** que confirmen el potencial y las mejoras que la industria 4.0 pueden introducir a gran escala en el sector salud. Estos proyectos piloto no son solo necesarios para **demostrar su viabilidad, resultados e impacto**, sino para ensayar su aplicación, implementación y poner a prueba los cambios que se introducirán, no sólo a nivel de procesos sino también a nivel psicológico y cultural, dado que en algunos casos suponen cambios drásticos, que requieren **generar la confianza suficiente en un sector de gran sensibilidad social**.

La **4ª revolución industrial está protagonizada por la industria 4.0** en la que nuevas tecnologías generan procesos más eficaces, eficientes y flexibles.

Las aplicaciones de la industria 4.0 en el ámbito médico aportan grandes beneficios:

Tabla 3. Beneficios de las aplicaciones de la industria 4.0

BENEFICIOS de las aplicaciones de la Industria 4.0 en el Sector Salud

- Mejorar la productividad
- Analizar data de pacientes que requieren de tecnologías médicas.
- Almacenamiento digital de datos médicos que conciencie sobre el siguiente nivel de enfermedades.
- Aumentar la precisión.
- Reducir tiempos y costes.
- Mejorar calidad.
- Reducir el inventario de almacenando de datos de pacientes en formato digital en archivo de diseño asistido por computadora (CAD).
- Reducir el papeleo.
- Mejora la gestión de materiales y herramientas.
- Fabrica eficientemente implantes personalizados según el paciente utilizando componentes inteligentes basados en sensores.
- Aplicar procesos de control adecuados para cirugías complejas.
- A través de aplicaciones del sistema de sensores y las tecnologías digitales, puede rastrear automáticamente nuevas enfermedades.
- Crear un sistema de información centralizado en el hospital.
- Detectar datos del paciente y determinar información relativa.

Fuente: Industry 4.0 applications in medical field: A brief review. Mohd Javaid, Abid Haleem. Department of Mechanical Engineering, Jamia Millia Islamia, New Delhi, India. Current Medicine Research and Practice. Volume 9, Issue 3, May–June 2019, Pages 102-109.

Un reciente artículo¹, describe las **principales tecnologías** que permiten generar ventanas de oportunidad a partir de la hibridación de la industria 4.0 con el ámbito de la salud.

- **Fabricación aditiva.** Consiste en la utilización de un conjunto de tecnologías 3D (impresión, escaneo, software, CAD, etc.) que permiten la fabricación de implantes, dispositivos, etc. a medida del paciente, con gran flexibilidad y adaptación a necesidades específicas.
- **Robótica.** La aplicación de la robótica a la cirugía permite intervenciones remotas, con gran precisión y control.
- **Holografía.** Permite la visualización de un paciente a distancia, a través de detalles de anatomía humana, tejidos, órganos y estructura ósea en alta resolución. Sus aplicaciones pueden ir desde el ámbito académico hasta la aplicación médica (consultas a distancia).

¹ Industry 4.0 applications in medical field: A brief review. Mohd Javaid, Abid Haleem. Department of Mechanical Engineering, Jamia Millia Islamia, New Delhi, India. Current Medicine Research and Practice. Volume 9, Issue 3, May–June 2019, Pages 102-109.

- **Sensores.** Los sensores proporcionan información sobre distintos parámetros del paciente (presión arterial, temperatura, etc.). Su aplicación en la cirugía se adapta a cada circunstancia.
- **Internet de las Cosas** en el ámbito médico permite conectar internet y dispositivos médicos que mejoren el tratamiento de datos para recoger información que facilite y mejore el seguimiento, tratamiento y satisfacción de pacientes.
- **Big data.** El tratamiento de grandes volúmenes de información permitiría facilitar las labores del personal médico, generando una visión amplia de paciente desde sus antecedentes hasta pequeños síntomas que permitan el diagnóstico y tratamiento precoz de enfermedades.
- **Inteligencia artificial** aplicada al ámbito sanitario permite analizar datos médicos complejos, permitiendo la puesta en práctica de técnicas de prevención y tratamiento de medicina personalizada, facilitando procesos de diagnóstico, nivel de enfermedad, desarrollo de fármacos y monitorización de pacientes.

En ese mismo artículo se describen 19 aplicaciones de la industria 4.0 en el ámbito médico.

Tabla 4. Aplicaciones de la industria 4.0 en el ámbito sanitario

Aplicación	Descripción
Personalización de implantes	La personalización de implantes permite mejorar el impacto de un tratamiento o cirugía, reducir los riesgos de la cirugía y reducir los costes y tiempos en la fabricación de implantes de alta calidad.
Hospital digital	El impacto del Internet de las cosas en la gestión hospitalaria ofrece grandes campos de mejora.
Implantes inteligentes	Que permitan la conectividad con otros dispositivos a los que envíen información y permitan el seguimiento
Diseño y fabricación de herramientas y dispositivos quirúrgicos	A través de la fabricación aditiva se puede mejorar las herramientas existentes y reducir los tiempos de producción de nuevas.
Gestión de emergencia médica	A través de sistemas de vídeo 3G en ambulancias, o acceso a información crítica en casos de emergencia.
Proporcionar implantes en menos tiempo	Fabricación de precisión, con más adaptación al paciente y en menos tiempo.
Eficiencia en hospitales	Fabricación a bajo coste de implantes, dispositivos, materiales, etc. Control digital mejora el servicio al paciente

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector
Salud de Castilla y León

Aplicación	Descripción
Mejorar la precisión según el paciente	Adaptación a las características de cada paciente
Implantes, herramientas y dispositivos multilaterales con excelente dureza	Producción de modelos exactos adecuados a las necesidades y características de cada paciente.
Flexibilidad	Tanto en la producción de componentes, como en los procesos de cirugía complejos o analizar las causas de enfermedades a través de datos de distintos pacientes.
Mejorar la I+D	Permite la generación de prototipos orientados a la I+D
Cirugía de precisión	Al disponer de procesos inteligentes de industria manufacturera que producen exactamente el modelo preciso.
Mejora de comunicación	Permite generar modelos que mejoren la comunicación paciente-doctor al igual que mejor entendimiento por parte de los médicos de los resultados del tratamiento y de la información adecuada al paciente.
Reducir el riesgo de la cirugía	Disminuye los riesgos en la cirugía a través de la aplicación de distintos tipos de sensores.
Reducir el inventario de implantes	Permite reducir inventario de implantes y archivos, a través de la fabricación a medida y demanda y de la digitalización.
Identificar el nivel de la enfermedad	Permite determinar el nivel de una enfermedad, la identificación de patologías y sus causas.
Holografía	Visualización del paciente en 3D o de tomografías e imágenes de radiodiagnóstico. Aplicaciones emergentes en disciplinas como: ortopedia, patología, dentista, oftalmología, urología, cardiología, otorrinolaringología, etc.
Realidad virtual	Visualización del paciente en 3D Mejorar la planificación quirúrgica Mejora de las habilidades prácticas de cirujanos y la investigación del funcionamiento de órganos.
Seguimiento completo	Seguimiento global del tratamiento global del paciente recogiendo todos los datos.

Aplicación	Descripción
	Seguimiento y prevención de problemas de salud pública a través de distintos dispositivos y tecnologías. Incrementar la calidad del tratamiento médico y la optimización de datos.

Fuente: Industry 4.0 applications in medical field: A brief review. Mohd Javaid, Abid Haleem. Department of Mechanical Engineering, Jamia Millia Islamia, New Delhi, India. Current Medicine Research and Practice. Volume 9, Issue 3, May–June 2019, Pages 102-109.

A estas tecnologías y aplicaciones podemos sumar los sistemas ciber físicos y centrarnos en tres áreas por su importancia: Big Data, Robótica, Computación en la nube e Inteligencia artificial

SISTEMAS CIBERFÍSICOS

Los sistemas ciber físicos integran “capacidades de computación, almacenamiento y comunicación junto con capacidades de seguimiento y/o control de objetos en el mundo físico. Los sistemas ciber-físicos están, normalmente, conectados entre sí y a su vez conectados con el mundo virtual de las redes digitales globales”². Suponen una evolución, por un lado, de las tecnologías de la información y la comunicación, y por otro lado de la industria, conectando sistemas con objetos físicos y con el mundo virtual. Estos sistemas pueden llegar a permitir procesos de aprendizaje y evolución en determinados ámbitos.

En el sector de la salud, las aplicaciones de los sistemas ciber-físicos son múltiples, entre otras se describen las siguientes:

- Nuevos desarrollos en la cirugía robótica.
- Fabricación de componentes nanotecnológicos con aplicación en el ámbito de la salud.
- Medicina personalizada, con nuevos servicios y dispositivos que permitan un seguimiento y control de la salud de un paciente, sin necesidad de desplazamientos a centros médicos.

² Fuente TEKNIKEY IK4. <https://www.tekniker.es/es/sistemas-ciber-fisicos> Fecha consulta 11/09/2019.

Aplicaciones y tecnologías existentes vinculadas a Robótica.

El 19 de Febrero de 2019 tuvo lugar en el Parlamento Europeo un debate sobre el uso de robots e inteligencia artificial en el ámbito de la salud que se desarrolló en un seminario específico. De este debate surgió una publicación³ del *IPOL Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies* del Parlamento Europeo. En este documento, resumen de lo que se abordó en el seminario, se apuntan a 5 ámbitos de interés de aplicación de la robótica y la inteligencia artificial en el sector salud:

- **Robótica aplicada a la cirugía**, con mayor precisión, menos invasiva y posibilidad de intervenciones remotas.
- **Robots de asistencia social y atención a los cuidados**, son un área de oportunidad en un ámbito con creciente demanda y en población mayor con multimorbilidad.
- **Sistemas de rehabilitación** que permitan el tratamiento a largo plazo desde el domicilio frente a la instalación sanitaria.
- **Formación para trabajadores del sector cuidados y salud**, ofreciendo oportunidad de aprendizaje continuo.

Pero lo cierto es que la robótica ya se lleva empleando en el ámbito de la Salud durante varios años. Un ejemplo es el sistema quirúrgico Da Vinci⁴ que ha sido usado principalmente para dotar a los cirujanos de una visión y control más precisos. La compañía proveedora afirma que ha sido usado en cirugías de más de 3 millones de pacientes.

La tendencia actual, según el World Economic Forum, es la unión de la robótica y sistemas de tecnología digital (como la inteligencia artificial) para abordar los desafíos clave en la salud. Se concibe la robótica como un apoyo para el personal sanitario, no como sustituto, para liberar aquellas tareas que sean posibles y dejar más tiempo para cuestiones que requieran de toma de decisiones o sea imprescindible la interacción humana.

Otra aplicación transgresora que está teniendo la robótica en la salud es el uso de drones, pues pueden transportar medicinas, vacunas, sangre o material de primeros auxilios más rápido que los medios convencionales en caso de por ejemplo, accidentes o desastres naturales.

Se ha probado la aplicación de los drones en los siguientes casos⁵:

³ "Robots in healthcare: a solution or a problem". IPOL Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies. 2019

⁴ "Health and Healthcare in the Fourth Industrial Revolution. Global Future Council on the Future of Health and Healthcare 2016-2018". World Economic Forum, Abril 2019. P. 33

⁵ "Health and Healthcare in the Fourth Industrial Revolution. Global Future Council on the Future of Health and Healthcare 2016-2018". World Economic Forum, Abril 2019. P. 33

- Drones-ambulancia en Países Bajos que entregan desfibriladores a personas que acaban de sufrir un ataque cardiaco.
- Google ha patentado un dispositivo que llama a un dron con equipo médico en caso de emergencia.
- Se está desarrollando un sistema de drones para transportar sangre u órganos a zonas aisladas de Australia.

Aplicaciones y tecnologías existentes vinculadas a Computación en la nube.

La Computación en la nube permite por un lado con copias de seguridad de datos sensibles, y por otro lado la combinación y el uso compartido de servicios, aplicaciones, servidores, etc. En el ámbito de la salud tiene grandes **ventajas** dado que:

- Permite la movilidad y el acceso a información relevante desde distintos ámbitos (hospital, centro de atención primaria y hogar).
- Requiere de menos volumen de papel.
- Disminuye costes y permite la innovación y el desarrollo de nuevos procesos, productos y servicios.
- Mejora la interacción entre el ámbito médico y los pacientes.
- Puede permitir generar procesos que ayuden al ámbito de la salud pública y a la gestión de emergencias.

Su aplicación ha irrumpido fuertemente principalmente en el ámbito del radiodiagnóstico y las imágenes médicas, así como en la atención a distancia y su incorporación en distintos ámbitos de los sectores de la Salud y la Farmacia no va a parar de crecer. La consultora GlobalData⁶ estima que el mercado de “la nube” en estos sectores alcanzará los 35.000 millones en 2022, experimentando un crecimiento en tasa anual compuesta del 21,7% desde 2018.

Sin embargo, y tal y como se ha puesto de manifiesto en las diferentes mesas de trabajo y entrevistas realizadas, **la aplicación y desarrollo de tecnologías habilitadoras digitales (I4.0) en el ámbito de la salud plantea ciertos retos que habrá que hacer frente para mejorar su expansión y aplicación.** Los retos pasan por: la seguridad y privacidad de la información, la interoperabilidad e integración entre distintos agentes, la confianza de los usuarios en las aplicaciones y la adaptación del marco regulatorio.

⁶ GlobalData, *Growth of cloud computing space offers immense opportunity for pharma in 2019*. Recuperado de: <https://www.globaldata.com/growth-of-cloud-computing-space-offers-immense-opportunity-for-pharma-in-2019-says-globaldata/> (01 de octubre de 2019)

2.2/ Europa y nivel internacional

La transformación y digitalización de las empresas y entidades vinculadas al Sector Salud está en línea con las directrices marcadas por Europa en los últimos años. La estrategia Horizonte 2020, el programa de investigación e innovación de la Unión Europea para el periodo 2014-2020 ha destinado parte de su financiación a proyectos vinculados al objeto de este trabajo.

Su programa de trabajo para el periodo 2018-2020 determinó cuatro líneas de financiación entre las que destacamos el área **“Digitalización y transformación de la industria y servicios europeos”**. Dotado con un presupuesto de 1,8 billones de euros, el objetivo de esta financiación es lograr una mejor integración y coordinación de los esfuerzos destinados a la digitalización de los productos, servicios y procesos que transformarán la industria. En el presupuesto de financiación **para el año 2020 están previstos 110 millones de euros para la investigación e innovación en los usos de Inteligencia Artificial para mejores soluciones en salud**⁷.

A grandes rasgos, Horizonte 2020⁸ cuenta con tres pilares en los que se han dirigido las actuaciones estos últimos años. Son ciencia excelente, liderazgo industrial y retos sociales. En todas ellas, es posible encontrar actuaciones vinculadas al sector salud, o a su transformación y digitalización:

- **Ciencia excelente:** *uno de los principales objetivos del programa Horizonte 2020 es el de elevar el nivel de excelencia en la ciencia básica europea y asegurar un flujo constante de investigación de calidad para garantizar la competitividad a largo plazo de Europa.*

Entre los objetivos de este pilar, se encuentra el de *asegurar que Europa cuenta con Infraestructuras de investigación de primera clase accesibles para todos los investigadores en Europa y más allá*. De esta forma, se contribuye a mejorar la competitividad de Europa en todos los ámbitos científicos a la vez que se potencia también la innovación en sectores altamente tecnológicos y, para esta labor, se cuenta entre otras herramientas con ESFRI.

ESFRI⁹ es el Foro Estratégico sobre Infraestructuras de Investigación (The European Strategy Forum on Research Infrastructures) que juega un papel fundamental en la creación de políticas de Infraestructuras de Investigación en Europa. Desde 2018, los siguientes proyectos vinculados al Sector Salud están en fase de desarrollo:

⁷ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/cross-cutting-activities-focus-areas> [Recuperado el 25/11/2019]

⁸ <https://eshorizonte2020.es/ciencia-excelente> [Recuperado el 25/11/2019]

⁹ https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/european-research-infrastructures/esfri_en [Recuperado el 25/11/2019]

EU-IBISBA¹⁰: Innovación en biotecnología industrial y acelerador de biología sintética.

METROFOOD-RI¹¹: Infraestructura para la promoción de metrología en alimentación y nutrición: es una infraestructura para los servicios de metrología en alimentación y nutrición a lo largo de la cadena de valor.

- **Liderazgo industrial.** *Tiene como objeto acelerar el desarrollo de las tecnologías e innovaciones que sirvan de base para las empresas del futuro y ayudar a las PYME innovadoras europeas a convertirse en empresas líderes en el mundo.*

Las principales líneas tecnológicas de las que se ha fomentado el desarrollo en este programa han sido:

- Una nueva generación de componentes y sistemas
- Computación avanzada y tecnologías cloud
- Internet del futuro
- Tecnologías de los contenidos y gestión de la información
- Robótica y sistemas autónomos
- Microelectrónica, nanoelectrónica y fotónica
- Internet de las Cosas (IoT)
- Ciberseguridad.

Todas ellas marcan las directrices que la industria manufacturera va a seguir en los próximos años, pero también son líneas tecnológicas que desarrollan soluciones con aplicabilidad en el Sector Salud.

- **Retos sociales.** El primer objetivo específico de este gran pilar, es *Salud, cambio demográfico y bienestar*. Aunque no se determinan las tecnologías o soluciones que se deben desarrollar, sí que contempla como áreas a desarrollar algunas que tienen especial vinculación con las nuevas tecnologías (big data, cloud computing, robótica, etc).

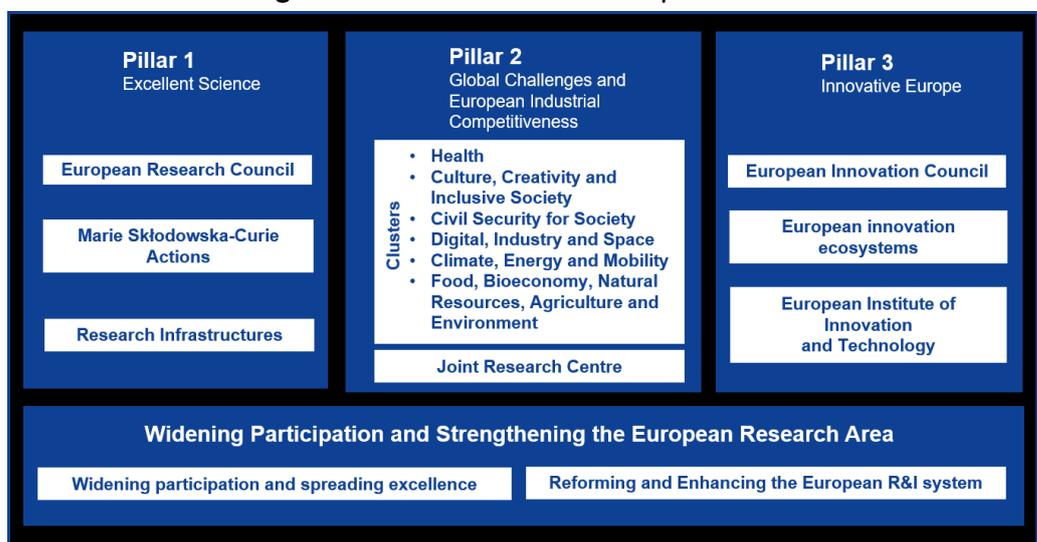
Por ejemplo, se trata de potenciar la medicina *in silico*, que usa la simulación por ordenador con datos específicos para predecir la propensión a una enfermedad o la probabilidad de éxito de los tratamientos médicos; se plantea el uso de ciencia digital para lograr el envejecimiento activo y la vida autónoma y, por último, también se promoverá la integración de las infraestructuras, estructuras y fuentes de información para lograr una mejora de la información sanitaria y de su disponibilidad.

Este programa va a ser continuado por **Horizonte Europa 2021-2027** cuyos pilares son: *ciencia excelente, desafíos globales* y *Europa innovadora* como se ve en la siguiente figura:

¹⁰ Ampliar información sobre EU-IBISBA [aquí](#)

¹¹ Ampliar información sobre METROFOOD-RI [aquí](#)

Figura 1. Pilares Horizonte Europa 2021-2027



Fuente: <https://ec.europa.eu/info/node/71880> [Recuperado el 25/11/2019]

Además, desde la Unión Europea se va a financiar, a partir de 2021, con el nuevo programa **Europa Digital**¹² con 9,2 billones de euros la transformación digital de la economía y la sociedad. Aportará financiación para proyectos de **cinco ámbitos: supercomputación, inteligencia artificial, ciberseguridad, competencias digitales avanzadas y la extensión del uso de las tecnologías digitales en toda la economía y la sociedad.**

Entre los ámbitos que se espera, serán beneficiados por este programa, **el Consejo Europeo**¹³ **cita la asistencia sanitaria**, la seguridad de los vehículos y la energía renovable. Este programa será complementario a otros programas dirigidos a la transformación digital, como son Horizonte Europa y el Mecanismo «Conectar Europa» (instrumento financiero para desarrollar las Redes Transeuropeas de Transporte, Energía y Telecomunicaciones).

¹² https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-proposals-research-innovation-may2018_en.pdf [Recuperado 25/11/2019]

¹³ <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2018/12/04/digital-europe-programme-council-agrees-its-position/> [Recuperado 26/11/2019]

2.2.1/ Proyectos y aplicaciones

APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES VINCULADAS A BIG DATA

A nivel europeo y en el marco de Horizonte 2020, se está desarrollando la iniciativa *BigMedilytics* con una duración de 3 años. Esta iniciativa trata de mejorar la productividad, calidad, eficiencia del sistema de sanitario y reducir sus costes, a través de la aplicación de nuevas oportunidades que ofrece Big Data. Este proyecto está integrado por 12 pilotos que abordan tres temas principales: **la salud poblacional y la gestión de las enfermedades crónicas, la oncología y la industrialización de la atención médica.**

El **impacto** esperado del proyecto y del desarrollo de los pilotos están orientados a:

- Demostrar que **la aplicación de Big Data** en el sector salud puede **incrementar la productividad entre un 20% y un 63%**.
- Posibilitar la **innovación colaborativa** entre los actores clave del sector salud y de la **cadena de valor de datos**.
- Aumentar la cuota de mercado de los proveedores de tecnología big data en un 25% en ámbitos como: oncología, cardiología, radiología, logística de hospitales y seguridad informática de salud.
- Generar un impacto a largo plazo sostenible de las tecnologías big data en el sector salud a través de la inversión del consorcio.
- Reducir las emisiones de carbono a través de la extensión del uso de la telemedicina.
- Ser la base para la siguiente generación de soluciones innovadoras en el sector salud basada en Big Data.

Dentro del proyecto se ha elaborado un entregable que recoge de manera resumida **la situación en distintos países de la regulación para la recogida, gestión y uso de Big Data en el ámbito de la salud**¹⁴.

Los 12 proyectos piloto de este proyecto son un buen ejemplo de las **aplicaciones que se pueden desarrollar a través de las tecnologías Big Data en el sector salud.**

¹⁴ Disponible en: https://www.bigmedilytics.eu/wp-content/uploads/2019/01/D5.2_Country-specific-infographics_v1.0-including-infographics.pdf

Tabla 5. Proyectos Piloto vinculados a Big Data

SALUD DE LA POBLACIÓN Y MANEJO DE ENFERMEDADES CRÓNICAS.	ONCOLOGÍA	INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD.
<p>Comorbilidades. La enfermedades y afecciones crónicas representan el 86% de las muertes y el 75% del coste sanitario europeo. La población crónica se incrementa con el envejecimiento y dada la estructura demográfica europea se espera que en los próximos años tenga un rápido crecimiento. Este piloto tiene como objetivo mejorar la eficacia del sistema, a través del procesamiento de información sobre pacientes crónicos que permita caracterizar las trayectorias de la enfermedad, la estratificación y agrupamiento de grupos de crónicos y la predicción de riesgos, permitiendo determinar entre otras cosas qué pacientes deberían ser atendidos por la atención primaria y cuáles por la secundaria.</p>	<p>Cáncer de próstata, fue el tipo de cáncer más común entre la población masculina en 2012, con una perspectiva de aumento de su incidencia a futuro, siendo uno de los cuatro cánceres más costosos. El piloto quiere definir un sistema de apoyo a la decisión clínica que se aplicará en el Hospital Karolinska. A través del procesamiento de la información se orientará a derivar decisiones de tratamiento primario y multidisciplinario. La aplicación de Big Data se centrará en el enfoque de aprendizaje autónomo y en el procesamiento de datos genómicos, que puedan permitir descubrir biomarcadores vinculados a esta patología.</p>	<p>Manejo del accidente cardiovascular supone un alto coste para la economía europea. El piloto trata de mejorar la identificación temprana dado que el tratamiento a tiempo está relacionado con menor morbilidad y mortalidad, y reducción de la atención médica. Para ello a través de la aplicación de Big Data se pretende mejorar los protocolos y la coordinación y gestión de activos, instalaciones, personal, seguridad del paciente y atención de emergencias.</p>
<p>Enfermedad renal crónica afecta en Europa entre el 3% y el 17% de la población. Empleando los resultados de un proyecto en curso (MACSS) que tiene como objetivo mejorar los resultados y reducir los costos después de un trasplante de riñón. Este piloto trata de aportar un modelo de predicción dinámica y sistemas de alerta (a través de métodos de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático) para el reconocimiento temprano y de complicaciones tras un trasplante, facilitando la atención temprana evitando la morbilidad y las hospitalizaciones.</p>	<p>Cáncer de pulmón, es el tipo de cáncer con más coste más alto. Los pacientes sufren comorbilidades, baja esperanza de vida y gestión poco personalizada. El proyecto trata de mejorar la atención personalizada en este grupo de población, mejorando la calidad del tratamiento y ahorrar costes.</p>	<p>Sepsis. El piloto trata de mejorar la identificación y diagnóstico temprano y eliminar los cuellos de botella en los periodos de tiempo críticos.</p>

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector
Salud de Castilla y León

<p>Diabetes. El proyecto se centra en la población de mujeres con diabetes gestacional, a través de la puesta en marcha de un monitoreo remoto de pacientes en el hogar que permita disminuir las visitas a la atención prenatal, los ingresos hospitalarios.</p>	<p>Cáncer de Mama, está previsto que tenga una alta incidencia ya que se prevé que una de cada 8 mujeres tendrá cáncer de mama antes de los 85 años. Además, el 46% del tratamiento de este tipo de cáncer se realiza a través de medicamentos con pautas generales no adaptadas a cada paciente. Este piloto quiere mejorar la precisión el diagnóstico, establecer tratamientos específicos y adaptados, menos tóxicos y mejor tolerados.</p>	<p>Gestión de activo. Se estima que el 30% del tiempo del personal de enfermería se ocupa a buscar equipo. Este piloto trata de mejorar la búsqueda y gestión de activos móviles dentro de un hospital, mejorando la productividad del personal. Para ello se emplearán sistemas de localización en tiempo real sobre equipos, personal y pacientes.</p>
<p>Condiciones pulmonares crónicas, como la EPOC o el asma, suponen respectivamente la tercera causa de muerte en el mundo y la afección respiratoria más común en Europa. A través de dos plataformas móviles específicas para cada grupo de intervención (My COPD y My Asthma) se recogen datos en tiempo real de pacientes, permitiendo generar modelos predictivos que orientan los recursos a aquellos pacientes que lo necesitan, permitiendo la mejora de la atención temprana, la reducción de la hospitalización y de los servicios de emergencia y de sus costes asociados.</p>		<p>Flujos de trabajo de radiología. Se observa una problemática específica en el ámbito de la radiografía dado que en el 20% de las imágenes obtenidas, los radiólogos observan patologías que desconocen, llevando por un lado a buscar información específica para la elaboración de un informe y una gran variabilidad en el diagnóstico, pudiendo darse la paradoja de tener distintos diagnósticos con la misma imagen. El objetivo del piloto se centra en reducir los tiempos de diagnóstico en los servicios de radiología y mejorar la calidad del diagnóstico a través de un motor de búsqueda eficiente.</p>
<p>Insuficiencia cardiaca. En Europa viven 15 millones de personas con insuficiencia cardiaca, con un riesgo de muerte entre el 10% y el 20%. Este proyecto quiere mejorar la atención a estos pacientes evitando visitas a especialistas y hospitalizaciones frecuentes, mejorar la calidad de vida y evitar complicaciones mortales. El piloto pone el foco en las comorbilidades y en la poca coordinación entre disciplinas médicas en este tipo de pacientes. Para ello, a través de la combinación de información se pretende alcanzar la terapia médica óptima para cada paciente.</p>		

Fuente: Proyecto Europeo BigMedilytics. Página web: <https://www.bigmedilytics.eu/pilot> consultada el 13/09/2019.

Comisión Europea – Smart Health¹⁵

El *Business Innovation Observatory* perteneciente a la Comisión Europea elaboró en Febrero de 2015 un documento en el que se analizaban distintos aspectos de la “Salud Inteligente” como por qué es importante, cuales son sus apoyos y obstáculos y las recomendaciones a seguir.

Smart Health es la denominación que toman las soluciones innovadoras e inteligentes que apoyadas por la tecnología generan ventajas en la cura, cuidado y prevención mediante la introducción de nuevas formas de tratar a los pacientes.

Desde la Comisión se identificaron las cuatro tecnologías aplicadas a la salud que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Tecnologías identificadas por la Comisión de aplicación al s. salud

Empresa	Localización	Negocio innovador
MYSOPHERA	ES	Un sistema que permite el acceso en tiempo real a la localización de los pacientes, personal o activos a través de pulseras o etiquetas.
YOOOM	NL	Tablets y dispositivos portátiles que permiten una interacción natural a pesar de la distancia entre profesionales, pacientes, familiares y cuidadores.
Trilogis	IT	Un servicio basado en la ubicación que puede rastrear el enrutamiento de pacientes a través de cámaras inteligentes
Nissatech	RS	MyCardioAdvisor, una nueva generación de inteligencia interconectada y soluciones de seguridad móvil que permiten una motorización en tiempo de real de situaciones complejas de salud.

Fuente: elaboración propia a partir de Smart Health, Comisión Europea

¹⁵ Para más información consultar: https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/business-innovation-observatory/case-studies/grouped-by-trend_en

Las tecnologías mostradas son específicas para resolver problemas concretos, que es como consideran desde la Comisión Europea que se deberían resolver los problemas relacionados con el Sistema Sanitario o con la salud en general.

Dichas soluciones deben ser sofisticadas y se debe transformar el sector de la sanidad con una mayor tecnología. Esta debe venir dada por compañías médicas tecnológicas, la industria de teléfonos móviles, compañías de software, organizaciones de investigación y las farmacéuticas mundiales.

Organización Mundial de la Salud – Digital Health Atlas¹⁶

“El Atlas Digital de la Salud es una plataforma tecnológica mundial de registros perteneciente a la OMS, cuya finalidad es fortalecer el valor y el impacto de las inversiones relativas a la salud digital, mejorar la coordinación y favorecer la institucionalización y la ampliación”.

Una parte interesante de esta plataforma es que da a conocer algunos de los proyectos que se realizan en todo el mundo y que unen el Sector de la Salud y la tecnología, ayudando a conocer tanto cuáles son las tendencias que se han tomado, si una idea está ya en marcha, posibles colaboradores, etc.

2.3/ España

El **Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020** del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad cuenta entre sus ayudas concretas con la **Acción Estratégica en Salud 2017-2020** con el que desde el Gobierno se orienta el gasto en I+D+I a los retos de la sociedad, considerándose la salud uno de ellos.

Se quiere posicionar la salud como un eje fundamental del desarrollo económico y social y dónde el Sistema Nacional de Salud se consolide como un referente mundial en cuanto a sus capacidades científicas, tecnológicas y de innovación y, por tanto, en la prestación de servicios asistenciales eficientes y de calidad¹⁷

Además, el Plan cuenta con la **Acción Estratégica en Economía y Sociedad Digital 2017-2020** con el que se pretende desarrollar, impulsar y adoptar las tecnologías digitales necesarias para transformar la economía y la sociedad de manera transversal.

¹⁶ Para más información consultar: <https://digitalhealthatlas.org/es/>

¹⁷ Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020, p. 70

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Entre las tecnologías que se quieren impulsar con dicha Acción Estratégica y con la [Estrategia Digital para una España Inteligente](#) destacan las Tecnologías Digitales Habilitadoras, pues su desarrollo es considerado un ámbito estratégico de innovación y de necesaria estimulación.

Se plantea el impulso de la oferta de soluciones, el estímulo de la demanda, el incentivo de la cooperación público-privada y la dinamización de la inversión privada para estimular la innovación y fortalecer [las tecnologías 5G, el Internet de las Cosas \(IoT\); Sistemas de Computación Avanzados \(HPC; Procesamiento Masivo de Datos y del Lenguaje natural.](#)

Se observa por tanto que los dos aspectos que se quieren “unir” con este proyecto están presentes de forma clara y diferenciada en forma de acciones estratégicas del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020 como son la salud y las nuevas tecnologías habilitadoras.

A partir de los datos que ofrece ICONO, *Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación* en su informe del año 2018 se pueden ver algunos datos sobre la innovación en el sector salud.

En España, atendiendo al número de empresas innovadoras y gasto total en innovación tecnológica por ramas de actividad, observamos que [Farmacia](#), contaba en el año 2016 con 164 empresas innovadoras tecnológicamente lo que representaba el 0,9% sobre el total de empresas innovadoras. Sin embargo, [en la importancia de este sector en cuanto a gasto en innovación tecnológica es mayor que por el número de empresas:](#) este sector gasta el 8,5% en innovación tecnológica.

Sucede lo contrario en el sector [Actividades Sanitarias de Servicios Sociales](#), sector al que pertenecían el 5,8% de las empresas innovadoras pero que llevaban a cabo menos del 1% de gasto en innovación tecnológica de España.

Tabla 7. Empresas innovadoras y gasto total en innovación tecnológica por ramas de actividad. (2016)

RAMAS DE ACTIVIDAD	Nº EMPRESAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	% SOBRE EL TOTAL EMPRESAS	GASTOS TOTALES EN INNOVACIÓN (MILES €)	% GASTOS SOBRE EL TOTAL
AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y PESCA	458	2,5	93.238	0,7
Industrias extractivas y del petróleo	47	0,3	193.944	1,4
Alimentación, bebidas y tabaco	1.155	6,3	594.747	4,3
Textil, confección, cuero y calzado	427	2,3	148.963	1,1
Madera, papel y artes gráficas	501	2,7	144.985	1,0
Química	627	3,4	361.504	2,6
Farmacia	164	0,9	1.183.129	8,5
Caucho y plásticos	462	2,5	206.030	1,5
Productos minerales no metálicos diversos	268	1,5	88.298	0,6
Metalurgia	143	0,8	122.326	0,9
Manufacturas metálicas	959	5,2	250.904	1,8
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	255	1,4	200.561	1,4
Material y equipo eléctrico	264	1,4	307.277	2,2
Otra maquinaria y equipo	694	3,8	310.726	2,2
Vehículos de motor	292	1,6	1.505.886	10,9
Otro material de transporte	118	0,6	758.429	5,5
Muebles	186	1,0	26.380	0,2
Otras actividades de fabricación	171	0,9	75.057	0,5
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	134	0,7	29.934	0,2

RAMAS DE ACTIVIDAD	Nº EMPRESAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	% SOBRE EL TOTAL EMPRESAS	GASTOS TOTALES EN INNOVACIÓN (MILES €)	% GASTOS SOBRE EL TOTAL
Energía y agua	134	0,7	282.442	2,0
Saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	104	0,6	36.762	0,3
Construcción	1.020	5,5	126.630	0,9
TOTAL INDUSTRIA	7.105	38,5	6.828.284	49,3
Comercio	2.633	14,3	550.046	4,0
Transportes y almacenamiento	838	4,5	385.724	2,8
Hostelería	489	2,6	10.530	0,1
Información y comunicaciones	1.434	7,8	2.018.766	14,6
Actividades financieras y de seguros	343	1,9	1.343.405	9,7
Actividades inmobiliarias	71	0,4	15.358	0,1
Actividades profesionales, científicas y técnicas	1.799	9,7	2.256.768	16,3
Actividades administrativas y servicios auxiliares	700	3,8	68.479	0,5
Actividades sanitarias y de servicios sociales	1.076	5,8	128.711	0,9
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	209	1,1	8.780	0,1
Otros servicios	300	1,6	22.761	0,2
TOTAL SERVICIOS	9.892	53,5	6.809.329	49,1
TOTAL EMPRESAS	18.475	100,0	13.857.481	100,0

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Fuente: ICONO, Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, Edición 2018

Y, ¿cómo son las empresas de los sectores Farmacia y Actividades sanitarias y de servicios sociales que llevan a cabo innovaciones en tecnología? Según los datos de 2016, **estas empresas son en su mayoría menores de 250 empleados** -como en el conjunto nacional y en casi todos los sectores- pero la importancia relativa de las empresas mayores de 250 empleados para estos sectores es mayor que en el conjunto o en las empresas menores de 250 empleados. Esto significa que **los sectores Farmacia y Actividades Sanitarias y de Servicios Sociales cuentan con un mayor número relativo de empresas mayores de 250 empleados que llevan a cabo actividades de innovación tecnológica** que el resto de los sectores.

Tabla 8. Empresas con actividades de innovación tecnológica por ramas de actividad y tamaño de la empresa -por número de empleados- (2016)

RAMAS DE ACTIVIDAD	Nº DE EMPRESAS CON ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA			% SOBRE EL TOTAL EMPRESAS		
	← 250	250 Y MÁS	TOTAL	← 250	250 Y MÁS	TOTAL
AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y PESCA	427	17	444	3	1	3
Industrias extractivas y del petróleo	..	..	40	..	..	0
Alimentación, bebidas y tabaco	905	141	1.046	6	10	7
Textil, confección, cuero y calzado	319	11	330	2	1	2
Madera, papel y artes gráficas	408	17	425	3	1	3
Química	585	44	629	4	3	4
Farmacia	109	60	169	1	4	1
Caucho y plásticos	413	30	443	3	2	3
Productos minerales no metálicos diversos	238	29	267	2	2	2
Metalurgia	92	34	126	1	2	1
Manufacturas metálicas	746	32	778	5	2	5
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	249	14	263	2	1	2
Material y equipo eléctrico	221	26	247	2	2	2
Otra maquinaria y equipo	586	34	619	4	2	4
Vehículos de motor	192	72	264	1	5	2
Otro material de transporte	..	..	106	..	..	1
Muebles	157	5	162	1	0	1
Otras actividades de fabricación	149	10	159	1	1	1
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	97	7	104	..	..	..

RAMAS DE ACTIVIDAD	Nº DE EMPRESAS CON ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA			% SOBRE EL TOTAL EMPRESAS		
	← 250	250 Y MÁS	TOTAL	← 250	250 Y MÁS	TOTAL
Energía y agua	97	41	138	1	3	1
Saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	82	15	98	1	1	1
Construcción	803	57	860	6	4	5
TOTAL INDUSTRIA	5.758	654	6.412	43	47	41
Comercio	1.968	133	2.101	14	10	13
Transportes y almacenamiento	433	56	489	3	4	3
Hostelería	237	15	253	2	1	2
Información y comunicaciones	1.248	100	1.348	9	7	9
Actividades financieras y de seguros	213	78	291	1	6	2
Actividades inmobiliarias	50	6	56	..	..	0
Actividades profesionales, científicas y técnicas	1.681	89	1.770	12	6	11
Actividades administrativas y servicios auxiliares	390	62	452	3	4	3
Actividades sanitarias y de servicios sociales	740	84	824	5	6	5
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	..	..	158	..	..	1
Otros servicios	..	..	190	..	..	1
TOTAL SERVICIOS	7.276	656	7.931	51	47	51
TOTAL EMPRESAS	14.264	1.384	15.648	100	100	100

Notas: “..” Dato protegido por secreto estadístico

Fuente: ICONO, Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, Edición 2018

2.3.1/ Implantación general de las TIC en el sistema de salud

En este apartado se va a contemplar de una manera general **la implantación que están teniendo las nuevas tecnologías en el Sistema Nacional de Salud**, a partir de la información proporcionada por la Sociedad Española de Informática de la Salud (SEIS) en su índice anual, en este caso el Índice SEIS 2018.

Dicho índice es elaborado a partir de “una encuesta anual dirigida a los responsables TIC de los Servicios de Salud de todas las Comunidades Autónomas”. Los datos se facilitan de forma agregada en forma de tablas, gráficos e indicadores donde se puede ver la evolución de estos.

- **El porcentaje de presupuesto sanitario destinado a TIC sobre el presupuesto global en 2018 fue de 1,23%**, alcanzando los 728.831€.
- **Desde 2014 se han instalado 42 nuevos CPD (Centro de Procesamiento de Datos) y se han creado 1.000 puestos de trabajo** directamente vinculados con ellos. El Sistema Nacional de Salud contaba en 2018 con 308 CPD y 404.292 puestos de trabajo.

En España actualmente se están llevando a cabo 5 proyectos tecnológicos significativos que aunque todavía no están instalados en el conjunto del Sistema Nacional de Salud se van implantando y el Índice recoge datos sobre su evolución. Son los siguientes.

1. **Historia Clínica Electrónica.** Existen un total de 50.969 historias clínicas electrónicas, con una capacidad de 2.128.491 Giga Bytes generados en 2018. En el año 2014, la cantidad de almacenamiento era de 739.270 Giga Bytes.

2. **Historia Electrónica de Salud.** *“Se considera que, una comunidad autónoma dispone de una Historia Electrónica de Salud (HES) de sus ciudadanos, cuando en el Servicio de Salud existe un sistema que permite acceder a los procesos de los pacientes de forma agregada y longitudinal con independencia del centro sanitario o ámbito asistencial dentro de la red sanitaria de utilización pública de la Comunidad Autónoma”.*

Según los datos recogidos, todas las CCAA cuentan con sistemas que soportan una HES única para cada ciudadano llegando al 98,84% de la población protegida.

3. **Receta Electrónica.** El sistema de Receta Electrónica está presente e la totalidad de centros de salud y farmacias del territorio nacional, dispensándose ya por este medio un 92,39% de los envases.

4. **Telemedicina.** Se considera como tal *las “consultas médicas que se hacen a través de un sistema de comunicaciones interactivo (como un audio en vivo/ tiempo real y video), ofrecido por un proveedor de la salud en un lugar distante al sitio en que se encuentra el paciente¹⁸”.* En España ya se está desarrollando en distintas especialidades, destacando Teledermatología y Teleoftalmología, presentes en 13 y 12 CCAA.

5. **Citaciones.** En el año 2018 se efectuaron más de medio millón de citas médicas, tanto para Atención Primaria como Atención Especializada

¹⁸ Medicare, *Medicare y usted*. Recuperado de: <https://www.medicare.gov/Pubs/pdf/10050-S-Medicare-and-You.pdf>

En la siguiente tabla se recogen los distintos sistemas de seguridad empleados y el porcentaje de CCAA en los que están presentes:

Tabla 9. Sistemas de seguridad de los SI

Seguridad de los SI	2015	2016	2017	2018	% varia. 2018-2017
% de CCAA con una única unidad específica para temas de seguridad de los SI	76,47%	64,71%	76,47%	76,47%	0,00%
% de CCAA que tienen definida una política de seguridad oficial	88,24%	88,24%	82,35%	82,35%	0,00%
% de CCAA que han tenido auditoria de seguridad	47,06%	41,18%	35,29%	41,18%	16,69%
Derechos de acceso ejercidos por los ciudadanos a sus datos personales de la HC o HCE (*)	141.281	296.368	464.431	630.064	35,66%
(*) De las 17 CCAA no han contestado a esta pregunta: 6 en 2015, 5 en 2016, 7 en 2017 y 3 en 2018. El porcentaje de variación 2018-2017, hay que valorarlo teniendo en cuenta estas circunstancias					

Fuente: Índice SEIS 2018, página 59

Nuevas tendencias tecnológicas en el Sistema Nacional de Salud

La tecnología no deja de evolucionar, al igual que su implantación en el Sistema Nacional de Salud. Por eso para la elaboración del índice SEIS también cuentan con preguntas que **identifican las nuevas tendencias tecnológicas y su implantación. Cloud Computing y proyectos de Big Data son las nuevas tendencias identificadas.**

En el año 2018, 9 comunidades autónomas tenían implantados ya productos de Cloud Computing y 5 tenían previsto su implantación durante 2019. Proyectos de Big Data están presentes en 7 CCAA y otras 10 tienen prevista su implantación en 2019.

Además, también identifican otros proyectos prioritarios para los años venideros que son, ordenados de más a menos prioritario los siguientes:

Tabla 10. Proyectos prioritarios.

Historia de Salud Electrónica
Producir información con base poblacional como soporte para la toma de decisiones clínicas y de gestión
Espacio Común Sanitario – Sociosanitario
Cuadro de Mando Integral (Servicio de salud y Consejería)
Interoperabilidad
Receta electrónica y/o interoperabilidad
Análisis de datos y generación de conocimiento
Imagen médica
Carpeta/Canal Personal de la Salud
Informatización e integración de Emergencias Sanitarias
Integración primaria, especializada y procesos comunes
Atención a enfermos crónicos con enfoque sociosanitario
Gestor documental para la HC y digitalización de la historia activa en papel
Regulación de flujos asistenciales: agendas, listas de espera, etc.
Consolidación de CPD

Fuente: Índice SEIS, 2018

En otra publicación de SEIS¹⁹, del 2017 se establecieron 10 medidas para impulsar la transformación digital del Sector de la Salud, que se recogen en la siguiente tabla.

Aunque dichas recomendaciones están más orientadas hacia medidas que el Sistema Nacional de Salud debe tomar, centrándose en cuestiones de nivel estatal y orientado sólo a hospitales y centros de salud, permite hacerse una idea de cuáles son por lo tanto **las necesidades u orientaciones que deben seguir las nuevas tecnologías en dicho sector**. Son las siguientes:

¹⁹ SEIS. “Hacia la transformación digital del sector de la salud”. 2017

Tabla 11: Medidas para la transformación digital del sector de la salud. SEIS,2017

MEDIDA 1	DEFINICIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE SALUD DIGITAL LIDERADA POR EL MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD
Acción1	Liderazgo del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad
Acción 2	Participación de todos los agentes del sector
Acción 3	Desarrollar y comunicar una estrategia para la transformación de digital del SNS
MEDIDA 2	CREACIÓN DEL SISTEMA DE GOBERNANZA NECESARIO PARA LA TRANSFORMACIÓN HACIA LA SALUD DIGITAL
Acción1	Establecer un Centro Directivo al máximo nivel político dentro del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, responsable de la estrategia de salud digital
Acción 2	Creación de un Centro Nacional para la Salud Digital
Acción 3	Creación de una Comisión Permanente en el seno del Consejo Interterritorial para la Salud Digital
MEDIDA 3	ORIENTAR EL SISTEMA DE SALUD HACIA LA CRONICIDAD E IMPULSAR EL MODELO DE CONTINUIDAD ASISTENCIAL
Acción1	Revisar la cartera de servicios para incorporar servicios de salud digitales
Acción 2	Mayor orientación del sistema de salud hacia la cronicidad, dotándolo de un presupuesto específico para las TIC que permitan un uso más eficiente de los recursos.
Acción 3	Disponer de un modelo de asistencial integral preventivo, participativo y personalizado
MEDIDA 4	HACER EFECTIVO EL DERECHO DEL PACIENTE AL ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD Y A SU INFORMACIÓN POR MEDIOS DIGITALES
Acción1	Extender la aplicación de la Ley 11/2007 al ámbito sanitario para que la Salud Digital sea un derecho de los ciudadanos
Acción 2	Mejorar el acceso de los ciudadanos, profesionales, entidades sanitarias y empresas a los servicios de la Salud Digital
Acción 3	Creación de las condiciones adecuadas para que las redes de Salud Digital y los servicios innovadores puedan florecer

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector
Salud de Castilla y León

MEDIDA 5	ADOPTAR LAS MEDIDAS NECESARIAS QUE PROMUEVAN LA EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE SALUD CON FINES DE MEJORA DE LA CALIDAD, EFICIENCIA, PLANIFICACION, SALUD PÚBLICA, INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN
Acción1	Fijar los criterios y las normas operacionales que deben cumplir las partes implicadas para la explotación de la información para cada uno de los fines
Acción 2	Adaptar los sistemas de información de los servicios de salud, de forma que se permita esta explotación de datos respetando los derechos de los pacientes
Acción 3	Financiar los proyectos que incorporen las TIC a la explotación de datos de salud.
MEDIDA 6	DOTAR FONDOS ESPECÍFICOS PARA EL DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE SALUD DIGITAL CON UN HORIZONTE TEMPORAL DEFINIDO
Acción1	Impulsar la coordinación entre los distintos ministerios en materia presupuestaria
Acción 2	Establecer distintos tipos de financiación dentro del presupuesto destinado a la salud electrónica
MEDIDA 7	INCORPORAR LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A LOS PROCESOS ASISTENCIALES
Acción1	Desarrollar un nuevo modelo de Salud Digital basado en los siguientes conceptos <ul style="list-style-type: none"> • Definición de políticas sanitarias que incrementen la colaboración entre estructuras sanitarias y la propia comunidad • Sistemas de ayuda a la decisión clínica • Herramientas colaborativas entre equipos profesionales multidisciplinares
Acción 2	Construir nuevos sistemas de información que den respuesta a tres demandas importantes: <ul style="list-style-type: none"> • Medicina de Precisión • Gestión de la Salud Población • mHealth

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector
Salud de Castilla y León

MEDIDA 8	ASEGURAR QUE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN PÚBLICA CONTEMPLAN LAS NUEVAS ARQUITECTURAS E INFRAESTRUCTURAS TIC Y LOS NUEVOS SERVICIOS ASISTENCIALES BASADOS EN LA SALUD DIGITAL
Acción1	Normalizar los procedimientos de contratación TIC mediante pliegos-tipo, que permitan su agilización
Acción 2	Incluir en la contratación de productos y servicios sanitarios las TIC como una parte del todo, incluido en el objeto del contrato y con la suficiente dotación presupuestaria para su integración en el nuevo modelo a implantar
Acción 3	Utilizar las diferentes tipologías de contratación que permite la legislación vigente: pago por uso, riesgo compartido o basado en resultados
MEDIDA 9	FORMACIÓN DE GESTORES Y PROFESIONALES CLÍNICOS
Acción1	Compartir conocimiento y generar espacios de debate con gestores y profesionales clínicos sobre el uso de las TIC en el ámbito de la salud
Acción 2	Desarrollar contenidos relacionados con la salud digital, que pudieran impartirse en licenciaturas o master y que formaran parte del conocimiento académico de los profesionales de la salud
Acción 3	Encuentros de información e intercambio de experiencias en el campo de la salud digital con colegios y asociaciones de profesionales de la salud, con el fin de mantener actualizado los conocimientos tecnológicos en el campo digital
MEDIDA 10	DOTAR DE MAYOR TRANSPARENCIA AL SISTEMA DE SALUD Y MEDIR EL IMPACTO Y EVOLUCIÓN DE LA SALUD DIGITAL
Acción1	Crear una cultura de transparencia que permita comparar resultados en el sistema nacional de salud
Acción 2	Definir indicadores homogéneos que permitan medir y comparar el impacto de la transformación digital en sistema de salud

Fuente: SEIS, *Hacia la transformación digital del sector de la salud*, 2017

2.3.2/ Plataformas tecnológicas vinculadas al sector de la salud

*Las Plataformas Tecnológicas son **estructuras público-privadas de trabajo en equipo lideradas por la industria**, en las que todos los agentes sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación interesados en un campo tecnológico trabajan conjunta y coordinadamente para **identificar y priorizar las necesidades tecnológicas, de investigación y de innovación a medio o largo plazo.***

Su principal objetivo es conseguir los avances científicos y tecnológicos que aseguren la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento de nuestro tejido empresarial, alineando las estrategias de los diferentes agentes y concentrando los esfuerzos de I+D+i.²⁰

Desde el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España se identifican 36 Plataformas tecnológicas, de las cuales 5 están relacionadas de una forma directa con el Sector de la Salud. Son las siguientes:

- *Plataforma Española de Nanomedicina ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica de Innovación Tecnológica Sanitaria ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica Española de Sanidad Animal, Vet+i ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías para la Salud, Bienestar y Cohesión Social – Evia ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica Española – Medicamentos Innovadores ([aquí](#))*

Además, existen otras 6 Plataformas que pueden tener relación con el Sector Salud, aunque de una forma menos directa:

- *Plataforma de Mercados Biotecnológicos ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica española de Biotecnología Vegeta - BIOVEGENI ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica Española de Materiales Avanzados y nanomateriales - MATERPLAT ([aquí](#))*
- *Plataforma Tecnológica Española MANU-KET: la Fabricación Avanzada como tecnología Facilitadora Transversal ([aquí](#))*

Existen también Plataformas Tecnológicas a nivel europeo relacionadas con el Sector Salud, y con la Industria 4.0 o las tecnologías propias de dicha industria que pueden ser igualmente empleadas en el Sector Salud. Se identifican²¹ las siguientes por su mayor relación con el objeto de estudio de este proyecto.

²⁰

www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.6f2062042f6a5bc43b3f6810d14041a0/?vgnnextoid=844cb292d3ff4410VgnVCM1000001d04140aRCRD

²¹ <http://www.etipbioenergy.eu/supporting-initiatives-and-platforms/related-european-technology-platforms-and-jtis/etp-overview>

- *Photonics21* ([aquí](#))
- *EPoSS – European Technology Platform on Smart Systems Integration* ([aquí](#))
- *ETP4HPC – ETP for High Performance Computing* ([aquí](#))
- *AISBL – euRobotics* ([aquí](#))
- *NESSI – ETP Software, Services and Data* ([aquí](#))
- *EuMaT – ETP Advanced Engineering Materials and Technologies* ([aquí](#))
- *ETP Nanomedicine* ([aquí](#))
- *ETP for Sustainable Chemistry* ([aquí](#))

2.3.3/ Proyectos y aplicaciones

Inteligencia Artificial²²

El Gobierno de España, bajo la Comisión Delegada para Política Científica, Tecnológica y de Innovación ha creado un **Mapa de Inteligencia Artificial**, una herramienta intuitiva que permite conocer las entidades, tanto públicas como privadas, *“que investigan, desarrollan, utilizan o prestan servicios con tecnologías de la inteligencia artificial, tanto a nivel nacional como de comunidad autónomas y provincias”*.

Se contemplan 10 Áreas estratégicas de aplicación, **de las que destacan Salud con 187 entidades e Industria Conectada 4.0 con 182**. Estas dos áreas son las que cuentan con un mayor número de entidades con actividades en Inteligencia Artificial.

Concretando en el Área de la salud, una mayoría de 168 entidades desarrolla tecnologías o servicios de IA, frente a 19 que las demandan. Respecto a las actividades que se están desarrollando:

- 141 son desarrollos de aplicaciones/servicios que integran alguna tecnología en AI
- 128 son desarrollos de proyectos de AI a medida para entidades públicas o privadas
- 116 son desarrollos de productos basados en AI

Además, como se puede ver en la siguiente figura, las tecnologías de Big Data y análisis de datos y de Aprendizaje automático son las que están presente en un mayor número de proyectos.

²² Fuente: <https://mapa.estrategiaia.es/mapa> [Recuperado en octubre de 2019]

Figura 2. Tecnologías más presentes en los proyectos de IA del área Salud



En Castilla y León están presentes 11 de las 187 entidades que desarrollan (10) o demandan (1) tecnologías o servicios de IA. Además, en 10 de los casos se combina la IA con otra tecnología (blockchain, ciberseguridad, HPC ó 5G); 5 son socios de un clúster y 1 es coordinador de cluster y en 8 de los casos tienen entre 11 y 50 empleados dedicados a IA.

Las entidades son las siguientes:

Tabla 12. Entidades de Castilla y León con desarrollos y/o demandas de tecnologías o servicios de IA

Fundación CARTIF	Telecyl, SA
AIR Institute	Universidad de Burgos
Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL)	Universidad de Salamanca
Instituto Tecnológico de Castilla y León	Universidad de Valladolid
Leasba Consulting, SL	Xolido Systems, SA
Plain Concepts, SL	

Fuente: Mapa de Inteligencia Artificial,

2.4/ Castilla y León

Una vez vistas estrategias, datos y proyectos concretos sobre el desarrollo y aplicación de tecnologías avanzadas a nivel internacional y nacional, se procede a hacer lo propio a nivel regional. Se va a comenzar viendo algunos [datos sobre I+D de Castilla y León para poder caracterizar los esfuerzos en innovación de la región](#).

Castilla y León fue en el año 2016 la cuarta región que más gasto interno tuvo en I+D en porcentaje de su PIB. **El Gasto Interno en I+D** es la suma de todas las cantidades que se destinan a actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, realizados dentro de la unidad o centro investigador cualquiera que sea el origen de los fondos. Los costos llevados a cabo fuera del centro, pero en apoyo de tareas internas de I+D²³.

²³ ICONO, *Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Edición 2018, Glosario de términos

Las regiones que tienen mayor gasto en I+D que Castilla y León son País Vasco, Comunidad de Madrid, Comunidad Foral de Navarra y Cataluña. El máximo de la serie para CyL se dio en el año 2008 y ha mantenido una tendencia creciente desde el año 2013.

Tabla 13. Gastos internos totales en I+D por CCAA (2006-2016)
En porcentaje del PIB regional

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	2006	2007	2008	2009 ⁽¹⁾	2010	2011	2012 ⁽²⁾	2013	2014	2015	2016
Andalucía	0,89	1,02	1,03	1,10	1,21	1,15	1,05	1,04	1,03	1,03	0,92
Aragón	0,87	0,90	1,03	1,12	1,13	0,95	0,93	0,90	0,91	0,90	0,89
Asturias (Principado de)	0,88	0,92	0,97	1,01	1,06	0,96	0,89	0,86	0,80	0,75	0,74
Baleares (Illes)	0,29	0,33	0,36	0,38	0,43	0,36	0,34	0,33	0,32	0,33	0,33
Canarias	0,65	0,64	0,63	0,59	0,63	0,58	0,51	0,50	0,46	0,49	0,47
Cantabria	0,79	0,88	1,01	1,17	1,23	1,08	0,98	0,91	0,83	0,85	0,84
Castilla y León	0,97	1,10	1,27	1,15	1,11	1,03	1,12	0,99	0,98	0,99	1,10
Castilla-La Mancha	0,47	0,60	0,72	0,63	0,69	0,70	0,64	0,53	0,51	0,55	0,57
Cataluña	1,42	1,48	1,62	1,70	1,66	1,56	1,51	1,50	1,47	1,52	1,46
Comunitat Valenciana	0,95	0,95	1,05	1,11	1,07	1,03	1,01	1,02	1,02	1,00	0,99
Extremadura	0,72	0,74	0,86	0,90	0,88	0,84	0,77	0,76	0,67	0,67	0,60
Galicia	0,89	1,03	1,04	0,94	0,94	0,93	0,87	0,86	0,87	0,89	0,87
Madrid (Comunidad de)	1,96	1,92	2,02	2,05	2,05	1,98	1,82	1,75	1,68	1,71	1,66
Murcia (Región de)	0,76	0,91	0,86	0,87	0,92	0,84	0,83	0,84	0,86	0,88	0,94
Navarra (Comunidad Foral)	1,91	1,88	1,94	2,19	2,04	2,08	1,91	1,79	1,75	1,62	1,62
País Vasco	1,58	1,87	1,98	2,13	2,03	2,11	2,19	2,09	2,03	1,91	1,89
Rioja (La)	1,04	1,16	1,01	1,08	1,07	1,02	0,87	0,79	0,91	0,90	0,84
Ceuta y Melilla	0,36	0,20	0,20	0,22	0,12	0,11	0,11	0,09	0,09	0,08	0,09
Total	1,20	1,27	1,35	1,39	1,39	1,33	1,30	1,24	1,23	1,22	1,19

(1) Desde el año 2009, PIB base 2008

(2) Desde el año 2012, PIB base 2010

Fuente: ICONO, *Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, Edición 2018*

Por número de empresas con innovación tecnológica, Castilla y León contaba en 2016 con 586 en total, un 3,17% de todas las españolas con innovación tecnológica. **Destaca la innovación tecnológica en proceso**, que es la adopción de métodos de producción tecnológicamente nuevos o mejorados pues fue el tipo de innovación tecnológica más llevada a cabo por las empresas castellanas y leonesas.

Tabla 14. Innovación tecnológica en las CCAA. 2016. Principales Indicadores

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	Nº EMPRESAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA ⁽¹⁾				EMPRESAS CON ACTIVIDADES INNOVADORAS ⁽²⁾
	TOTAL	DE PRODUCTO	DE PROCESO	DE PRODUCTO Y PROCESO	
Andalucía	1.969	917	1.467	415	1.491
Aragón	649	374	479	204	498
Asturias (Principado de)	318	164	244	91	262
Baleares (Illes)	237	80	201	44	181
Canarias	584	282	491	189	460
Cantabria	156	81	125	50	129
Castilla y León	586	288	476	178	489
Castilla-La Mancha	550	274	439	163	436
Cataluña	4.024	2.325	2.977	1.279	3.408
Comunitat Valenciana	2.127	1.064	1.728	666	1.777
Extremadura	272	134	209	71	244
Galicia	912	477	714	279	831
Madrid (Comunidad de)	3.405	1.640	2.727	962	2.873
Murcia (Región de)	551	228	463	140	504
Navarra (Comunidad Foral)	386	214	311	138	361
País Vasco	1.515	1.002	1.094	582	1.503
Rioja (La)	212	121	169	78	189
Ceuta y Melilla	23	17	15	9	12
Total	18.475	9.683	14.330	5.538	15.648

(1) Empresas innovadoras en periodos de tres años (ej. para 2016, periodo 2014-2016). Aquellas que han introducido en los últimos tres años productos tecnológicamente nuevos o mejorados en el mercado o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados en sus métodos de producción de bienes o de prestación de servicios.

(2) Cuando la empresa ha realizado alguna de las siguientes actividades innovadoras: I+D, diseño industrial, equipo e ingeniería industrial, lanzamiento de fabricación, comercialización de nuevos productos y adquisición de tecnologías materiales e inmateriales.

Fuente: ICONO, Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, Edición 2018

2.4.1/ Planes y estrategias

Actualmente, Castilla y León cuenta con la [Estrategia de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente \(RIS3\) de Castilla y León 2014-2020](#), estrategia que marca las líneas de investigación e innovación por las que la región apuesta en dicho periodo.

Una de las prioridades definidas es la *“Aplicación de conocimiento y tecnología en Salud y Atención Social, Cambio Demográfico y Bienestar, para la mejora de calidad de vida de los ciudadanos”*, siendo por tanto el sector Salud prioritario en cuanto a la especialización. Engloba ámbito como Medicina, Inmunología y Microbiología, Farmacología, Toxicología y Farmacia, Química e Ingeniería.

En la [Actualización del Patrón de Especialización Regional Para el Periodo 2018-2020](#) se considera el ámbito *Salud y Calidad de Vida* del que se dice:

“Contiene como actividad económica la fabricación de productos farmacéuticos y la prestación de servicios sociosanitarios. Se trata de una macroactividad de gran importancia en la economía castellano y leonesa [...]”

Se señalan como tecnologías a desarrollar dentro del patrón tecnológico los Materiales Avanzados, las TIC, la Biotecnología y la Fabricación y Procesos Avanzados. Además, [se consideran otras tecnologías de interés para Castilla y León las siguientes:](#)

- Gestión y administración de sistemas de salud: logística, interoperabilidad, LPS, transporte mediante robots, receta electrónica, historia clínica electrónica
- Técnicas de imagen
- Sistemas inteligentes y robótica de atención a la discapacidad
- Impresión en 3D
- Traslación o traducción tecnológica de los resultados de la investigación en oncología.

Más concretamente, en política sanitaria la Comunidad Autónoma de Castilla y León cuenta con la **estrategia E-Salud**, que *“aspira a dar una respuesta eficiente a estos desafíos que se nos plantean en el futuro, para ello se requiera la adecuada utilización de las nuevas tecnologías y supone una estrategia de modernización tecnológica perfectamente alineada con la misma”*.

Figura 3. Principios y valores de la estrategia E-Salud

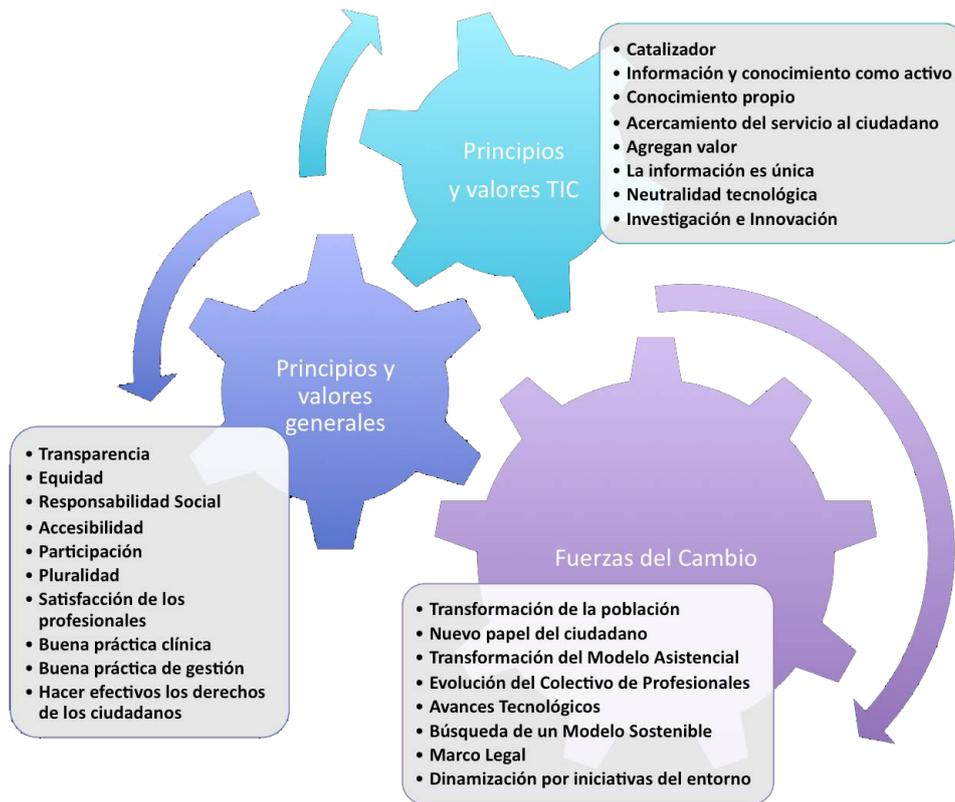


Figura 4. Líneas estratégicas estrategia E-Salud



Fuente: <https://www.saludcastillayleon.es/profesionales/es/estrategia-salud/desarrollo-proyectos> [Recuperado el 26/11/2019]

En el marco de esta estrategia se han desarrollado cuatro proyectos para el sistema de salud de Castilla y León, que pretenden lograr la digitalización y adaptabilidad del sistema sanitario a las nuevas tecnologías. Son los siguientes:

- **JIMENA:** Historia clínica electrónica en Atención Especializada. Es una aplicación informática orientada a los profesionales sanitarios.
- **MEDORA:** Historia clínica electrónica en Atención Primaria. Integra toda la información clínica de los pacientes manteniendo la confidencialidad.
- **Oficina de Integración.** La Gerencia Regional de Salud de Castilla y León ha elaborado unas *Guías de Integración* para que sea más sencilla la adaptación del personal sanitario al uso de nuevas tecnologías.
- **Cita previa multicanal.**

2.4.2/ Desarrollos desde el ámbito de la universidad y los centros tecnológicos

Castilla y León cuenta con 4 universidades públicas y 5 universidades privadas desde las que se desarrollan numerosos proyectos de investigación en ámbitos diversos. A continuación, se van a ver algunos de los Grupos de Investigación de estas universidades que están llevando a cabo proyectos, o que sus líneas de investigación guardan relación con el desarrollo y aplicación de las tecnologías avanzadas al sector de la salud.

A continuación, se muestran unos ejemplos de la actividad que se lleva a cabo en las Universidades regionales, lo que muestra la capacidad y el potencial existentes en la región en el desarrollo de tecnologías habilitadoras digitales para el sector Salud.

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Grupo de Investigación	ADMIRABLE (Advanced Data Mining Research And Business intelligence/BigData/Bioinformatics Learning)
Descripción del Grupo de Investigación	Desarrolla su actividad investigadora en el diseño de nuevos algoritmos de construcción de multclasificadores y la aplicación de técnicas de minería de datos y reconocimiento de patrones. Se aplica a la detección de fallos en entornos industriales y la bioinformática.
Universidad	Universidad de Burgos
Proyecto de investigación	Estudio de los mecanismos de patogenidad de <i>Campylobacter jejuni</i> como causante de cardiomiopatías y posibles soluciones en base a sustancias antimicrobianas naturales. (Campycardio)
Fechas	1/06/2019-31/05/2021
Web	https://www.ubu.es/advanced-data-mining-research-and-bioinformatics-learning-admirable

Grupo de Investigación	BEST-AI: Biología, Educación y Salud con Tecnologías Avanzadas Informáticas
Descripción del Grupo de Investigación	Centra su actividad investigadora en el desarrollo de nuevos algoritmos de minería de datos e inteligencia artificial y en su aplicación a problemas biológicos, bioinformáticos, sanitarios, medioambientales o educativos.
Universidad	Universidad de Burgos
Capacidad/Aplicación tecnológica	<ul style="list-style-type: none">– Análisis de imágenes y visión artificial. Aplicaciones en imagen médicas o en otro tipo de problemas biológicos o medioambientales.– Análisis de datos bioinformáticos. Con enfoque al soporte de toma de decisiones médicas.– Procesamiento de datos educativos, con enfoque a la detección del fracaso o sistemas personalizados.– Aplicación de técnicas de minería de datos e inteligencia artificial a datos provenientes de sensores, audios, textos, imágenes. Con especial interés en todos aquellos problemas con un impacto a nivel sanitario o medioambiental.
Web	https://www.ubu.es/best-ai-biologia-educacion-y-salud-con-tecnologias-avanzadas-informaticas-best-ai

Grupo de Investigación	SAMS – Sensores en alimentación, medioambiente y salud
Descripción del Grupo de Investigación	Experiencia en la puesta a punto de métodos analíticos para la determinación de distintos parámetros de interés en alimentos, medioambiente y salud.
Universidad	Universidad de Burgos
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> – Sensores ópticos y eléctricos – Sensores biométricos – Sensores en gases – Técnicas de separación
Web	https://www.ubu.es/sensores-en-alimentacion-medioambiente-y-salud-sams

Grupo de Investigación	AISA – Abordaje Integral de la Salud
Descripción del Grupo de Investigación	En el departamento de las Ciencias de la Salud, engloba la investigación en la Salud desde una visión integral
Universidad	Universidad Católica de Ávila
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> – Cuidados paliativos – Prevención y promoción de la salud en adolescentes: uso de las nuevas tecnologías (TICs) y factores de salud asociados. – Abordaje integral del proceso de envejecimiento
Web	https://www.ucavila.es/abordaje-integral-de-la-salud-aisa/

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Grupo de Investigación	G.I en Discapacidad Física y Sensorial
Universidad	Universidad Europea Miguel de Cervantes
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> – Aplicación y evaluación de nuevas terapias físicas en pacientes con discapacidad física y sensorial – Aplicación de nuevas tecnologías en la rehabilitación de pacientes con discapacidad física y sensorial – Valoración biomecánica del sistema músculo-esquelético de pacientes con discapacidad física y sensorial
Proyectos	– Implantación de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación domiciliar de pacientes con discapacidad física
Web	https://investigacion.uemc.es/services/grupo-investigacion-discapacidad-fisica-sensorial/

Grupo de Investigación	G.I en i+HeALTH
Universidad	Universidad Europea Miguel de Cervantes
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> – Epidemiología de la actividad física y salud – Efectos de nuevos métodos de entrenamiento sobre la salud – eHealth – Vendaje Neuromuscular – Análisis de datos y Big Data
Proyectos	– Desarrollo de la aplicación SeniorHeALTH
Web	https://investigacion.uemc.es/vicerrectorado/area-investigacion-ciencias-salud/

Grupo de Investigación	Transformación Digital en Ciencias de la Salud
Universidad	Universidad Isabel I
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none">– Nutrición y dietética– Actividad física y deporte– Psicología aplicada

APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES VINCULADAS A BIG DATA

En Castilla y León se han iniciado proyectos en esta línea que le han llevado a recibir la mención de Microsoft España como “ejemplo” de región a la de colaborar con proyectos Big Data en el ámbito sanitario. En la región se están llevando proyectos como:

- La [aplicación de tecnología Big Data en el Hospital Universitario Río Hortega²⁴](#) para generar conocimiento aplicable a mejorar la salud de los pacientes.

- [Proyecto europeo Harmony²⁵](#): coordinado desde Salamanca, se estudia con Big Data los datos de miles de pacientes de Europa que padecen cáncer linfático.

A nivel de aplicación, algunos hospitales de Castilla y León cuentan ya con la plataforma [SAVANA²⁶](#), que transforma historias clínicas electrónicas en Big Data.

Savana ofrece 4 productos vinculados con Big Data e Inteligencia Artificial:

²⁴ Más información en: http://www.diariodevalladolid.es/noticias/innovadores/datos-salvan-vidas_153910.html

²⁵ Más información en: <https://www.diariofarma.com/2018/10/22/harmony-el-empujon-que-necesitan-las-aprobaciones-condicionadas>

²⁶ Más información en: <https://savanamed.com/es/>

Tabla 15. Productos y aplicaciones de SAVANA

Producto	Descripción
<p>Savana Research</p>	<p>Extracción automática de todas las variables para un estudio clínico.</p> <p><u>Funcionalidades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Extrae de forma automática, todas las variables de todos los pacientes atendidos, filtrando por los criterios de búsqueda deseados. – Permite establecer correlaciones previamente no conocidas o planteadas. – Recluta de forma inmediata pacientes para ensayos clínicos de los que no existe registro <p><u>Beneficios:</u> Acelera la generación de conocimiento médico, ahorrando meses de trabajo en la extracción de información</p>
<p>Savana Manager</p>	<p>Construye de forma inmediata e intuitiva tablas dinámicas y gráficos que describen la actividad de los profesionales</p> <p><u>Funcionalidades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Detección y cuantificación de variabilidad en la práctica clínica – Descripción de la población atendida con granularidad superior a los registros estructurados <p><u>Beneficios:</u> Construye de forma inmediata e intuitiva tablas dinámicas y gráficos que describen de forma muy granular las actividades llevadas a cabo por los profesionales durante la prestación de servicios.</p>

Savana Consult	<p>Guías clínicas implementadas en el flujo de trabajo con reglas de evidencia personalizables.</p> <p><u>Funcionalidades:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– Complementa el flujo clínico con la implementación de las guías clínicas.– Configurable por la institución en base a los puntos de mejora reales, evitando la fatiga de alertas.– Recomendaciones inteligentes, a medida que se escribe, sin interrumpir al clínico. <p><u>Beneficios:</u> La utilización en tiempo real de la evidencia científica reduce la variabilidad y aumenta la tasa de decisiones beneficiosas para el paciente y el sistema</p>
Savana Predict	<p>Aplicaciones predictivas específicas basadas en la tecnología Entopía, que aprovecha el aprendizaje de millones de casos clínicos para construir modelos predictivos personalizados para cada pregunta clínica.</p> <p><u>Funcionalidades:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– Predicción de evolución de una condición en otra– Modelos de agrupación de pacientes en función de su riesgo– Interactable desde cualquier dispositivo en tiempo real, en menos de 60 segundos <p><u>Beneficios:</u> Consigue con técnicas big data mayor precisión que cualquier escala de riesgo clásica. Personaliza el riesgo de cada paciente para la toma de una decisión clínica. Genera un modelo predictivo en muy poco tiempo en base a lo recogido en las historias clínicas</p>

Robótica

Algunos de los hospitales de Castilla y León cuentan ya entre sus aplicaciones de I4.0 con el **sistema robótico Da Vinci²⁷**, la única tecnología disponible para acceder a una cirugía robótica real. Utilizada en las especialidades de urología, cirugía general y ginecología oncológica cuenta con la ventaja principal de que, no es necesaria realizar una cirugía abierta, reduciendo los riesgos de la operación.

Consiste en un dispositivo robótico, compuesto por un centro de control (consola quirúrgica), carro del paciente (cuatro brazos móviles) y una torre de visión, gracias a los que el cirujano no opera con sus manos, si no que maneja el robot en remoto y este traduce los movimientos del cirujano de manera intuitiva.

2.4.3/ Otros desarrollos de la región

Castilla y León cuenta con un tejido productivo que bien desde el ámbito TIC, bien desde el ámbito Industrial, ya desarrolla tecnologías I4.0 para Salud. Otras tecnologías se encuentran en fases piloto o están en las etapas más incipientes de aplicación al sector de la salud.

En el marco de este proyecto se celebró una Jornada el día 25 de noviembre de 2019 en el que se presentaron algunas de estas tecnologías. A continuación, se hace una breve presentación de ellas.

Tabla 16. Tecnologías I4.0 desarrolladas por agentes de Castilla y León

Tecnología	Descripción	Desarrollador
Monitorización	Lifehub home remota en domicilio de pacientes	Biodata devices
Monitorización	Lifehub: monitorización directa o remota de pacientes en entornos profesionales	Biodata devices
Robótica	Sacarino, Sacarino II, Peeper: Robot de interacción social y asistencial	Cartif
Robótica	Robótica Quirúrgica: Integración de Sistemas Robotizados en entornos quirúrgicos	Cartif
Robótica	Rehab, phsiobot, e2rebot: Robótica Rehabilitación.	Cartif

²⁷ Más información en <https://davinci.imedhospitales.com/sistema-robotico-da-vinci/>

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Tecnología	Descripción	Desarrollador
<i>Robótica</i>	Robot de fuerzas hombre (rehabilitación)	Cartif
<i>Robótica</i>	Robots AGV. Vehículos de Guiado Automático	Cartif
<i>Gemelo digital</i>	Soporte a la decisión de Gestión Interoperabilidad basada en estándares, modelado discreto de procesos de atención socio-sanitario. Simulaciones	Cartif
<i>Blokchain, RFID, sistemas automatizados, robótica, realidad aumentada</i>	Posibilidades de desarrollo de modelos logísticos innovadores basados en dichas soluciones tecnológicas innovadoras	Cartif
<i>Cloud Computing, Inteligencia artificial</i>	Univearsal Health Chain. Cadna de Salud Universal, plataforma de eSalud (unificar carnets de salud, portar datos para emergencias, certificar trazabilidad)	Conectate soluciones
<i>Block Chain</i>	Para certificar los datos de usuario, procesos médicos, permisos de acceso y pagos	Conectate soluciones
<i>Ingeniería de Software</i>	Gricode. Sistema de plataforma Web, capturadores de datos móviles y elementos de identificación para garantizar la trazabilidad transfusional.	DGH technological solutions
<i>Ingeniería de Software</i>	Grupo Hospitalario Recoletas. AmadeusGMAO para Colectividades. Plataforma para gestión de activos y mantenimiento hospitalario.	DGH technological solutions
<i>Ingeniería de Software</i>	APR SALUD. AmadeusGmao para Servicios Técnicos. Plataforma web para la gestión integral de las tareas de mantenimiento	DGH technological solutions
<i>Ingeniería de Software, Robótica</i>	Mercurio. Sistema de picking para la logística sanitaria mediante armarios automáticos	DGH technological solutions
	Hydra LIMS. Sistema de trazabilidad y gestión para Laboratorios de Anatomía Patológica	DGH technological solutions

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

Ingeniería de Software, Robótica	Saturno. Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) en la industria farmacéutica con gestión mediante armarios automáticos	DGH technological solutions
Ingeniería de Software	Sigma SGA. Solución desarrollada para la optimización del almacenamiento y paletizado, que permite obtener un alto rendimiento en la preparación de pedidos	DGH technological solutions
	Logriplas. Desarrollo de Sistema de Certificación y Trazabilidad del Plasma humano para la industria farmacéutica	DGH technological solutions
Ingeniería de Software	AmadeusGMO Flotas. Plataforma Web con dispositivos móviles integrados como herramienta para la gestión y organización del mantenimiento de la flota.	DGH technological solutions
Ingeniería de Software	Sigma ERP y Sigma PR. Solución ERP (Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales) avanzada de trazabilidad alimentaria control de producción p	DGH technological solutions
I4.0	Formación en I4.0. Asesoramiento en adopción de tecnologías, acceso a financiación, acceso a demostradores y capacitación en tecnologías habilitadoras.	DIHBU
Impresión 3D	Fabricación aditiva para crear instrumental y utillaje quirúrgicos, implantes a medida entre otros. ,	Fartec
Hardware	Soluciones informáticas de hardware. Soluciones a medida de hardware	FAS Tech AB
Ingeniería de Software	Aetrans-sanit. Servicios de Geolocalización para empresas de transporte sanitario	Globspot
Sensórica, Ingeniería de Software	Control de transporte. (Control de temperatura con grafico de evolución, notificaciones a través de App, eMail o Pantalla	Globspot

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector Salud de Castilla y León

<i>Equipamiento I4.0</i>	Aplicación de dispositivos y equipamiento de altas presiones en pharma: seguridad microbiológica en ausencia de tratamiento térmico, desarrollo de nuevas vacunas, fórmulas hipoalergénicas y desagregación y renaturalización controlada de proteínas	Hiperbaric
<i>Robótica</i>	Camasmart. Dispositivo para mejorar la la autonomía de las personas	ITCL
<i>IA</i>	Caracterización de los patrones epilépticos	ITCL
<i>Realidad virtual y aumentada</i>	Generar entornos virtuales o aumentados. Simuladores para formación o entrenamiento e información adicional contextualizada para la asistencia	ITCL
<i>Realidad Aumentada</i>	App Cuida tu voz. Personaje virtual con animaciones que guía al usuario a realizar ejercicios de voz.	ITCL
<i>Realidad Aumentada</i>	Nacodeal. Realidad aumentada para pérdidas de memoria	ITCL
<i>Realidad Aumentada</i>	Rererevi. Rehabilitación para residencias basada en técnicas de Realidad Virtual. Permite contar con estadísticas sobre pacientes, incorpora juegos, etc.	ITCL
<i>Realidad Aumentada</i>	E-Confidence. Tiene como objetivo probar que un juego serio es capaz de promover cambios de comportamiento en el usuario.	ITCL
<i>Robótica</i>	MiR. Robótica Móvil Inteligente. Solución que facilita la logística interna.	Keyland
<i>Robótica</i>	COBOT. Robótica Colaborativa al servicio del operario.	Keyland
<i>Sensórica</i>	Blade IPS. Posicionamiento en interiores de alta precisión. Puede ser empleado en Salud para controlar el aparataje médico y equipos móviles.	Keyland
<i>Sensórica</i>	M2Sensors. Sensores para la monitorización de: personas, estructuras y espacios en tiempo real.	M2Sensors

<i>Machine learning</i>	Diagnóstico del cáncer de mama a partir de imágenes de aspiración de aguja	Neuraldesigner
<i>Machine learning</i>	Reconocimiento de la actividad humana a partir de las señales de teléfonos inteligentes	Neuraldesigner
<i>Machine learning</i>	Modelos de fuerza adhesivos de nanopartículas	Neuraldesigner
<i>Robótica y sensorica</i>	ISIPILS. Tecnología y equipamiento para la de prescripciones de medicamentos	Tequipo
<i>Infraestructuras TIC</i>	Caléndula 2009. Una infraestructura Científico Técnica de supercomputación usada para numerosas operaciones vinculadas al sector de la salud (diagnósticos, digitalización de datos, genética)	Scayle

Fuente: elaboración propia a partir de las presentaciones de los desarrolladores en el Workshop: “INDUSTRIA 4.0 PARA EL SECTOR SALUD, A TRAVÉS DE LA DEMOSTRACIÓN Y NETWORKING”, celebrado en León el lunes, 25 de noviembre de 2020.

3/ PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DIRECTOS: PROYECTO INDEXCYL

3.1/ Resultados de entrevistas

El trabajo de campo ha sido también una parte fundamental del Proyecto INDEXCYL; necesario para conocer de una manera más exacta la realidad de las empresas y entidades que conforman el sector salud en Castilla y León: sus necesidades tecnológicas, capacitación, desarrollos llevados a cabo, aplicaciones instaladas, etc.

Se han efectuado 26 entrevistas, tanto a potenciales usuarias de tecnologías mencionadas anteriormente como a **empresas y centros tecnológicos desarrolladores de tecnologías avanzadas** en Castilla y León que ya son proveedores del sector salud, o que desarrollan aplicaciones que podrán servir o adaptarse también a este sector.

Se han considerado, por tanto, dos tipos de encuestados: usuarios y proveedores. Los usuarios son tanto empresas como hospitales, y los proveedores encuestados se pueden clasificar como tecnológicos y procedentes del ámbito industrial.

Resultados: usuarios

Como se ha mencionado, entre los encuestados considerados como posibles usuarios de tecnologías avanzadas en el sector salud se encuentran empresas y hospitales:

Las empresas entrevistadas tienen un perfil muy diferenciado, no solo relacionado con la tipología de la empresa (start ups vinculadas a universidades, farmacéuticas, etc.) o con su tamaño, si no en cuanto a la motivación, conocimiento e interés en la digitalización y las aplicaciones y desarrollos que las nuevas tecnologías pueden aportar en su actividad.

Las tecnologías más implantadas en las empresas, por lo general, son las TIC en gestión y administración y como tecnología avanzada, **servicios de Cloud Computing**. Pero como se ha comentado, las respuestas han ofrecido una visión muy variada: en algunos casos, las empresas tratan de desarrollar sus propias tecnologías en colaboración para crear soluciones únicas y punteras aplicadas a su negocio, y, en otros casos, no consideran relevante la incorporación de tecnologías avanzadas para sus actividades.

Las empresas que tienen un mayor interés en tecnologías avanzadas (que van a implantarlas en un corto medio plazo, las están desarrollando o les gustaría hacerlo) **parece que se están dirigiendo principalmente a aplicaciones y desarrollos de Big Data** y de inteligencia artificial que, principalmente, les ayude a parametrizar resultados de investigaciones, es decir, vinculado a su actividad económica principal.

El aspecto clave, por tanto, dada la variedad en los perfiles de las empresas parece ser una **adaptación tecnológica a cada empresa**, personalizada, pues no parece, dadas sus aspiraciones y necesidades que pueda haber desarrollos estandarizados de tecnologías avanzadas que vayan a ser útiles para el conjunto del tejido empresarial del Sector Salud.

Se ha detectado además **una necesidad que sí se puede considerar común a las empresas: la información y formación**, desde los niveles tecnológicos más básicos a los más avanzados, pero siempre adaptado a cada empresa. Es necesario que el personal cuente con la capacitación adecuada para maximizar el uso de las tecnologías y equipamientos con los que ya cuentan.

Los Hospitales de Castilla y León entrevistados cuentan con TIC en gestión: SAVANA, programa que tienen diversas funciones, desde la que destacan la transformación de documentos escritos a mano a una digitalización y sus investigaciones usando Big Data en base a esa documentación y DA VINCI, que es un dispositivo de robótica empleado en el quirófano. Además, los hospitales cuentan con otros dispositivos robóticos empleados en la gestión y la logística: robots para transportar lavandería o para el servicio de comidas, entre otras aplicaciones.

Las aplicaciones tecnológicas implantadas en los hospitales también se orientan a la mejora de asistencia, pero las necesidades más comentadas hacen referencia a la gestión y la reducción de procedimiento, es decir, se considera que las tecnologías avanzadas son necesarias para crear unos hospitales, o sistema sanitario más eficiente en cuanto a plazos de gestión con los pacientes, pero también para optimizar los recursos necesarios para el rendimiento y la actividad interna propia de los hospitales.

En los hospitales existen diferentes perfiles laborales, gran cantidad de profesionales diferentes entre ellos. Por lo tanto, hay distinta motivación del personal de cara a la implantación de las tecnologías en el funcionamiento del hospital, y diferentes necesidades, demandas y motivaciones para el cambio hacia una digitalización, sobre todo de los procesos de carácter más administrativo o de gestión.

Un último aspecto por destacar sobre los hospitales es **la falta de explotación y tratamiento de datos agregados y la digitalización para la simplificación de procesos además de la integración entre sistemas**. Estos problemas, aunque diferentes, comparten una misma barrera: la confidencialidad de los datos. Los hospitales son fuente de una cantidad importante de datos que podrían ser de gran relevancia en investigaciones, pero también para agilizar la gestión del propio hospital, Pero **estos datos dada su sensibilidad tienen un carácter confidencial** que dificulta su explotación y utilización al mismo nivel que otros datos en otros ámbitos o sectores económicos.

Resultados: proveedores

Los proveedores entrevistados se clasifican en dos tipos: tecnológicos y procedentes del ámbito industrial. **Los tecnológicos son aquellos que llevan a cabo desarrollos en tecnologías avanzadas** (computación en la nube, big data, teleasistencia, blockchain, IoT, etc). Por otro lado, nos encontramos con **los proveedores procedentes del ámbito industrial**, que desarrollan aplicaciones y procesos en nuevas tecnologías aplicados al sector industrial, pero que pueden también tener utilidad en el sector de la salud.

Algunos de ellos ya habían trabajado con el sector de la Salud e identifican los siguientes “problemas” o dificultades al trabajar con este sector, especialmente relacionados con el sistema sanitario:

- **Seguridad y confidencialidad en los datos de pacientes.** Encuentran mayor dificultad al trabajar con el sector salud puesto que deben aplicar técnicas de seguridad y confidencialidad más avanzadas que en otros sectores debido a la sensibilidad de los datos que se manejan.

- **Procedimientos y burocracia.** Los pasos que el sistema sanitario (especialmente el público) establece para cualquier cambio, adquisición o mejora son, por lo general, más lentos y con más requisitos que en otros sectores, resultando más complicado para las empresas proveedoras de tecnologías acceder a él.

- **Conectividad en el ámbito rural.** Las empresas proveedoras de tecnologías encuentran problemas debido a la conectividad en el ámbito rural. Las aplicaciones desarrolladas hoy en día, y que podrían ser de gran ayuda para pacientes del mundo rural no pueden aplicarse debido a las pobres conexiones en el ámbito rural.

- **Conocer en detalle las necesidades de la Administración.**

- **Desconocimiento de la potencialidad de las tecnologías.** Consideran que desde el sector salud no conocen la oferta en tecnologías I4.0 y tampoco la utilidad que puede tener en sus actividades.

3.2/ Resultados de mesas de trabajo

La participación de las empresas y entidades en este proyecto es una parte fundamental en el mismo, por lo que se han llevado a cabo diferentes jornadas en las que han sido partícipes distintos agentes de la comunidad y/o relacionados con el sector salud.

En total, **se han celebrado tres actos** en el marco del proyecto INDEXCyL:

1. Jornada Interclusters-Panel de expertos. Lunes 7 de octubre de 2019
2. Mesa de trabajo. Miércoles 16 de octubre de 2019.
3. Workshop. Lunes 25 de noviembre de 2019.

Jornada Interclusters

La jornada, llevada a cabo el lunes 7 de octubre reunió a clusters y centros tecnológicos nacionales de los ámbitos de las TICs/tecnologías, Salud y Bienes de Equipo. La jornada constó de **una primera parte de presentación del proyecto y de los avances realizados y una segunda compuesta por dos mesas de trabajo: Situación y futuro tecnológico: Industria 4.0 en el sector Salud y Formación, capacitación y proyectos piloto en colaboración.** Los objetivos de esta jornada fueron los siguientes:

- Presentar el proyecto INDEXCyL a clústeres y centros tecnológicos vinculados al sector de la salud o de las tecnologías avanzadas.

- Conocer la situación y el futuro tecnológico de la Industria 4.0 en el Sector de la Salud.

- Conocer las necesidades de formación y capacitación o de otros aspectos que pudiesen tener las empresas para trabajar con el sector salud.
- Fomentar los proyectos piloto en colaboración.

En la jornada se identificaron las siguientes **tecnologías de interés y con mayor potencialidad de aplicación y desarrollo futuro** en el sector Salud:

- **Blockchain**
- **Big data**, tanto en la parte clínica (ensayos, investigación, etc.) como en la parte de producción (mantenimiento de equipos, sensibilidad de dispositivos, etc.) /
- **Inteligencia Artificial.**
- **Robótica quirúrgica**
- **Sensórica** a todos los niveles
- **Impresión 3D en prótesis** + desarrollo de nuevos materiales
- **Realidad aumentada:** planificación citas, QR ubicacionales, etc.
- **Gemelos digitales:** quirófanos, modelado de procesos, etc.

Entre los resultados de la jornada, se encuentran fundamentalmente la identificación de dificultades o barreras que encuentran las tecnologías avanzadas para penetrar en el sector de la salud, tanto en el sistema sanitario como en las empresas privadas del sector.

Por un lado, relacionado con los servicios públicos de salud, las tecnológicas de menor tamaño tienen dificultados para conseguir “entrar”, por lo que se considera necesario el **impulso de la compra pública innovadora**, así como la formación a los “decisiones” públicos. La formación y capacitación también se considera fundamental en todo el sector.

Los principales problemas identificados en esta jornada se relacionan tanto al desarrollo como a la aplicación de las tecnologías de la industria 4.0 en Salud:

- **Riesgo tecnológico alto.** No hay garantías de que haya un retorno de los proyectos o las inversiones llevadas a cabo. Aún se está en una primera fase en la implicación de tecnologías avanzadas en el sector salud, que aunque se sabe como funcionan en la industria, las empresas usuarias pueden no estar suficientemente seguras del rendimiento que va a tener la inversión.

Relacionado con este problema, también se encuentra el hecho de que las nuevas tecnologías están avanzando por lo general a ritmos muy altos, más de lo que las empresas pueden amortizar, por lo que existe también el riesgo de que la tecnología que se adquiere quede desfasada en un corto periodo de tiempo.

- **Inseguridad jurídica/falta de normativa.** Los sectores de las empresas proveedoras de tecnología se encuentran con trabas legales puesto que las normativas no están avanzando al ritmo que requiere la tecnología.

- **Desconfianza usuarios.**

- **Diferentes perfiles profesionales en Salud.** Es un sector muy heterogéneo en el que existen diferentes necesidades, ritmos y metodologías, incluso dentro de cada empresa/entidad. Las empresas proveedoras no pueden dar soluciones estandarizadas para el sector porque podría no funcionar.

Los protagonistas de esta jornada eran **los clusters y su actividad**, por lo que también se focalizó en los ámbitos de actuación que estos podían aprovechar:

1. Desconocimiento entre proveedores/desarrolladores y usuarios del sector salud: falta de comunicación sobre las posibilidades de la tecnología.
2. Aplicabilidad del conocimiento y experiencia ya existente en el sector industrial al ámbito de la Salud
3. Planteamiento de retos y apoyo a proyectos demostradores

Mesa de trabajo

Fue celebrada el miércoles 16 de octubre y contó **con la participación de empresas**, tanto usuarias provenientes del ámbito de la salud como proveedoras de tecnologías avanzadas, **hospitales y centros tecnológicos de Castilla y León**.

La mesa de trabajo se orientó hacia dos líneas: *necesidades de formación y capacitación existentes en las organizaciones vinculadas a la Industria 4.0 e Identificación de potenciales proyectos en colaboración vinculados a Industria 4.0 y Salud*.

Los resultados, en forma de conclusiones sobre las cuestiones debatidas son los siguientes:

- **Historial clínico integrado:** se considera la necesidad de fomentar la digitalización y acceso de los pacientes y los profesionales sanitarios al historial médico, incluyendo los procesos en marcha.

- **Marco legal de cara a la protección de datos:** desde el punto de vista tecnológico sería relativamente sencillo desarrollar “conectores” que permitiesen la exportación de datos procedentes fundamentalmente de hospitales, pero para ello sería prioritario clarificar el marco legal, para conocer lo que puede o no ser compartido u explotado.

- **Implementación de la Industria 4.0 en la Industria Farmacéutica.** Aún existe camino que recorrer de manera previa a la implementación de la Industria 4.0, sobre todo en relación a la disponibilidad de datos vinculados al proceso productivo, ventas, facturación, mercados, es decir, en las áreas más “industriales” del sector.

También hay oportunidades de cara a la obtención de datos sobre el comportamiento de fármacos, el mantenimiento predictivo de procesos o el control de procesos químicos, por ejemplo con BigData e IA, y a la aplicación del blockchain en la trazabilidad de la calidad y en la producción.

- **Una de las principales dificultades** para la implantación de Industria 4.0 en el ámbito de la salud, es que no es considerado como una prioridad, considerándose necesario el impulso a proyectos piloto demostradores que permitan a los agentes del sector salud las aplicaciones reales a fin de impulsar la generación de confianza.

- **Sobre la formación y capacitación de los profesionales** se considera que se debería avanzar en la especialización de los puestos de trabajo en base a la incorporación de la I4.0 en la red sanitaria, se requiere formación y conocimiento sobre Compra Pública Innovadora desde el punto de vista de los desarrolladores y, también sería de gran importancia que los gestores hospitalarios y de empresas biotecnológicas conocieran las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías a través de una formación práctica (formato workshops, showrooms o similar).

Otras necesidades de formación apuntan a los estudiantes de Medicina y Enfermería en Salud Digital y conocimientos de técnicas y herramientas de gestión de la formación dirigidas a todos los agentes del ámbito sanitario.

- Sobre los **proyectos y actividades que sería necesario impulsar** para avanzar en la implementación de la Industria 4.0 en el Sector Salud se apuntan los siguientes:

Tabla 16. Proyectos y actividades que sería necesario impulsar

Proyecto/actividad	Descripción
Ciberseguridad:	Colaboración entre BIOTECYL y el Cluster de Ciberseguridad para avanzar en la seguridad de datos.
Buenas prácticas del ámbito industrial	“Publicitar” o dar a conocer las buenas prácticas del ámbito industrial con aplicaciones de I4.0 que puedan ser aplicables al ámbito sanitario.
Servitización	Los nuevos nichos de negocio deben cubrirse a partir de la servitización vinculada a la explotación de los datos provenientes del sistema de atención sanitaria.

Presentación de la cartera de servicios, productos y aplicaciones tecnológicas	Desde el sector privado ya se apuesta por la utilización de aplicaciones y tecnologías, pero para su exportación a la red pública se plantea la intermediación de BIOTECYL a través de una presentación a la Consejería de sanidad o SACYL
Gemelos digitales	El uso de esta aplicación sería muy útil en el ámbito hospitalario para mejorar la gestión de recursos, formación de profesionales, etc.

• Y las **demandas concretas** planteadas por los asistentes:

- Soluciones para reducir costes en las formulaciones de fármacos
- Soluciones para verificación del uso de fármacos
- Aplicaciones/desarrollos que permitan realizar forecast predictivos para medidas predictivas y datos de ventas

Workshop

INDUSTRIA 4.0 PARA EL SECTOR SALUD: DEMO Y NETWORKING

BIOTECYL organiza el workshop **“FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN VINCULADA A LA INDUSTRIA 4.0 PARA EL SECTOR SALUD, A TRAVÉS DE LA DEMOSTRACIÓN Y NETWORKING”**

Presentación de soluciones y tecnologías Ind4.0 para el sector Salud.
Podrás contar tus necesidades a nivel tecnológico y ver diferentes alternativas de solución.
¡No te lo pierdas!

SAVE THE DATE!



Lunes, 25 de Noviembre de 2019, a las 10:00h
Parque Tecnológico de León

Proyecto financiado por:  Junta de Castilla y León
Consejería de Economía y Hacienda
Dirección General de Industria y Competitividad

 FEDER
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Unión Europea
"Una manera de hacer Europa"

 Europa impulsa
nuestro crecimiento

En colaboración con:  infyde ID

 biotecyl
Cluster de salud de Castilla y León

Banner con el que BIOTECYL promocionó el evento entre sus socios, colaboradores y partes interesadas.

El día **25 de noviembre** se celebró en las instalaciones del Parque Tecnológico de León un acto en el que los desarrolladores de soluciones y tecnologías avanzadas de Castilla y León presentaron sus productos y aplicaciones más orientados al ámbito de salud.

Empresas y entidades potencialmente usuarias de estos productos y aplicaciones asistieron a las demostraciones, encontrando después de estas un espacio común en el que se facilitaba la posibilidad de establecer contacto entre todos los participantes.

El objetivo del workshop era doble: por un lado, **dar a conocer los productos, servicios o soluciones de tecnología avanzada** con aplicaciones en el ámbito de la salud existentes en Castilla y León y sus desarrolladores entre los posibles usuarios y, por otro lado, **establecer un espacio en el que participantes usuarios y desarrolladores pudiesen establecer relaciones y contactos de una forma más cercana.**

Algunos de los productos y servicios que se expusieron están recogidas en el apartado 2.4.

4/ CONCLUSIONES

4.1/ Tecnologías con mayor potencial desarrollo futuro

A lo largo de este documento se han ido mencionando gran cantidad de desarrollos y aplicaciones de distintas tecnologías de Industria 4.0, pero **¿cuáles tienen un mayor potencial?**

Para contestar a esta pregunta **se debe atender a varios factores**, como son, el estado actual de desarrollo de cada tecnología, la aplicabilidad real que puede tener en el ámbito público o privado de la salud, qué soluciones aporta a los usuarios, su coste y la evolución futura que pueda tener.

A continuación, se presentan de una manera muy sintética las principales áreas de desarrollo de tecnologías habilitadoras clave en el sector salud de Castilla y León.

Tabla 17. Tecnologías habilitadoras clave para Castilla y León

Tecnología	Conclusión
BlockChain	Las aplicaciones del BlockChain en el área de la salud se vincula a la ciberseguridad y la protección de datos de los pacientes y también a la trazabilidad de la industria farmacéutica.

BigData/Inteligencia Artificial	Podría ofrecer grandes soluciones en el análisis de datos, que permitiría reducir tiempo y alcanzar predicciones más exactas. Sus aplicaciones se extenderían tanto en el ámbito público como en el privado: tendría gran utilidad en la investigación pública, pero también en empresas farmacéuticas, laboratorios, etc.
Robótica	Las mayores aplicaciones que tiene actualmente esta tecnología se da en el ámbito asistencial y logístico (también en el quirúrgico). Ya tiene por lo tanto, cierto recorrido. Esto hace que sea una tecnología que ya se encuentra incorporado en empresas y entidades vinculadas al ámbito de la salud pero aún tiene muchas posibilidades de desarrollo y evolución.
Sensórica y monitorización	Se aplican al sector de la salud principalmente en dos formas diferentes: la primera, para recoger resultados o factores médicos que puedan tener relevancia para un diagnóstico o respuesta de un medicamento, por ejemplo. Otra aplicación es su uso en la logística propia del sector, como control de procesos.
Impresión 3D	Su aplicación en el sector salud se vincula a las prótesis personalizadas, con una mayor eficacia que las que se fabrican en cadena.
Realidad aumentada	Se aplica principalmente a la asistencia de los pacientes en la vejez, como ayuda al desarrollo de capacidades de forma independiente y autónoma. En muchos casos se vincula a la Inteligencia Artificial para la obtención de datos y para la personalización de la aplicación.

Cloud Computing	Es una de las tecnologías más extendida entre en las empresas/entidades/hospitales y que podría tener una importancia vital en la conexión del sistema nacional de salud y el almacenamiento de datos médicos.
Gemelos digitales	Entre las aplicaciones que esta tecnología podría tener en el sector salud, destacaría su uso para lograr una mejor eficiencia en los hospitales, así como desde el punto de vista de la formación.
Ciberseguridad	La ciberseguridad es un tecnología necesaria para el desarrollo de otras tecnologías vinculadas al sector salud debido a la sensibilidad de los datos.

4.2/ Necesidades de formación y capacitación

Necesidades en materia de **formación y capacitación** en ámbitos como:

- **Software para servicios** (nivel asistencial, distribución productos salud, etc.)
- **Big Data aplicada a Cuadros de Mando** (gestión de pacientes, gestión recursos)
- **Data Analytics.**
- **Blockchain para identificación digital** (pacientes, recursos y trazabilidad de procesos)
- **Analítica avanzada de datos para identificación de patrones poblacionales** (evolución, generación de modelos predictivos, etc.)
- **Conectividad de dispositivos.**

4.3/ Barreras para el desarrollo de la Industria 4.0 en el sector salud

El sector salud, como ya se ha ido viendo, está compuesto por empresas y entidades muy diferentes entre sí, por lo que las barreras de acceso de la Industria 4.0 no tienen por qué ser comunes a todos ellos. Podemos diferenciar por los siguientes ámbitos:

Hospitales

En los hospitales y el sistema sanitario público en general, las barreras para la introducción de tecnologías avanzadas. Son las siguientes:

- **Seguridad de los datos de los pacientes.** Los datos con los que se trata en los hospitales son muy sensibles dadas sus características, por lo que los procesos de digitalización o la explotación de esos datos tiene que ir acompañado de unos sistemas de ciberseguridad más avanzados que en otros sectores.

Por ejemplo, para la explotación de datos de pacientes de una forma agregada, se debería garantizar, por un lado, el anonimato de los pacientes a los que corresponden esos datos médicos y por el otro, la seguridad de que esos datos no van a ser explotados de forma ilícita o van a acceder a ellos para un beneficio económico o empresarial.

- **Reticencia de algunos empleados a la digitalización y las nuevas tecnologías.** En los hospitales y el conjunto del sistema sanitario trabajan multitud de personas con unos perfiles muy diferentes entre sí.

Muchos de ellos muestran reticencias ante los cambios en los procesos y procedimientos y la organización de una masa tan grande de gente para implementar avances puede resultar más complicada que en otros sectores o tipos de organizaciones. Por eso, ante cualquier cambio, se deberían prever las consecuencias de las reacciones ante el cambio, aun cuando parezcan inicialmente irracionales, para saber cómo evitar o reducirlas, ya que quienes trabajan promoviendo procesos de cambio han aprendido que, siempre que se alteran las condiciones de trabajo, los procedimientos, el entorno físico, o las costumbres laborales, las personas se comportan con suspicacia.

Empresas de apoyo, industria farmacéutica, laboratorios, etc.

A lo largo del estudio, se ha ido viendo que algunas de las barreras que tienen las empresas vinculadas al sector de la Salud viene dada por la **falta de confianza en las ventajas que las tecnologías de la Industria 4.0 puede aportar a sus actividades**. La falta de confianza se concreta en las siguientes barreras:

- **Costes/retorno de la inversión.** Algunas empresas consideran que el coste de la inversión no traerá los beneficios suficientes en el corto plazo y prefieren esperar a que las tecnologías de la Industria 4.0 estén más instauradas en el sector y se reduzca su precio.

Otra barrera que encuentran las empresas vinculadas al coste de la inversión es que existe una desconfianza al futuro tecnológico, es decir a que en lo que ahora inviertan evolucione de una manera exponencial y quede obsoleto antes de haber recuperado la inversión.

- **Desconocimiento/falta de interés.** Algunos aspectos de los considerados anteriormente están relacionados con el desconocimiento o la falta de interés de algunas empresas/entidades

Análisis y prospectiva de habilitadores digitales y sus aplicaciones y desarrollos para el sector
Salud de Castilla y León

del sector de la salud hacia las tecnologías y el desarrollo digital y tecnológico que pueden aplicar en sus actividades.