



LIBRO BLANCO

**DE LA INDUSTRIA SOBRE APLICACIONES  
DE REDES POL (PASSIVE OPTICAL LAN)  
EN HOSPITALES INTELIGENTES**

FEB 2025

## Prólogo

La transformación digital se ha convertido en una necesidad urgente en todos los sectores de la sociedad, y la sanidad no es una excepción. En los últimos años, ha habido un creciente interés por encontrar soluciones innovadoras y eficientes dentro del campo de la salud. Esto responde a la necesidad no solo de mejorar la calidad del servicio, sino también de optimizar los recursos disponibles en el sistema.

La innovación, impulsada en gran medida por los avances tecnológicos y la digitalización, ha llevado al desarrollo de nuevas soluciones que facilitan la prestación de servicios de salud más personalizados y accesibles. Su objetivo no solo es mejorar los resultados clínicos y la seguridad del paciente, sino también transformar la experiencia de los usuarios, usuarios del sistema de salud, incluidos pacientes, clínicos, personal administrativo y otras partes interesadas, haciéndolo más ágil, preciso y centrado en las necesidades reales de todos los actores del sistema (pacientes, cuidadores, profesionales sanitarios, etc.). En estas innovaciones, los profesionales encuentran nuevas formas de gestionar su trabajo, lo que les permite dedicar más tiempo a la atención directa y reducir la carga administrativa.

En este contexto, AMETIC, patronal del sector digital en España, a través de su Comisión de Salud Digital, ha elaborado este Libro Blanco sobre Aplicaciones de Redes POL (Passive Optical LAN) en Hospitales Inteligentes. Este informe es el resultado de una amplia investigación y colaboración con expertos de la industria, proveedores de tecnología, centros tecnológicos, universidades y personal de investigación. Su objetivo es poner de relieve el papel clave de las redes POL en la digitalización del sector sanitario.

La redacción de este Libro Blanco responde a la necesidad de compartir conocimiento y experiencias que faciliten la adopción de tecnologías innovadoras en el ámbito sanitario. Este informe incluye información detallada sobre las características, beneficios y ejemplos de potenciales casos de uso de las redes POL en hospitales inteligentes, proporcionando así una guía práctica y una referencia valiosa para los profesionales del sector.

A lo largo del informe, se abordan aspectos clave relacionados con la regulación, enfatizando la importancia de un marco normativo robusto que permita la adopción de redes POL de manera segura y eficiente. Esta regulación desempeña un papel crucial para garantizar que las tecnologías y arquitecturas implementadas en las redes POL cumplan con los requisitos de seguridad, privacidad y calidad del servicio. Además, un marco regulador adecuado facilita la interoperabilidad entre diferentes sistemas y proveedores, promoviendo un ecosistema tecnológico, sostenible y competitivo.

Este trabajo refleja el compromiso de AMETIC y su Comisión de Salud Digital con la promoción de la innovación y la mejora de la calidad de los servicios sanitarios. Creemos firmemente que las redes POL juegan un rol crucial en la creación de hospitales inteligentes, al ofrecer una mayor eficiencia, seguridad y una experiencia mejorada para pacientes y profesionales.

En las siguientes páginas, se exploran las últimas tendencias en el uso de redes POL y se presentan ejemplos prácticos de su implementación. Esperamos que este Libro Blanco se convierta en una herramienta esencial para el desarrollo e implementación de soluciones basadas en redes POL en hospitales inteligentes.

<b>1.</b>	<b>Análisis del entorno de desarrollo para redes POL de hospitales inteligentes .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.</b>	<b>¿Qué es un hospital inteligente? .....</b>	<b>4</b>
1.1.1.	Características principales de un hospital inteligente .....	4
1.1.2.	Beneficios del hospital inteligente .....	5
<b>1.2.</b>	<b>Análisis de requisitos del mercado .....</b>	<b>5</b>
1.2.1.	Organización del Sistema Nacional de Salud (SNS) .....	5
1.2.2.	Organización funcional y de recursos.....	6
1.2.3.	El Sector de la Salud en cifras.....	6
<b>1.3.</b>	<b>La innovación tecnológica como motor .....</b>	<b>8</b>
1.3.1.	Nuevas tecnologías que facilitan el desarrollo de hospitales inteligentes ....	8
1.3.2.	Entrada de fibra y salida de cobre .....	9
<b>1.4.</b>	<b>Principales desafíos .....</b>	<b>9</b>
1.4.1.	Una digitalización progresiva y basada en la conectividad: el primer proyecto institucional "Sanidad en Línea" .....	9
1.4.2.	La evolución hacia la Salud Digital.....	11
1.4.3.	Estrategia de Salud Digital del SNS .....	12
1.4.4.	Salud Digital en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)	14
1.4.5.	Regulación .....	17
1.4.6.	Contexto europeo.....	20
1.4.7.	Visión de la sanidad privada .....	21
<b>1.5.</b>	<b>Predicciones de mercado de las redes en la sanidad .....</b>	<b>22</b>
1.5.1.	Predicción del mercado hospitalario.....	22
1.5.2.	Predicción del mercado total de POL para campus .....	23
<b>1.6.</b>	<b>Estándares en la digitalización del sector sanitario .....</b>	<b>24</b>
<b>2.</b>	<b>Aplicaciones de la red POL para hospitales inteligentes .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.</b>	<b>Principales aplicaciones de la red POL para hospitales inteligentes .....</b>	<b>27</b>
2.1.1.	Intranet hospitalaria .....	28
2.1.2.	Extranet hospitalaria.....	30
2.1.3.	Red de seguridad hospitalaria .....	31
2.1.4.	Red Privada de Salud .....	33
<b>2.2.</b>	<b>Casos de Uso .....</b>	<b>33</b>
<b>3.</b>	<b>Visión general del sector de la red POL para hospitales inteligentes .....</b>	<b>44</b>
<b>4.</b>	<b>Perspectivas de la red POL para hospitales inteligentes.....</b>	<b>68</b>
<b>4.1.</b>	<b>Perspectiva de redes ópticas de próxima generación.....</b>	<b>68</b>

4.1.1.	Plan de longitudes de onda .....	69
4.1.2.	Evolución y actualización de tecnologías PON .....	69
<b>4.2.</b>	<b>Evolución de casos de uso para tecnologías fijas F5G/F5G-A.....</b>	<b>71</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>74</b>
<b>6.</b>	<b>Glosario.....</b>	<b>76</b>
<b>Anexos 77</b>		
<b>Anexo I. Introducción a la red POL para hospitales inteligentes .....</b>		<b>77</b>
<b>AI1.</b>	<b>¿Qué es una Red de Área Local Óptica Pasiva (POL)? .....</b>	<b>77</b>
<b>AI2.</b>	<b>Características técnicas .....</b>	<b>79</b>
<b>AI3.</b>	<b>Desempeño de las fibras ópticas .....</b>	<b>80</b>
<b>AI4.</b>	<b>Arquitectura de red simplificada .....</b>	<b>81</b>
<b>AI5.</b>	<b>Orientación multiservicio .....</b>	<b>82</b>
<b>AI6.</b>	<b>Evolución progresiva .....</b>	<b>83</b>
<b>AI7.</b>	<b>Operación y mantenimiento más fácil .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo II. Proyecto Piloto en hospital de referencia. España .....</b>		<b>88</b>
<b>AI11.</b>	<b>Definición .....</b>	<b>88</b>
<b>AI12.</b>	<b>Implementación.....</b>	<b>88</b>
<b>AI13.</b>	<b>Escenarios definidos, casos de uso y conectividad .....</b>	<b>89</b>
<b>AI14.</b>	<b>Arquitectura de red propuesta .....</b>	<b>91</b>
<b>AI15.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>92</b>
<b>Anexo III. Principales compromisos del PRTR en el ámbito de la Salud Digital .....</b>		<b>94</b>

# 1. Análisis del entorno de desarrollo para redes POL de hospitales inteligentes

El desarrollo de hospitales inteligentes representa un avance crucial en la digitalización del sector salud, impulsando una atención médica más eficiente y personalizada.

La colaboración entre agentes tecnológicos, proveedores de salud y reguladores es esencial para construir un ecosistema que priorice la innovación y la sostenibilidad, asegurando que todos los pacientes tengan acceso a una atención de calidad en un entorno seguro y conectado.

## 1.1. ¿Qué es un hospital inteligente?

Un hospital inteligente es una instalación de atención médica que integra tecnologías avanzadas y conectividad, tanto entre dispositivos como con los sistemas de información, para transformar la atención al paciente y mejorar la eficiencia operativa. Este tipo de hospital se basa en la convergencia de sistemas digitales, dispositivos médicos y plataformas de gestión de datos, creando un entorno colaborativo y centrado en el paciente. El hospital inteligente aprovecha el potencial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), así como las tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y la realidad aumentada/virtual (AR/VR), para innovar y optimizar los procesos de atención sanitaria.

### 1.1.1. Características principales de un hospital inteligente

- **Infraestructura conectada:** dispone de una infraestructura tecnológica robusta y redes de comunicación fiables que permiten la conexión y el intercambio de información en tiempo real entre dispositivos, sistemas informáticos y profesionales de la salud.
- **Interoperabilidad de datos:** Garantiza la interoperabilidad entre diferentes sistemas y plataformas, facilitando un intercambio fluido y seguro de información clínica y administrativa que mejora la toma de decisiones.
- **Gestión de datos en tiempo real:** recoge y analiza datos de pacientes para mejorar diagnósticos y tratamientos, utilizando herramientas de Big Data y análisis predictivo.
- **Inteligencia Artificial y análisis de datos:** Emplea algoritmos de IA y técnicas avanzadas de análisis, como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural (NLP), para extraer conocimientos valiosos que optimizan la atención médica.
- **Automatización y robótica:** incorpora robots y sistemas automatizados para tareas como la dispensación de medicamentos y la logística interna, lo que libera a los profesionales de la salud de tareas rutinarias y mejora la seguridad.
- **Tecnologías emergentes:** integra tecnologías como la realidad aumentada/virtual (AR/VR), *wearables*, y robots asistenciales, mejorando la experiencia del paciente y optimizando las tareas de los profesionales de la salud.
- **Ciberseguridad y privacidad:** dado el alto volumen de datos sensibles que maneja, implementa sólidas medidas de ciberseguridad para proteger la información de los pacientes y garantizar la integridad de sus sistemas. Esto incluye el cumplimiento de estándares internacionales y regulaciones pertinentes, asegurando así la confidencialidad y seguridad de los datos sanitarios. El hospital inteligente garantiza la seguridad y la privacidad de los datos sanitarios, siguiendo estándares internacionales como la Ley de Protección de Datos Personales y la ISO 27799:2016.
- **Entorno centrado en el paciente:** utiliza tecnología para mejorar la experiencia del paciente, a través de aplicaciones móviles que gestionan citas y acceso a información médica, así como

entornos físicos adaptados a sus necesidades.

- **Telemedicina y atención remota:** facilita la atención a distancia mediante plataformas de telemedicina, permitiendo interacciones efectivas entre los profesionales de la salud y los pacientes sin necesidad de visitas presenciales.
- **Sostenibilidad y eficiencia energética:** implementa soluciones energéticas inteligentes para optimizar el consumo de recursos y minimizar el impacto ambiental, contribuyendo así a un enfoque más sostenible en la atención médica.

### 1.1.2. Beneficios del hospital inteligente

El hospital inteligente no solo mejora la atención a los pacientes, sino que también beneficia a los profesionales de la salud y a las entidades sanitarias, destacando los siguientes beneficios:

- **Mejor calidad en el cuidado:** la integración de tecnología y conectividad permite diagnósticos más precisos y decisiones más rápidas.
- **Eficiencia operativa:** optimiza la utilización de recursos, reduce tiempos de espera y mejora la gestión general.
- **Experiencia del paciente:** un entorno más amigable y accesible aumenta la satisfacción y la adherencia al tratamiento.
- **Acceso ampliado a la atención:** la telemedicina y herramientas digitales permiten que más pacientes accedan a servicios médicos de calidad.

## 1.2. Análisis de requisitos del mercado

### 1.2.1. Organización del Sistema Nacional de Salud (SNS)

El Sistema Nacional de Salud (SNS) español se enmarca en el denominado "modelo Beveridge", también presente en países como el Reino Unido, Suecia, Noruega, Dinamarca, Italia o Portugal, caracterizado por su financiación a través de tributos generales. Bajo este modelo, todos los ciudadanos tienen derecho a recibir atención sanitaria, lo que define sus principios de universalidad y equidad. La atención sanitaria común se financia solidariamente, de manera que el conjunto de los contribuyentes aporta, mediante sus impuestos, los recursos necesarios para cubrir las necesidades de quienes requieran asistencia.

Como consecuencia, el Estado juega un papel central en la regulación y gestión del sistema de salud. La planificación y provisión de servicios sanitarios es una responsabilidad principalmente pública, aunque existe una red privada que actúa de manera complementaria y en determinados casos concertada. La estructura y funcionamiento del SNS se regulan por la Ley General de Sanidad de 1986 y la Ley de Cohesión y Calidad del SNS de 2003.

Un elemento esencial del sistema sanitario español es su amplia descentralización. Las competencias sobre la provisión y gestión sanitaria están transferidas a las 17 Comunidades Autónomas desde el año 2002, y son los gobiernos autonómicos los que determinan las pautas de desarrollo de los respectivos servicios de salud y aprueban las dotaciones económicas finales para sufragar el gasto sanitario en sus presupuestos anuales. Por lo tanto, el SNS es el modelo político y organizativo de la sanidad española, que se distribuye a su vez en los diferentes servicios autonómicos de salud como entes provisoros y gestores de la cartera de servicios.

La sanidad pública se sufraga indirectamente a través del llamado "modelo de financiación autonómica", que es el que dota a las Comunidades Autónomas de una parte sustancial de sus recursos ordinarios,

una vez recaudados por la Administración General del Estado (AGE).

El Ministerio de Sanidad mantiene funciones de coordinación general y establece las bases comunes del sistema de salud. Se encarga de garantizar la cohesión, la equidad y la calidad del SNS en todo el territorio, y es competente en materias específicas como el régimen de las profesiones sanitarias y la prestación farmacéutica. También desarrolla una labor de impulsor de las estrategias sanitarias generales y de salud pública, mediante la aprobación de diferentes planes plurianuales.

El Consejo Interterritorial del SNS (CISNS) es el órgano principal de coordinación entre el Estado y las Comunidades Autónomas, donde se promueve el consenso en políticas sanitarias y se produce la toma de decisiones conjuntas. El parlamento nacional (Cortes Generales) puede elaborar leyes dentro del modelo competencial actual, y los parlamentos autonómicos desarrollan su función normativa sobre política sanitaria en relación con sus territorios y gobiernos.

### 1.2.2. Organización funcional y de recursos

En su conjunto, y a través de los diferentes servicios autonómicos de salud, el SNS se organiza en dos niveles asistenciales principales:

- Atención Primaria: constituida por los Centros de Salud y los consultorios locales.
- Atención Especializada: formada por los hospitales y centros de especialidades.

Los servicios de Urgencias están distribuidos entre ambos niveles. Además, existen recursos vinculados a las políticas y estrategias de prevención y de Salud Pública, tanto de carácter nacional como autonómico, y programas transversales para diferentes patologías de alto impacto. El sistema cuenta con agencias y organismos específicos de apoyo en la toma de decisiones, como el Instituto de Salud Carlos III, la Agencia de Evaluación de Tecnologías, y la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS).

Esta estructura busca equilibrar la autonomía de las decisiones de gestión y provisión sanitaria con la necesidad de mantener un sistema cohesionado y equitativo a nivel nacional, adaptándose a las particularidades de cada territorio, mientras se garantiza un acceso universal y de calidad a los servicios sanitarios en toda España.

### 1.2.3. El Sector de la Salud en cifras

De acuerdo con los datos del Ministerio de Sanidad (recogidos en la publicación *Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2023*, publicado el 5 de agosto de 2024<sup>1</sup> último disponible), la red asistencial del SNS cuenta con 3.042 centros de salud y 9.998 consultorios locales. El SNS dispone de una red de 449 hospitales: 310 hospitales de agudos y 139 hospitales de media/larga estancia. El 81,6% de las camas hospitalarias en funcionamiento en España está en el ámbito de la red del SNS (114.671), que además cuenta con el 86,8% de los puestos de hospital de día (21.000). El resto forman la red asistencial de titularidad privada.

**Atención Primaria** realiza al año más de 256 millones de consultas médicas y más de 156 millones de consultas de enfermería, de las cuales el 39,1% y el 13,6% respectivamente se atienden mediante teleconsulta. En torno a 3 millones de consultas médicas y 10,5 millones de consultas de enfermería tienen lugar en el domicilio del paciente.

Los hospitales del SNS atienden en torno a 4 millones de pacientes ingresados cada año y cerca de 87 millones de consultas médicas. Se realizan 3,5 millones de intervenciones quirúrgicas al año y el 48,6%

---

<sup>1</sup> <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnSNS.htm>

de la cirugía mayor se realiza de forma ambulatoria.

La atención urgente supone una actividad anual en torno a 32,7 millones de consultas en atención primaria, alrededor de 22,8 millones en hospitales y 9 millones en los servicios del 112/061.

El 9,1% de los pacientes de Atención Primaria son atendidos en el día para la consulta médica y el 12% al día siguiente, y el resto ha esperado una media de 9,1 días en 2023. Del mismo modo, la espera media para una primera consulta de Atención Especializada se sitúa en 87 días. El tiempo medio de espera para cirugía programada no urgente es 112 días.

Un total de 763.355 profesionales trabajan en la red asistencial del SNS, el 75,7% en los hospitales, el 16,0% en los centros de Atención Primaria, y el 3,4% en los servicios de urgencias y emergencias 112/061. El 51,6% de los efectivos lo constituye el personal médico y de enfermería. La red asistencial del SNS cuenta con un total de 172.157 profesionales de medicina y 221.406 de enfermería, siendo este el colectivo más numeroso, con una razón enfermería/medicina de 1,3. La Atención Primaria cuenta con 43.815 médicos y 42.094 enfermeras, de los cuales, 36.912 y 33.036, respectivamente, forman parte de los equipos de Atención Primaria y el resto son profesionales de área o trabajan en los servicios de urgencia extrahospitalarios. Los hospitales que constituyen la red del SNS emplean al mayor número de profesionales sanitarios: 93.199 médicos y 171.963 enfermeras.

Las tasas de profesionales de medicina y enfermería por 1.000 habitantes se han mantenido prácticamente constantes desde el año 2012 en los equipos de Atención Primaria, mientras que el crecimiento de las plantillas ha sido relevante en los hospitales del SNS y en los servicios de urgencias y emergencias 112/061. Además, otros 369.792 profesionales trabajan en el SNS contribuyendo a la prestación de la atención sanitaria, incluyendo otros titulados superiores con función sanitaria como personal sanitario no facultativo y personal no sanitario.

**El sector privado** emplea a más de 300.000 profesionales sanitarios (una parte de ellos compatibilizando actividad en el sector público), de los cuales 69.000 son médicos, según datos del del Observatorio del Sector Sanitario Privado de 2024 de la Fundación IDIS.

El gasto sanitario de las administraciones públicas asciende a 94.694 millones de euros y supone el 71,7% del gasto sanitario total (131.984 millones de euros), aumentando un 27,3% desde 2017, según la información del último informe anual del Ministerio de Sanidad. El gasto sanitario público representa un 7,8% del PIB. Los servicios de asistencia curativa y de rehabilitación absorben la mayor parte del gasto sanitario público (57,2%).

El gasto sanitario privado representa un 3,1% del PIB. El 73,0% del mismo está soportado por los pagos directos de los hogares (productos farmacéuticos -incluido el copago de las recetas del SNS- dispositivos terapéuticos -gafas, audífonos, otros- y atención dental, fundamentalmente).

Según los datos de contabilidad nacional de consolidación más recientes, recogidos en el informe del Consejo Económico y Social *El sistema sanitario: situación actual y perspectivas para el futuro 2024*, el gasto sanitario en España es inferior a la media de la Unión Europea y de los países de la OCDE. En 2021, España destinó el 10,7% de su PIB a sanidad (incluyendo la parte pública y privada), ligeramente por debajo de la media de la UE del 11%. El gasto per cápita en España fue de 2.771 euros, significativamente menor que la media de la UE de 4.028 euros.

El mercado hospitalario privado en 2023 se situó en 13.020 millones de euros, un 5,0% por encima de la cifra de 2022. Esto prolongó la tendencia de crecimiento que en los últimos veinte años no se interrumpió hasta 2020, tras el inicio de la pandemia. Esta evolución positiva fue apoyada por la expansión y mejora de la oferta, así como por el aumento de la demanda de servicios privados de salud, en un contexto de creciente dificultad para que los centros públicos cubran adecuadamente la atención de salud.

A pesar de la desaceleración del crecimiento económico, el aumento previsible de los precios y la influencia positiva de las tendencias demográficas, en particular el envejecimiento de la población y la creciente demanda de la población extranjera, fomentarán un aumento adicional del volumen de negocios. Se estima que el mercado crecerá cerca del 4% anual en el bienio 2024-2025.

## 1.3. La innovación tecnológica como motor

### 1.3.1. Nuevas tecnologías que facilitan el desarrollo de hospitales inteligentes

La digitalización de los hospitales, junto con el desarrollo continuo de nuevas aplicaciones y tecnologías médicas, ha transformado a los centros hospitalarios en algunas de las instalaciones donde se genera, procesa y almacena la mayor cantidad de datos. Estos datos no solo son abundantes, sino también extremadamente sensibles, lo que significa que requieren los más altos niveles de seguridad y deben estar disponibles de manera inmediata para los profesionales de la salud que dependen de ellos para la toma de decisiones clínicas. Por ejemplo, toda la gestión y almacenamiento de las imágenes digitales producidas por las Resonancias Magnética (RM), la Tomografía Computarizada (TC), la Tomografía por Emisión de Protones (PET) o la Tecnología de Medición de Fotones (Quantum), son cruciales en este contexto.

A estas tecnologías, ya muy conocidas, se deben sumar ahora el desarrollo de la Genómica Digital que analiza e interpreta el ADN completo de un organismo, permitiendo la identificación de genes responsables de enfermedades hereditarias y facilitando tratamientos personalizados en caso de enfermedades complejas, cáncer, etc. Estas nuevas herramientas ayudan a tomar medidas preventivas para reducir el riesgo de desarrollar ciertas enfermedades hereditarias. Así, se facilita la investigación de nuevas terapias y medicamentos, permitiendo a los científicos entender la interacción de los genes entre sí y con el entorno. Gracias a las pruebas en fetos y recién nacidos se detectan anomalías genéticas posibilitando una intervención rápida.

Además, en los últimos años se está desarrollando la farmacogenómica, una subdisciplina de la genómica, que estudia la forma en la que los genes afectan la respuesta de una persona a los medicamentos. Esto ayuda a personalizar los tratamientos farmacológicos y a minimizar los efectos adversos.

Estas nuevas disciplinas generan una inmensa cantidad de datos, que ha dejado de medirse en gigabytes (GB) para ahora cuantificarse en terabytes (TB) e incluso petabytes (PB). Esta explosión en el volumen de información se ve impulsada por estos avances tecnológicos que permiten una recopilación de datos más detallada y precisa, especialmente en campos como la genómica, la imagen médica y la investigación clínica. Por ejemplo, la secuenciación de un genoma humano completo puede generar entre 100 y 200 gigabytes (GB) de datos brutos. Este volumen es aún mayor cuando se incluyen análisis derivados, como la interpretación de variantes genéticas, lo que amplifica la necesidad de infraestructuras robustas para el almacenamiento, la gestión y el procesamiento de estos enormes conjuntos de datos. Este incremento en la escala de la información plantea nuevos retos en cuanto a la eficiencia de los sistemas informáticos y la seguridad de los datos, sobre todo cuando se trata de información médica sensible que debe ser protegida según regulaciones estrictas.

Adicionalmente a las operaciones diarias dentro de los hospitales, incluida la administración electrónica de registros médicos, el seguimiento del inventario farmacéutico y otras tareas administrativas, ahora hay que añadir el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) los Espacios de Datos de Salud, el Internet de las Cosas (IoT), la Robótica Quirúrgica, la Conectividad con otros hospitales y centros de salud, la Seguridad, la Conectividad digital de los profesionales de la salud, de los pacientes

y de los equipos, etc. Todos estos datos necesitan unas redes de comunicación adecuadas que faciliten su tratamiento, almacenamiento y acceso de forma rápida y segura, con anchos de bandas de alta capacidad y latencias mínimas.

En resumen, la creciente demanda de redes de comunicación de alta velocidad en los hospitales está impulsada por varios factores clave que van más allá de la simple conectividad. En primer lugar, la mejora de la calidad de los servicios médicos depende de una comunicación rápida y precisa entre los dispositivos médicos y los sistemas de gestión de información clínica, lo que permite una toma de decisiones más ágil y con datos en tiempo real. En segundo lugar, las capacidades mejoradas de procesamiento de datos médicos, como los sistemas de imágenes médicas avanzadas o los análisis basados en IA, requieren redes robustas que puedan manejar grandes volúmenes de datos sin retrasos.

A todo lo anterior se suma la necesidad de mejorar la eficiencia operativa diaria, optimizando el flujo de trabajo, la coordinación del personal y el acceso a información crítica en cualquier momento. Además, la popularización de dispositivos IoT en el entorno hospitalario, como monitores de pacientes, sensores inteligentes y dispositivos portátiles, genera un flujo constante de datos que debe ser gestionado de manera eficiente y segura. Por último, la modernización de los sistemas de seguridad, tanto físicos como digitales, exige redes rápidas y fiables que puedan soportar la vigilancia en tiempo real, la protección de datos sensibles y la ciberseguridad ante posibles ataques o brechas de información.

### 1.3.2. Entrada de fibra y salida de cobre

Desde que Charles Kuen Kao sentó las bases para la transmisión de señales a través de fibras ópticas en sus estudios *Guías de onda de superficie de fibra dieléctrica para frecuencias ópticas* publicados en 1966, tanto los científicos como la industria han logrado avances notables en el avance de las tecnologías de comunicación por fibra. En 2008, España comenzó a desplegar tecnologías de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) de forma masiva, llegando a ser el país más desarrollado en términos de FTTH en Europa en la actualidad. En 2020 el comité europeo publicó el informe *La Década Digital* y fijó como objetivo el 100% de conectividad de fibra en hogares antes de 2030, por lo que la propuesta de red POL utiliza tecnologías de FTTH, típicamente basadas en PON.

En comparación con las líneas de cobre tradicionales, una red POL no solo cuenta con un alto ancho de banda, baja latencia y alta estabilidad, sino que también tiene ventajas obvias en la transmisión a mayor distancia, el consumo de materias primas, la reducción de la huella de carbono y la larga vida útil. España necesita acelerar la reconstrucción de FTTH y la mejora de la red troncal, construir redes ópticas ubicuas en las ciudades, extender la fibra óptica a las zonas rurales y seguir mejorando la aplicación de las redes POL en la infraestructura de conectividad.

En los hospitales inteligentes, todo está interconectado, incluido el centro de datos, el área de pacientes externos, el área de enfermería, los quirófanos, el centro de laboratorio clínico y el centro de imágenes médicas, lo que conduce a un aumento exponencial de las conexiones. Una red POL extiende las fibras ópticas a todos los rincones de un hospital, incluidas salas, salas de consulta, escritorios de oficina y equipos médicos, y sienta las bases para la interconexión de dispositivos, personas, procesos y datos a través de internet (IoE).

## 1.4. Principales desafíos

### 1.4.1. Una digitalización progresiva y basada en la conectividad: el primer proyecto institucional "Sanidad en Línea"

La evolución de los servicios y utilidades de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)

en el SNS ha constituido un proceso continuo y progresivo, que se ha desarrollado al paso de las innovaciones tecnológicas, especialmente de las posibilidades de establecer sistemas de interconexión entre los diversos centros y dependencias, y de estos con las personas titulares del derecho a la asistencia sanitaria.

El requisito de la conectividad es inherente al modelo descentralizado del sistema, ya que la sanidad española se distribuye ampliamente por el territorio y tiene como fundamento operacional procurar la continuidad asistencial y la salvaguarda de los principios de universalidad y equidad.

Inicialmente, los primeros proyectos institucionales abordados mediante TIC se relacionaban con la mejora de la gestión de los procedimientos clínicos que afectaban universalmente a los usuarios, y que eran parte principal de los procedimientos asistenciales.

El documento estratégico *Sanidad en Línea* (un programa integrado dentro del Plan Avanza, iniciativa lanzada por el Gobierno de España para acelerar la inserción de España en la Sociedad de la Información, publicado en 2005) detalló la implementación y evolución del uso de las TIC en el SNS. Este programa se desarrolló en dos fases: Sanidad en Línea I (2006-2010) y Sanidad en Línea II (2010-2014). En ambas ediciones, el objetivo consistió en mejorar la atención sanitaria a través de la digitalización y la interoperabilidad de los centros asistenciales y, por extensión, los servicios de salud autonómicos, contando con la participación del ente público Red.es.

Este proyecto formó parte del Plan de Calidad para el SNS y los principales objetivos que se abordaron incluyeron:

- Tarjeta sanitaria individual: implementación de un sistema de identificación única para todos los ciudadanos protegidos por el SNS.
- Historia clínica digital: desarrollo de un sistema común para el acceso a la historia clínica de los pacientes desde cualquier punto del sistema sanitario.
- Sistema electrónico de prestación farmacéutica: integración de los procesos de prescripción, visado y dispensación de medicamentos.
- Telecita: implementación de mecanismos para agilizar la citación de los usuarios con médicos de familia, pediatras y especialistas.
- Telemedicina: uso de dispositivos de diagnóstico y tratamiento a distancia para evitar desplazamientos innecesarios.

El programa fue capaz de lograr avances significativos en varias áreas:

- Interoperabilidad: se desarrolló un sistema que permite el intercambio de información clínica entre diferentes servicios de salud autonómicos, y sus centros asistenciales.
- Acceso ciudadano: los ciudadanos y los profesionales de la salud pueden acceder en línea a la Historia Clínica Digital desde cualquier ubicación, utilizando su DNI electrónico u otro certificado digital o credencial otorgada.
- Receta electrónica: se puso en funcionamiento un sistema de receta electrónica interoperable en el SNS, permitiendo la dispensación de medicamentos en cualquier farmacia del país, independientemente de dónde se haya realizado la prescripción, y sin requerimiento de documento en papel.
- Aplicaciones web y móviles: algunas Comunidades Autónomas desarrollaron aplicaciones de Tarjeta Sanitaria Virtual para ofrecer funcionalidades adicionales como acceso a citas, vacunas, programas de cribado y encuestas de satisfacción.

El programa *Sanidad en Línea* ha contribuido significativamente a situar a España en un modelo evolucionado de aplicación de las TIC en los servicios de salud. Ha mejorado la coordinación entre los servicios de salud autonómicos y ha facilitado el acceso de los ciudadanos y los profesionales que les

atienden a los datos sanitarios y a los recursos de salud en general. Demostró ser una iniciativa clave para modernizar el SNS, mejorar la calidad de la atención sanitaria y garantizar la interoperabilidad de los sistemas de información entre las diferentes Comunidades Autónomas. Fue apoyado por la cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y sirvió para consolidar una práctica innovadora en el ámbito sanitario español dentro del área de IT, lo que incluyó la generación de nuevas unidades y grupos profesionales especializados en este campo.

Las tres principales aportaciones prácticas de este programa fueron las de Tarjeta Sanitaria Individual (TSI), la Historia Clínica Digital del SNS (HCDSNS) y la receta electrónica interoperable del SNS (RESNS). En los tres casos, hubo notables sinergias entre los desarrollos normativos y regulatorios —inherentes a un sistema público y universal— y las capacidades tecnológicas, incrementales por efecto de la innovación y de la implantación de redes funcionales a través de Internet.

En el *Informe Anual del SNS 2023*, publicado el 5 de agosto de 2024, último disponible), se menciona explícitamente, y en un capítulo diferenciado por primera vez en esta serie de publicaciones, que “la salud digital se sigue reforzando mediante los servicios de interoperabilidad del Sistema Nacional de Salud, poniendo a disposición de la ciudadanía registros electrónicos de salud”. Como ejemplos de ello, se explica que:

- Las Comunidades Autónomas gestionan la TSI a través de una base de datos común; esta tarjeta interoperable es el documento de identificación de cada persona para el acceso a las prestaciones y uso de los servicios en el conjunto del SNS y avanza su uso en formato digital en dispositivos móviles.
- La HCDSNS permite el acceso a la documentación clínica relevante para la atención sanitaria registrada en cualquier comunidad autónoma, siempre que se encuentre en formato interoperable. Tanto los propios pacientes como los profesionales sanitarios que deben atenderlos pueden acceder a la misma. Las consultas ciudadanas se duplicaron desde julio de 2023, cuando se incorporó el acceso a la HCDSNS como servicio de “Mi carpeta Ciudadana”, el canal general de comunicación entre la AGE y los ciudadanos.
- El servicio de receta electrónica interoperable del Sistema Nacional de Salud (RESNS) permite la dispensación desde cualquier oficina de farmacia, por medios electrónicos, de la medicación prescrita en cualquier comunidad autónoma. En 2023, se han dispensado 16.487.622 envases a 2.298.998 ciudadanos distintos en 6.926.305 actos de dispensación.

El SNS intercambia igualmente con países de la UE la historia clínica y la receta electrónica a través del nodo del SNS, siendo un servicio ya disponible en gran parte de las Comunidades Autónomas y en una serie de Estados miembro.<sup>5</sup>

### 1.4.2. La evolución hacia la Salud Digital

En el año 2020, en plena pandemia, se creó la Secretaría General de Salud Digital, Información e Innovación del Sistema Nacional de Salud en el Ministerio de Sanidad, mediante el Real Decreto 735/2020, de 4 de agosto, por el que se desarrolló la estructura orgánica básica del Ministerio de Sanidad. Esta Secretaría tiene asignado el objetivo de abordar los proyectos de modernización, mejora y transformación del Sistema Nacional de Salud, a la luz de los nuevos retos derivados de la pandemia ocasionada por el COVID-19, y en particular, los relacionados con la salud digital, la interoperabilidad y los servicios en red en el ámbito nacional, europeo e internacional, así como los sistemas de información sanitarios. Se le encomienda el fomento y la incorporación de las prestaciones de las tecnologías emergentes de última generación, tales como el análisis de datos (“Big Data”), la IA o la analítica predictiva, entre otros, en el ámbito de la salud.

Lo primero que se hizo en materia de digitalización sanitaria a través de los proyectos de TSI, RESNS y

HCDSNS fue garantizar el ejercicio de los derechos de ciudadanía sanitaria mediante sistemas tecnológicos para funciones esenciales al propio sistema. En una segunda oleada tecnológica se debía abordar la mejora en la funcionalidad sanitaria, mediante un concepto holístico e integral de salud digital abierto a la innovación.

En el año 2023, se logró un importante hito en el ámbito de la salud digital con la interconexión universal del sistema de receta electrónica y la creación de una carpeta de salud centralizada que abarcaba a todo el SNS. Este avance permitió que los pacientes, independientemente de su ubicación geográfica o del centro de salud al que acudieran, tuvieran acceso a su historial médico y a sus recetas electrónicas de manera unificada y en tiempo real.

*En julio de 2024, el Gobierno aprobó un nuevo decreto de estructura para el Ministerio de Sanidad (Real Decreto 718/2024, de 23 de julio), en el que se refuerza la estructura de Salud Digital, y en cuyo preámbulo se afirma que Las tecnologías digitales constituyen un elemento clave para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Salud y, por ende, para el mantenimiento de un elevado nivel de salud en la población española. Las nuevas tecnologías ofrecen, a través de su capacidad transformadora y mediante su incorporación al sistema sanitario, posibilidades enormes para la ciudadanía, profesionales de la salud, las organizaciones proveedoras de servicios sanitarios y el resto de los agentes relacionados. La materialización de esas posibilidades requiere de un liderazgo decidido desde el Ministerio de Sanidad, con el adecuado nivel organizativo, que garantice que la incorporación al Sistema Nacional de Salud de tecnologías como la Inteligencia Artificial o el internet de las cosas se hace de manera equitativa y cohesionada, asegurando la interoperabilidad, la protección de los derechos personales y el apoyo al trabajo de profesionales sanitarios para contribuir a mejorar la calidad, la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas de salud, colaborando en el ámbito nacional e internacional desde la perspectiva One Health. El futuro Espacio Europeo de Datos Sanitarios es prueba de la importancia de su uso como clave de una asistencia sanitaria de calidad, segura, ética y sostenible y su aprovechamiento en la investigación, el desarrollo y la innovación como incentivos del tejido productivo español y el diseño y evaluación de las políticas sanitarias que aporten el nivel de bienestar que un país de vanguardia requiere. Este liderazgo será desempeñado por la Secretaría General de Salud Digital, Información e Innovación del Sistema Nacional de Salud.*

### 1.4.3. Estrategia de Salud Digital del SNS

La Secretaría General de Salud Digital, Información e Innovación para el SNS elaboró en el año 2021 la *Estrategia de Salud Digital del Sistema Nacional de Salud*, que busca integrar tecnologías digitales para mejorar el sistema sanitario en España, centrándose en la equidad, la eficiencia, y la innovación, y promoviendo la colaboración y participación de todos los agentes implicados.

El documento, el primero con la visión avanzada de la Salud Digital, se centra en cuatro objetivos estratégicos:

- Capacitar e implicar a las personas en el cuidado de su salud. Facilitar la relación con los servicios sanitarios y promover la corresponsabilidad.
- Maximizar el valor de los procesos. Mejorar el desempeño y rendimiento del sistema sanitario, asegurando la continuidad asistencial y reforzando la gobernanza.
- Gestión y gobierno de datos. Crear un Espacio Nacional de Datos de Salud para generar conocimiento científico y evaluar servicios.
- Innovación orientada a la medicina 5P. Aplicar políticas de innovación adaptadas a la medicina Poblacional, Preventiva, Predictiva, Personalizada y Participativa.

A su vez, los grandes ejes que vertebran los objetivos y actividades de la Estrategia de Salud Digital son:

- Desarrollo de Servicios Públicos Digitales en el sector salud. Se pretende ejercer un impacto directo en estrategias de promoción, prevención, asistencia sanitaria y rehabilitación. Los servicios digitales han de estar enfocados hacia la usabilidad, accesibilidad y capacitación digital.
- Impulso de la interoperabilidad de la información sanitaria. Se pretende facilitar la toma de decisiones y la calidad asistencial, además de reforzar la cohesión del SNS.
- Innovación en la atención sanitaria. Se aspira a transformar el SNS hacia un paradigma de atención más personalizada y participativa, compatible con la sostenibilidad del sistema, y mediante el concepto 5P (Poblacional, Preventiva, Predictiva, Personalizada y Participativa).

Los objetivos de la Estrategia están vinculados a los retos del SNS y se articulan en cuatro componentes: personas, procesos, datos e innovación en ciencias de la salud. Se identifican, a su vez, diez áreas de intervención, tales como vigilancia de riesgos, promoción de la salud, atención sanitaria, interoperabilidad de la información, y creación de un Espacio Nacional de Datos Sanitarios, entre otras.

El modelo de trabajo propuesto para la Estrategia implica la participación de las Comunidades Autónomas y la formación de equipos multidisciplinares. Se enfatiza la importancia de la implicación de los profesionales sanitarios en los procesos de definición y selección de herramientas y sistemas de información.

La Estrategia se alinea con otros planes nacionales y europeos, como la Estrategia España Digital 2025, la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación, y la Estrategia de Inteligencia Artificial. Se busca aprovechar así sinergias y coordinar acciones para lograr los objetivos de transformación digital en salud.

La ejecución de la estrategia está vinculada de manera fundamental con la ejecución de los fondos asociados al mecanismo de “Ayuda a la Recuperación para la Cohesión y los Territorios de Europa (REACT-EU)” y al “Mecanismo de Recuperación y Resiliencia”. Igualmente, es el marco de referencia para participación en otros programas de la Unión Europea como Horizonte Europa, Digital Europe y Europe4Health.

La Estrategia subraya la necesidad de definir y adoptar modelos y estándares compartidos en todas las áreas donde aún no existen, incluyendo la Historia Clínica Digital y la implementación de ontologías. También propugna el uso de estándares abiertos internacionales, con referencia especial a aquellos soportados por organizaciones como UNE, CEN e ISO. Así, la implementación de la Estrategia de Salud Digital del SNS se apoya en un robusto marco regulador existente, pero plantea también el desarrollo de nuevas normativas y reglamentos específicos para abordar las innovaciones digitales en el ámbito de la salud.

#### **Anuncio de nueva legislación por la Ministra de Sanidad.**

En el curso de su comparecencia para presentar los planes de mandato de la Ministra de Sanidad, Mónica García, que tuvo lugar en el Congreso el día 26 de enero de 2024, manifestó textualmente:

*Elaboraremos una ley de salud digital para alinear el marco legal con el futuro espacio europeo de datos sanitarios. Este es un proyecto impulsado significativamente durante la Presidencia española de la Unión Europea. Quiero anunciarles también que estamos trabajando intensamente en la incorporación de forma integrada y uniforme en la cartera común de servicios de medicina genómica mediante el desarrollo de un catálogo de pruebas genéticas y genómicas que se ha presentado esta misma semana junto con la aplicación informática que lo sustenta. Estas pruebas son un pilar fundamental para el diagnóstico, para el pronóstico y para el tratamiento de enfermedades, especialmente enfermedades raras, y para la aplicación de la medicina personalizada.*

- **1.1 Digital en el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.**

El Consejo Interterritorial acordó en junio de 2021 la creación de la Comisión de Salud Digital, para contribuir a la interoperabilidad de todos los proyectos en esta área.

Esta Comisión tiene el objetivo de contribuir a la cogobernanza entre el Ministerio y las Comunidades Autónomas en esta materia, y facilitar la adopción de acuerdos que aseguren la compatibilidad de los proyectos e iniciativas por parte de las distintas administraciones públicas. La Comisión estará compuesta por el secretario general de Salud Digital, Información e Innovación del Sistema Nacional de Salud (SNS) y un representante de cada comunidad y ciudad autónomas. Su trabajo se canalizará. A través de la Subcomisión de Servicios y Tecnologías para la Salud Digital, de nueva creación, y la Subcomisión de Sistemas de Información, que pasa a denominarse Subcomisión del Sistema de Información del SNS.

- **1.2. Digitalización en otros planes del Ministerio de Sanidad.**

En relación con la digitalización y las tecnologías de la información, varios de los documentos más recientes de planificación sanitaria del Ministerio abordan aspectos parciales o utilidades en esta materia. El más relevante, por el impacto asistencial al que aspira, es el documento "Plan de Acción de Atención Primaria 2022-2023", aprobado por el Ministerio de Sanidad de acuerdo con las Comunidades Autónomas, que menciona lo siguiente:

- **Optimización de Procesos Administrativos.** Se busca realizar una reingeniería de los procesos administrativos en Atención Primaria para eliminar pasos innecesarios, garantizar que el rol profesional más adecuado realice cada tarea y potenciar el papel del personal administrativo. Además, se pretende introducir sistemas de información necesarios para hacer estos procesos más eficientes.
- **Objetivo de Digitalización.** El objetivo 4 del plan es impulsar los sistemas de información y digitalización en Atención Primaria. En el marco de la Estrategia de Salud Digital, se planea implementar herramientas para facilitar la atención sanitaria en centros sanitarios inteligentes a través de proyectos evaluados de teleconsulta, videoconsulta, acceso a imágenes médicas y chatbots para mejorar la gestión de la demanda de la ciudadanía.
- **Historia de Salud Digital.** Evolución de la historia clínica electrónica hacia una Historia de Salud Digital que sea el punto central de los nuevos Servicios Digitales de Salud en el SNS, asegurando la continuidad asistencial, la interoperabilidad y la explotación de los datos. Esta historia debe ser inteligente, integrando nuevas capacidades tecnológicas y fuentes de datos como dispositivos IoT.
- **Centros de Salud Inteligentes.** Proyectos para reforzar las capacidades de los centros de salud, mejorar la calidad de los servicios para los pacientes y facilitar el trabajo profesional, ofreciendo servicios tanto dentro como fuera de los edificios sanitarios, a través de una red de cuidados virtual e inteligente centrada en los pacientes.

#### 1.4.4. Salud Digital en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)

Con un periodo de ejecución hasta 2026, el PRTR busca transformar la economía y la sociedad española mediante inversiones en cuatro áreas clave: transición ecológica, transformación digital, cohesión social y territorial, e igualdad de género a través de los fondos Next Generation EU.

Se articula en torno a diez políticas palanca, de las que emanan a su vez 30 componentes, tanto de tipo regulatorio como de impulso a la inversión. Dentro de la VI palanca, Pacto por la ciencia y la innovación. Refuerzo a las capacidades del Sistema Nacional de Salud, se encuentra el Componente 18.

Renovación y ampliación de capacidades del Sistema Nacional de Salud.

El Componente 18 contempla diversas iniciativas relacionadas con tecnologías digitales, de la información y de la comunicación en el ámbito sanitario. A continuación, se presenta un resumen detallado de los principales aspectos relacionados con estas tecnologías:

- **Autonomía Estratégica y Seguridad.** Se destaca la inclusión de herramientas digitales como base estratégica para la consecución de reformas en el sector sanitario. Esto se materializa en la construcción de servicios de *e-health* dirigidos tanto a ciudadanos como a profesionales sanitarios y en la digitalización de las administraciones públicas sanitarias. Algunas de las acciones específicas incluyen:
  - Automatización de procesos y sistemas de información para la toma de decisiones.
  - Mejoras en la seguridad de la información almacenada.
  - Mejoras en el intercambio de información con los ciudadanos.
  - Aplicación de Big Data para generar conocimiento sobre la seguridad de los medicamentos.
  - Extensión del servicio público digital a la ciudadanía, profesionales y grupos de interés.
  - Generación de datos e infraestructura de análisis para I+D sanitario.
  - Aplicaciones de Inteligencia Artificial y una plataforma colaborativa para gestionar la evidencia tecnológica.
- **Creación de un *Data Lake* Sanitario.** Esta iniciativa busca crear un repositorio de datos (*Data Lake*) que integre información de múltiples fuentes y dispositivos. Los objetivos principales son:
  - Proporcionar un análisis masivo y en tiempo real para mejorar el diagnóstico y tratamiento.
  - Identificar factores de riesgo y patrones, predecir situaciones de riesgo sanitario y programar recursos.
  - Implementar sistemas y plataformas tecnológicas necesarias para la explotación de información, incluyendo algoritmos de Inteligencia Artificial.
- **Modernización de los Servicios Digitales de Salud.** Se centra en tres áreas principales:
  - Servicios digitales de salud.
  - Salud en red.
  - Interoperabilidad de la información sanitaria y explotación de datos.

Entre sus objetivos están potenciar la inteligencia de negocio del Sistema Nacional de Salud (SNS), impulsar la salud digital y la interoperabilidad electrónica nacional e internacional, y proporcionar los sistemas de información necesarios para gestionar eficientemente los servicios ofrecidos a los ciudadanos.

**Proyectos e Inversiones Específicas. Se detallan, entre otras:**

- **Infraestructura Tecnológica:** adquisición de la infraestructura necesaria para construir el *Data Lake* sanitario y desarrollo de proyectos de tratamiento masivo de datos por parte de las Comunidades Autónomas.
- **Aplicaciones de Inteligencia Artificial:** implementación de aplicaciones de IA para análisis y toma de decisiones en el ámbito sanitario.
- **Plataforma Colaborativa:** desarrollo de plataformas para la gestión y difusión de productos de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (RedETS), facilitando la colaboración y la evaluación de tecnologías sanitarias.
- **Formación y Capacitación:** programas de formación continua para profesionales sanitarios en el uso de tecnologías digitales y sistemas de información, asegurando el desarrollo de competencias necesarias para la transformación digital del sector sanitario.

Este Componente 18 del PRTR está fuertemente orientado a la digitalización del sector sanitario, buscando mejorar la eficiencia, seguridad y calidad de los servicios a través de la implementación

de tecnologías avanzadas como Big Data, Inteligencia Artificial y plataformas colaborativas.

**1. Sistema Nacional de Datos de Salud (*Health Data Lake*):**

- Objetivo: crear y operar un sistema nacional de datos de salud que estará disponible para al menos 17 regiones autónomas y ciudades. Este sistema permitirá el análisis masivo de datos para mejorar diagnósticos y tratamientos.
- Fecha de finalización: Q4 2023.
- Responsable: MAETAD.

**2. Plan Nacional de Competencias Digitales:**

- Objetivo: aprobar y ejecutar un plan para proporcionar formación en habilidades digitales a la población general, reducir la brecha digital de género, digitalizar el sistema educativo y mejorar la empleabilidad mediante habilidades digitales.
- Fecha de finalización: Q1 2021.
- Responsable: MAETAD.

**3. Estrategia de Medicina Personalizada:**

- Proyectos relacionados con la medicina personalizada, incluyendo convocatorias generales y programas específicos, así como un plan para terapias avanzadas.
- Inversión: EUR 140.500.000.
- Incluye proyectos para la internacionalización de la medicina personalizada española y colaboración en programas europeos como *Horizon Europe*.

**4. Ley sobre la Equidad, Universalidad y Cohesión del Sistema Nacional de Salud:**

- Objetivo: aprobar una ley que promueva la equidad y cohesión del sistema de salud, mejorando el acceso y uso racional de medicamentos.
- Fecha de finalización: Q4 2023.

**5. Red de Vigilancia de Salud Pública:**

- Objetivo: crear un sistema de red de vigilancia de salud pública que permita una mejor respuesta a crisis sanitarias.
- Fecha de finalización: Q4 2023.

**6. Transformación Digital del Sector Salud:**

- Proyectos de digitalización del sector salud, incluyendo la dotación de dispositivos digitales conectados y herramientas interactivas para estudiantes y aulas.
- Inversión: EUR 960.000.000.
- Objetivo: mejorar la digitalización en términos de proactividad, movilidad, experiencia del usuario, automatización, administración centrada en datos y ciberseguridad.

Estos proyectos muestran un enfoque integral hacia la modernización y digitalización del sistema de salud, con una fuerte inversión en tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios de salud en España.

**PERTE para la Salud de Vanguardia**

Como consecuencia del modelo instaurado para la gestión del PRTR se puso en marcha el PERTE para la Salud de Vanguardia, aprobado en Consejo de Ministros el 30 de noviembre de 2021.

Este PERTE supone una reforma de las capacidades funcionales del SNS, y el fortalecimiento de las

oportunidades basadas en la mejora de la captación de ciencia, tecnología e innovación. Prevé el diseño de proyecto emblemático de Salud Personalizada de Precisión, y el fortalecimiento de infraestructuras científicas y tecnológicas que contribuyan a crear un ecosistema de I+D+I en salud que sea internacionalmente competitivo.

Debido al carácter estratégico del sector de la salud, las actuaciones contempladas en este proyecto también se ven recogidas en otros componentes del PRTR, como son el Componente 11 (Modernización de las administraciones públicas), o el ya mencionado Componente 18 (Renovación y ampliación de capacidades del Sistema Nacional de Salud).

- Posicionar a España como país líder en la innovación y desarrollo de terapias avanzadas.
- Impulsar la medicina personalizada de precisión.
- Desarrollar un Sistema Nacional de Salud digital, con una base de datos integrada para mejorar la prevención, el diagnóstico, el tratamiento, la rehabilitación y la investigación.
- Potenciar la atención sanitaria primaria a través de la transformación digital.

#### **Compromisos en las Disposiciones Operativas.**

España suscribió un compromiso de ejecución del PRTR con la Comisión Europea en las llamadas Disposiciones Operativas <sup>2</sup>, previstas en el Reglamento del Mecanismo de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Estas, reflejan con mayor nivel de detalle los requisitos, objetivos y plazos para alcanzar y acreditar el cumplimiento del PRTR, y están sujetas a evaluación por el resto de los Estados miembro.

Hay que hacer constar, no obstante, el retraso con el que se están ejecutando las acciones, debido de una parte a la complejidad de estas, y de otra a la interrupción que se vivió en el año 2023 por causa de los procesos electorales y de formación de Gobierno que tuvieron lugar ese año.

### **1.4.5. Regulación**

De acuerdo con las previsiones tanto de la Estrategia de Salud Digital del SNS, como de los planes contenido en el PRTR, se ha previsto el desarrollo de las capacidades de digitalización de la sanidad española apoyadas tanto en la legislación existente, como en un nuevo paquete normativo cuyos contenidos principales ya se han previsto.

#### **Normativa existente y aplicable**

- Ley 41/2002: regula la autonomía del paciente y los derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.
- Ley 16/2003: fomenta la cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud.
- Ley 14/2007: relativa a la investigación biomédica.
- Ley 14/1986: general de Sanidad.
- Ley 33/2011: general de Salud Pública.
- Ley Orgánica 3/2018: protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.
- Real Decreto 1030/2006: establece la cartera de servicios comunes del SNS.
- Real Decreto 69/2015: crea el Registro de Actividad de Atención Especializada (RAE-CMBD).
- Real Decreto 183/2004: regula la tarjeta sanitaria individual.
- Real Decreto 1277/2003: establece las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios.
- Real Decreto 1093/2010: establece el Conjunto Mínimo de Datos de los Informes Clínicos (CMDIC).

---

<sup>2</sup> En Anexo II. Referencia de los principales compromisos del PRTR en el ámbito de la Salud Digital.

en el SNS.

#### **Normativa prevista o en tramitación**

- Proyecto normativo de salud digital. En la Estrategia de Salud Digital del SNS se menciona la necesidad de desarrollar un proyecto normativo de salud digital que regule la relación entre los servicios y profesionales sanitarios con los usuarios, la incorporación de servicios digitales y el uso secundario de la información clínica.
- Regulación de la IA en el ámbito de la sanidad. Además, en la misma estrategia se destaca la importancia de regular la aplicación de la IA para fines terapéuticos, asegurando condiciones de seguridad y respeto a la intimidad.
- Ley de Salud Digital. La ministra de Sanidad, Mónica García, en su comparecencia en el Congreso de los Diputados para informar acerca de las líneas prioritarias de su departamento, anunció la elaboración de una Ley de Salud Digital.

#### **Iniciativas en Comunidades Autónomas.**

En el uso de sus competencias sobre gestión sanitaria, diversas Comunidades Autónomas han desarrollado acciones en el ámbito de la Salud Digital (Tabla 1-1). En algunos casos, se trata de planes y proyectos integrales, mientras que en otros se ha previsto la promulgación de normativas específicas.

Comunidad Autónoma	Actuación	Objetivos	Estatus
Andalucía	<a href="#">Estrategia de Salud Digital de Andalucía 2024-2028</a>	Convertirse en la primera estrategia integral que defina el modelo digital del futuro y proporcione una visión global para la transformación digital del Sistema Sanitario Público Andaluz, garantizando la correcta distribución de responsabilidades en el ámbito tecnológico para facilitar la planificación y evitar la fragmentación y dispersión de los servicios digitales ofrecidos y el distanciamiento entre necesidades existentes y soluciones disponibles.	Propuesta de I Estrategia de Salud Digital de Andalucía 2024-2028 (ESDA) en elaboración, sometida al trámite de consulta pública previa en marzo de 2024.
Aragón	<a href="#">Estrategia de Salud Digital de SaludInforma</a>	Regular de forma abierta, flexible e innovadora los retos legales, éticos y tecnológicos que permitan garantizar los derechos de los pacientes en la aplicación de los avances de última generación al ámbito sanitario.	Presentada en marzo de 2022.
Baleares	<a href="#">Plan Estratégico de Transformación Digital en Salud</a>	Dar un giro de dirección hacia una medicina del siglo XXI, predictiva, preventiva y personalizada en la que participen los ciudadanos, eliminando tareas burocráticas y repetitivas.	Presentado en marzo de 2024.
Cantabria	<a href="#">Anteproyecto de Ley de Salud Digital</a>	Regular de forma abierta, flexible e innovadora los retos legales, éticos y tecnológicos que permitan garantizar los derechos de los pacientes en la aplicación de los avances de última generación al ámbito sanitario.	En elaboración del texto, el Anteproyecto fue sometido al trámite de consulta pública previa en abril de 2024.
Castilla-La Mancha	<a href="#">Plan de Salud Digitalv</a>	Mejorar y evolucionar los servicios digitales de la salud, facilitar la toma de decisiones y favorecer la modernización de los procesos de salud.	En elaboración.
Comunidad de Madrid	<a href="#">Plan de Salud Digital</a>	Aprovechar los beneficios de la tecnología para llevar los cuidados allá donde esté el paciente, acortar los tiempos de espera, disminuir los desplazamientos innecesarios y, en general, facilitar un seguimiento de la salud de los madrileños en cada revisión, en cada cita, en cada prueba.	Anunciado en marzo de 2023.
Comunidad Valenciana	Estrategia de Salud Digital	Aprovechar en el ámbito sanitario las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías, y crear un sistema de salud inteligente capaz de mejorar la respuesta a las necesidades actuales de la	En elaboración, acorde con declaraciones del conseller de Sanidad, Marciano Gómez (ver <a href="#">aquí</a> )

Comunidad Autónoma	Actuación	Objetivos	Estatus
		población.	
<b>Galicia</b>	<a href="#">Plan estratégico de Transformación y Salud Digital de la Consellería de Sanidade 2023-2026</a>	Transformar y evolucionar el modelo de atención a los ciudadanos con el apoyo necesario a los profesionales sanitarios, permitiendo dar respuesta a los retos del sector y de la población.	Aprobado en junio de 2023.
<b>La Rioja</b>	<a href="#">Estrategia de Salud Comunitaria en Atención Primaria de La Rioja 2023 – 2027</a>	Incluye el despliegue de herramientas digitales como una de sus siete líneas de acción.	Presentada en junio de 2024.
<b>Murcia</b>	<a href="#">ESTRATEGIA DE MEJORA DE ATENCIÓN PRIMARIA (EMAP) 2023-2026</a>	Uno de sus ejes estratégicos es reforzar la transformación digital para lograr una Atención Primaria más eficiente.	Publicada en marzo de 2023.
<b>Euskadi</b>	<a href="#">Plan de Salud EUSKADI 2030</a>	Principio de que la asistencia apoyada en servicios digitales avanzados puede aumentar la accesibilidad de grandes segmentos de la población a una mayor oferta de servicios.	Aprobado en junio de 2023.
<b>Galicia</b>	<a href="#">Plan estratégico de Transformación y Salud Digital de la Consellería de Sanidade 2023-2026</a>	Transformar y evolucionar el modelo de atención a los ciudadanos con el apoyo necesario a los profesionales sanitarios, permitiendo dar respuesta a los retos del sector y de la población.	Aprobado en junio de 2023.
<b>La Rioja</b>	<a href="#">Estrategia de Salud Comunitaria en Atención Primaria de La Rioja 2023 – 2027</a>	Incluye el despliegue de herramientas digitales como una de sus siete líneas de acción.	Presentada en junio de 2024.
<b>Murcia</b>	<a href="#">ESTRATEGIA DE MEJORA DE ATENCIÓN PRIMARIA (EMAP) 2023-2026</a>	Uno de sus ejes estratégicos es reforzar la transformación digital para lograr una Atención Primaria más eficiente.	Publicada en marzo de 2023.

Tabla 1-1. Iniciativas de las Comunidades Autónomas

#### 1.4.6. Contexto europeo

La Unión Europea (UE) también ha reconocido las tecnologías digitales como fundamentales para el desarrollo de la Unión en el ámbito económico y social, siendo la iniciativa *Una Europa Adaptada a la Era Digital* una de las seis prioridades políticas de la Comisión para el período 2019-2024. Abordando áreas como la movilidad, industria, medio ambiente y energía, defiende que la transición digital debe redundar en beneficio de todos, dar prioridad a las personas y abrir nuevas oportunidades para las

empresas. La salud es también uno de los sectores incluidos en esta estrategia.

La Comunicación de la Comisión Europea (CE) relativa a la consecución de la transformación digital de la sanidad y los servicios asistenciales en el Mercado Único Digital, la capacitación de los ciudadanos y la creación de una sociedad más saludable, aprobada en abril de 2018 y posteriormente por el Parlamento Europeo en diciembre de 2019, describe la forma en la que la UE puede contribuir a alcanzar los objetivos en el ámbito de digitalización de los sectores sanitario y asistencial. Principalmente, se busca mejorar la digitalización de los sectores sanitario y asistencial en base a tres pilares: acceder e intercambiar datos seguros; conectar y compartir datos sanitarios para la investigación, el diagnóstico más rápido y la mejora de la salud; y reforzar la capacitación de los ciudadanos y la atención individualizada mediante servicios digitales.

De este modo, la CE establece un modelo de gran valor para la generación de conocimiento, integrando datos de atención sanitaria (como historiales clínicos y recetas electrónicas), telemedicina y tecnologías digitales avanzadas (como 4G/5G, Inteligencia Artificial y supercomputación) en un espacio común. Así, la Estrategia Europea de Datos propone crear un espacio de datos de salud europeo para, entre otros, facilitar un mejor tratamiento de enfermedades crónicas y raras y garantizar un acceso equitativo a servicios sanitarios de alta calidad para todos los ciudadanos.

El primer espacio común de datos de la UE en un ámbito específico que surge de la mencionada estrategia es el Espacio Europeo de Datos Sanitarios (EEDS), con el objetivo de facilitar el acceso a los datos sanitarios y su intercambio a través de las fronteras, tanto para apoyar la prestación de asistencia sanitaria (“uso primario de los datos”) como para fundamentar la investigación y la elaboración de políticas en el ámbito sanitario (reutilización de datos o “uso secundario de los datos”). Fue introducido mediante una propuesta de Reglamento publicada por la Comisión Europea en 2022 y en marzo de 2024, el Parlamento Europeo y el Consejo alcanzaron un acuerdo político, aprobado por el Parlamento Europeo en abril de 2024. El acuerdo provisional aún debe ser aprobado formalmente por el Consejo, tras lo cual deberá ser publicado en el Diario Oficial de la UE y entrará en vigor veinte días después. Se aplicará dos años después, con algunas excepciones.

#### 1.4.7. Visión de la sanidad privada

La Fundación Instituto para el Desarrollo e Integración de la Sanidad (IDIS), que actúa como organización patronal de la sanidad privada, viene reclamando una política más activa en materia de interconectividad. Según su visión, la posibilidad de conectar los sistemas de todos los recursos sanitarios del sistema, con independencia de su titularidad pública o privada, serviría para mejorar la eficacia, la eficiencia y la efectividad en la prestación de los servicios que se ofrecen a los ciudadanos.

La Fundación IDIS publicó en octubre de 2015 el informe *Interoperabilidad en el Sector Sanitario. El Paciente como actor principal*, en el que analiza el papel de la sanidad privada en el sistema de salud español, y aborda los retos y oportunidades que enfrenta este sector, subrayando la importancia de una colaboración efectiva entre la sanidad pública y privada para optimizar recursos y mejorar los resultados en salud.

Dentro de las líneas de mejora, propone la creación de nuevos servicios basados en la Historia Clínica Digital del SNS, el impulso de estándares para la interoperabilidad y la utilización de TIC aplicadas a la gestión de enfermedades crónicas.

## 1.5. Predicciones de mercado de las redes en la sanidad

### 1.5.1. Predicción del mercado hospitalario

Según el Catálogo Nacional de Hospitales del Ministerio de Sanidad<sup>3</sup>, España cuenta con 840 hospitales en funcionamiento, que suman un total de 159.587 camas. De estos 449 son hospitales público, que suman un total de 114.671 camas<sup>4</sup>.

En los próximos años, se prevé un crecimiento sostenido del volumen de negocio del sector hospitalario, impulsado por diversos factores como la expansión de la oferta, el aumento de los precios, el envejecimiento progresivo de la población y una creciente demanda procedente del extranjero. Estos elementos contribuirán a contrarrestar los desafíos derivados de la incertidumbre política y económica tanto a nivel nacional como internacional, las previsiones de una desaceleración gradual de la economía, el mantenimiento de una inflación elevada y los altos tipo de interés.

Según el Banco de España se prevé que, durante el periodo 2025, el producto interior bruto aumente algo menos del 2% anual, por debajo del crecimiento alcanzado en años anteriores, mientras que el consumo de los hogares registrará un incremento del 2% en 2025. En este contexto, se espera que la facturación del sector de la Sanidad crezca cerca del 4% anual, superando, por primera vez, los 14.000 millones de euros.

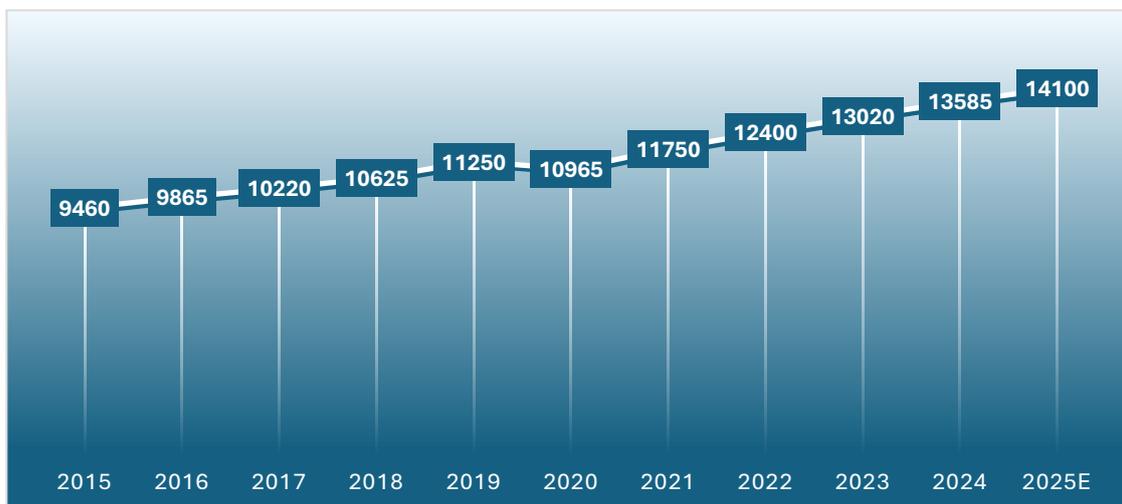


Figura 1-1 Evolución de la Facturación Total en Sanidad de España

El segmento de concertos con aseguradoras seguirá liderando el dinamismo del sector, con un crecimiento estimado del 4-5% anual en 2025, impulsado por la sólida evolución del mercado de seguros de salud. Este negocio alcanzará cerca de 8.000 millones de euros en este último año.

Por otro lado, la facturación derivada de los concertos públicos se incrementará a un ritmo medio cercano al 4% anual durante el mismo periodo, situándose en torno a 4.800 millones de euros al cierre de 2025.

En cuanto a los privados puros, su facturación crecerá aproximadamente un 2% en 2025, aportando un volumen de negocio de unos 1.325 millones de euros al finalizar el periodo.

Las empresas que han compartido sus previsiones para estos años anticipan incrementos moderados.

<sup>3</sup> [https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/ofertaRecursos/hospitales/docs/CNH\\_2024.pdf](https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/ofertaRecursos/hospitales/docs/CNH_2024.pdf)

<sup>4</sup> <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla22.htm>

Destacan algunos de ellos con estimaciones de crecimiento de entre el 4% y el 6% anual para 2025. Por su parte, IMQ prevé crecimiento moderado en 2025, entre el 1% y el 3%.

El aumento de los ingresos, junto con la mejora de la productividad y la eficiencia, repercutirá positivamente en la rentabilidad, compensando el efecto del aumento de los costes y la mayor sensibilidad de los clientes a los precios.

### 1.5.2. Predicción del mercado total de POL para campus

Una red de campus se refiere al sistema integrado que permite la comunicación, el control y la coordinación entre los dispositivos en uno o varios campus, proporcionando una plataforma unificada para que acceder a diferentes recursos y colaborar en proyectos. A nivel mundial, el mercado de redes para entornos de campus alcanzó un valor de 26.825 millones de dólares en 2023, y se prevé que crezca a una tasa compuesta anual (CAGR) del 7,6% en los próximos años. La tecnología POL se está consolidando como una solución clave debido a su amplia gama de aplicaciones.

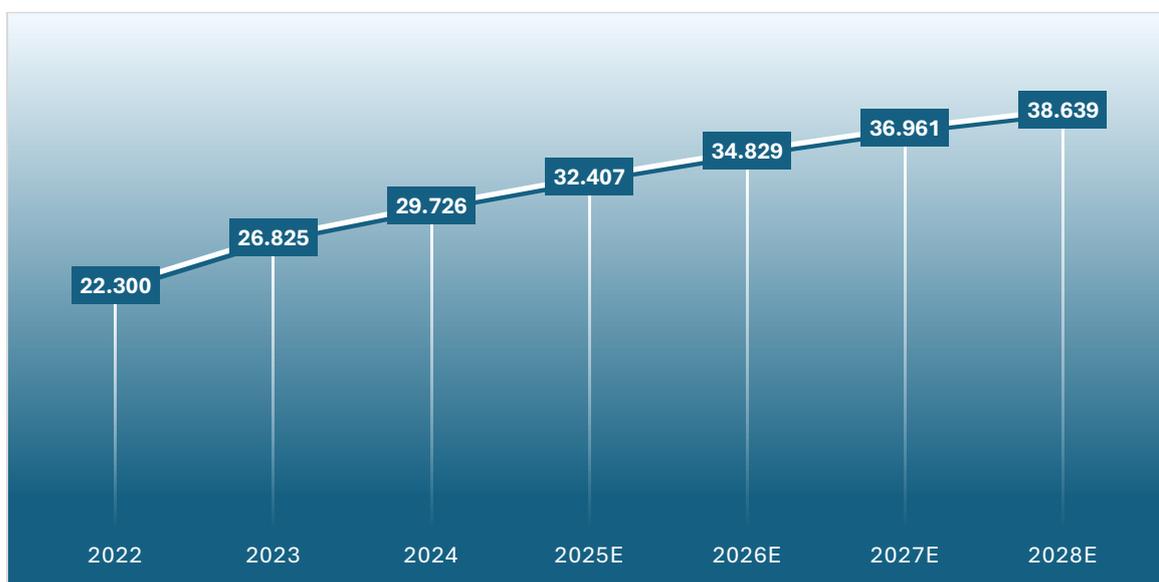


Figura 1-2. Mercado mundial de equipos de red para empresas (M\$)

Fuente: *Gartner Market Statistics, Forecast: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 2022-2028, 1Q24 Update*

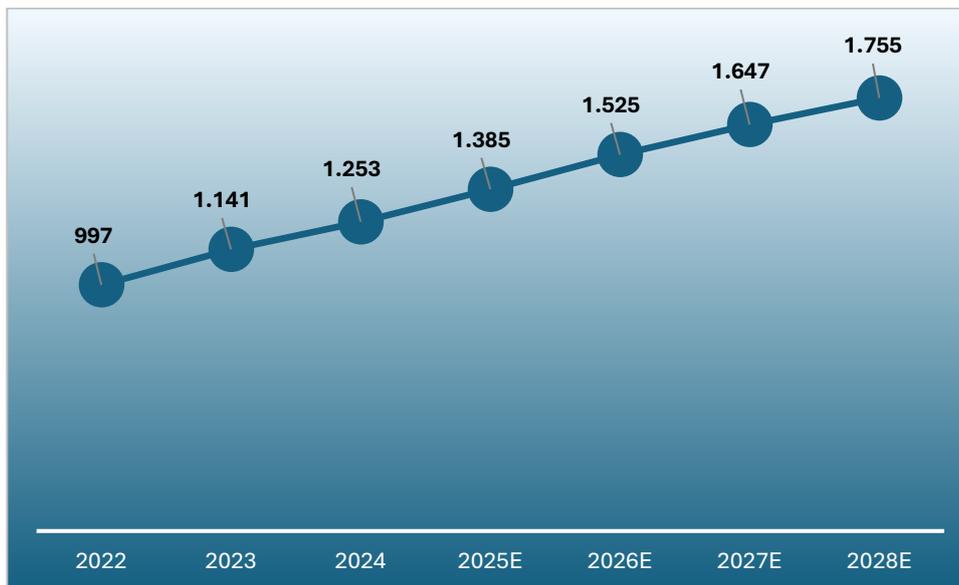
El mercado de redes de campus en España está experimentando un crecimiento notable, alcanzando un valor de 1.141 millones de dólares en 2023. Según un reciente análisis de mercado, se proyecta que crecerá a una tasa compuesta anual (CAGR) del 11,0% en los próximos años. Este crecimiento está impulsado principalmente por el aumento de la demanda de cloud computing por parte de las pymes, el aumento de la regulación gubernamental en materia de seguridad de datos y el aumento de la inversión de los inversores nacionales.

Gracias a los esfuerzos de España por impulsar la adopción de la tecnología FTTH, esta solución se ha consolidado como la tecnología de acceso doméstico más exitosa de Europa. La ampliación de las redes de banda ancha y cable ha permitido el acceso a Internet de alta velocidad a precios competitivos, fomentando la digitalización y contribuyendo al crecimiento económico. Además, se estima que para 2025 el 100% de la población española tendrá acceso a banda ancha de alta velocidad. Este avance mejorará la conectividad de las empresas y los polígonos industriales, mientras que incentivos como bonos facilitarán la adopción de la digitalización por parte de las pymes.

La tecnología POL jugará un papel fundamental en la evolución de las redes de campus, adaptándose a

las crecientes demandas de ancho de banda, baja latencia y mayores volúmenes de tráfico en los centros de datos. La expansión de estos centros ha impulsado la necesidad de conmutadores de alto rendimiento, y se prevé un crecimiento significativo en la adopción.

Según Gartner, las previsiones para la cuota de mercado de redes de campus empresariales entre 2022 y 2028 reflejan un crecimiento continuo como muestra la Figura 1-3.



*Figura 1-3 Previsión: mercado mundial de equipos de red para empresas (millones de dólares). Fuente: Gartner Market Statistics, Forecast: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 2022-2028, 1Q24 Update)*

La red de campus médicos está experimentando una transformación digital integral. Con la proliferación de diferentes tipos de dispositivos médicos, la calidad, precisión y frecuencia de la recopilación de datos están mejorando de forma continua. Este avance está dando lugar a nuevas arquitecturas y aplicaciones, como el almacenamiento de datos distribuidos y los modelos de Big Data, que exigen mayores capacidades de la infraestructura digital. Como una de las principales vías de transmisión y gestión de información, la red de médicos del campus desempeñará un papel cada vez más crucial para garantizar una atención médica.

## 1.6. Estándares en la digitalización del sector sanitario

Los estándares juegan un papel fundamental en la planificación, diseño, implantación, operación y gobernanza de la salud digital. Ayudan a garantizar que los datos se recopilan, almacenan y comparten de manera consistente, lo cual es esencial para la integración de los sistemas de información sanitaria. También proporcionan un marco para el desarrollo de la interoperabilidad entre sistemas, lo que permite que los datos de salud de un paciente se puedan compartir entre profesionales de la salud de diferentes organizaciones, conservando su significado y contexto original, de modo que se permita la continuidad asistencial entre niveles y entre distintas jurisdicciones. Además, contribuyen de forma fundamental a la mejora del acceso, la calidad y seguridad de la atención sanitaria, así como a facilitar las actividades de investigación clínica, epidemiología y salud pública.

Otro beneficio clave de la adopción de estándares en salud digital es que facilitan conseguir la seguridad de los datos y la protección de la privacidad para los pacientes frente a los riesgos de ataques cibernéticos y violaciones de datos al establecer prácticas seguras de transmisión y almacenamiento

evitando la pérdida de información confidencial.

Además, los estándares pueden promover la innovación en salud digital al proporcionar una plataforma común para desarrolladores y proveedores. Esto reduce el tiempo y el coste asociados con el desarrollo de nuevas tecnologías de salud digital, permite una implementación y difusión más rápida, facilitan el escalado de las soluciones, favorecen la sostenibilidad y fortalecen la resiliencia de los sistemas de información sanitarios.

Los ecosistemas de salud digital son muy complejos debido a la propia complejidad de los sistemas sanitarios y la amplia variedad de aplicaciones que cubren las TIC en salud, su heterogeneidad, la diversidad de tipos de información implicados, las posibilidades de interconexión y el gran número y diversidad de usuarios, tanto de profesionales como de la población atendida.

Los estándares en salud digital juegan un papel fundamental en los siguientes aspectos:

- Facilitar la interoperabilidad de la información y los procesos a través de los distintos dominios de la sanidad y la salud en general.
- Proporcionar la continuidad de la atención entre distintos niveles asistenciales y organizativos.
- Hacer factible la medicina de precisión en el SNS, mediante un uso generalizado de la información clínica y genómica conjuntamente.
- Generar conjuntos de datos de calidad localizables, accesibles, interoperables y reusables (principios FAIR, Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) para su uso en investigación y salud pública, que mejoren la calidad de la atención y eficacia de las investigaciones.
- Permitir la creación del Espacio Nacional de Datos de Salud para su tratamiento y análisis masivo y el establecimiento de condiciones y recursos para la generación y extracción de conocimiento.
- Soportar la provisión eficiente donde, cuando y como se necesite de servicios de salud seguros y coordinados, de alta calidad para las personas y la población.
- Garantizar la seguridad y protección de los datos y la seguridad para los pacientes.
- Permitir los servicios y la investigación en salud transfronterizos.
- Desarrollar el mercado nacional y europeo para sistemas de salud digital haciéndolos más competitivos.

Además, el sector sanitario es un sector fuertemente regulado y que utiliza estándares para demostrar la conformidad con los requisitos técnicos de la regulación. Legislación europea como el Reglamento (UE) 2017/745 sobre los productos sanitarios, el Reglamento (UE) 2017/746 sobre los productos sanitarios para diagnóstico in vitro o numerosa legislación nacional utilizan estándares (véase más información en AEMPS<sup>5</sup> o Public Health - European Commission<sup>6</sup>).

La utilización de estándares en la transformación digital del sector sanitario se ve reforzada por la Estrategia de Salud Digital del SNS (sanidad.gob.es)<sup>7</sup> o el Espacio Europeo de Datos Sanitarios - Comisión Europea (europa.eu<sup>8</sup>), que confían en los estándares como herramienta técnica esencial para su implantación efectiva.

Ahora bien, el despliegue de estas estrategias y regulaciones relacionadas con la salud digital solo será posible si las infraestructuras de comunicaciones subyacentes pueden soportar el creciente tráfico de

---

<sup>5</sup> <https://www.aemps.gob.es/la-aemps/legislacion/legislacion-sobre-productos-sanitarios/>

<sup>6</sup> [https://health.ec.europa.eu/index\\_en](https://health.ec.europa.eu/index_en)

<sup>7</sup> [https://www.sanidad.gob.es/areas/saludDigital/doc/Estrategia\\_de\\_Salud\\_Digital\\_del\\_SNS.pdf](https://www.sanidad.gob.es/areas/saludDigital/doc/Estrategia_de_Salud_Digital_del_SNS.pdf)

<sup>8</sup> [https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/european-health-data-space\\_es](https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/european-health-data-space_es) ;  
<https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2025/01/21/european-health-data-space-council-adopts-new-regulation-improving-cross-border-access-to-eu-health-data/>

datos con la velocidad y fiabilidad necesarias, y ahí es donde entran las aplicaciones de red POL para hospitales inteligentes. La solución propuesta debe tener en cuenta los estándares existentes para integrarse con fluidez en el entorno al que va destinada y plasmarse en un estándar que garantice la calidad en su desarrollo y genere la confianza que permita su despliegue en un entorno muy acostumbrado al uso de estándares. Se puede encontrar más información sobre el uso de estándares para la digitalización sanitaria en la página de UNE<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> [https://www.une.org/normalizacion\\_documentos/Estandares\\_salud\\_digital.pdf](https://www.une.org/normalizacion_documentos/Estandares_salud_digital.pdf)

## 2. Aplicaciones de la red POL para hospitales inteligentes

### 2.1. Principales aplicaciones de la red POL para hospitales inteligentes

Los hospitales inteligentes se basan en muchos sistemas de información, que incluyen el Sistema de Información Hospitalaria (HIS), el Registro Médico Electrónico (EMR), los sistemas de comunicación y archivo de imágenes (PACS), el Localizador de Información en Salud (LIS), así como sistemas de información general como el sistema de retorno de video, el sistema de gestión de estacionamiento, el sistema de control de acceso, el sistema automático de alarma contra incendios y el sistema de control de edificios. La informatización hospitalaria está pasando de la Tecnología de la Información (TI) a la Tecnología de Datos (DT), y la convergencia de datos de servicios está haciendo que las redes en silos y los datos estén integrados, sean altamente disponibles, simplificados e inteligentes. La arquitectura de red multicapa de una red tradicional aumenta la latencia de la red y complica el despliegue de esta. En este contexto, los hospitales necesitan urgentemente una red que permita la convergencia de datos, una arquitectura simplificada y un despliegue rápido.

La Figura 2-1 muestra una arquitectura genérica de un hospital inteligente. En la parte superior están las llamadas ‘aplicaciones inteligentes’ que básicamente son aquellas que gestionan todo tipo de infraestructura. Entre estas aplicaciones inteligentes se incluyen las siguientes: centro de operaciones hospitalario (HOC), cabina del decano, centro de gestión inteligente (ofreciendo una gestión inteligente de activos, personal, vehículos, agua, electricidad y gas), centro de salud inteligente (provisión de investigación médica de macrodatos, aula inteligente, plataforma de recursos didácticos) y centro de servicio inteligente (proporcionando servicios médicos estandarizados, como el hospital por Internet, consorcios médicos y orientación inteligente).

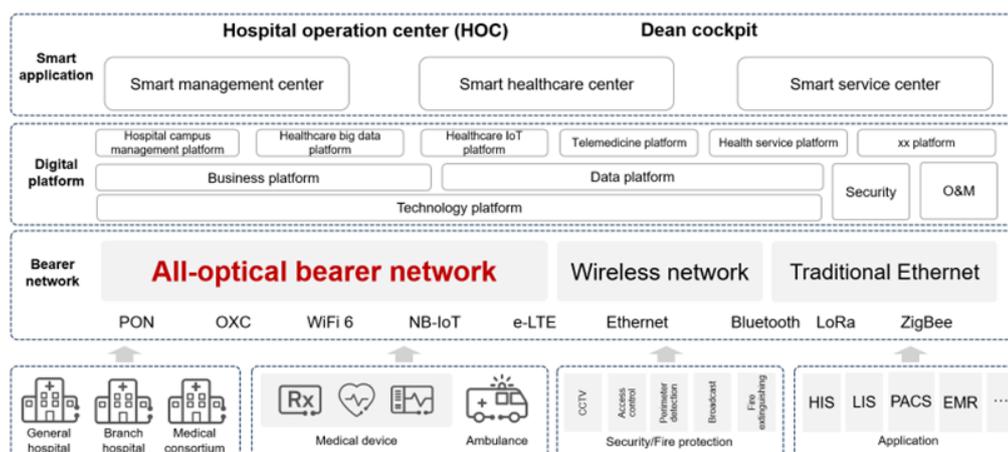


Figura 2-1 Arquitectura técnica de un hospital inteligente

Justo por debajo de las aplicaciones inteligentes, se encuentran las plataformas digitales que incluyen la plataforma técnica, la plataforma de servicios y la plataforma de datos. En primer lugar, la plataforma técnica proporciona a la plataforma de servicios componentes de capacidad técnica general, como la plataforma de integración híbrida, el motor del marco de microservicios y la plataforma de Big Data. En segundo lugar, la plataforma de servicio incluye el dominio básico, el dominio de servicio y el dominio

de administración (operación), el dominio público y el dominio de interfaz. Se desarrollan, prueban e implementan en un marco y motor de microservicios de nube híbrida, y se registran, invocan y liberan como activos a través de la plataforma de integración híbrida. Finalmente, la plataforma de datos es una base importante para la interconexión de datos, la estandarización de la integración, el intercambio interactivo y la estructuración.

Las redes portadoras (bearer networks) de la Figura 2-1 incluyen las redes cableadas (como POL y Ethernet) e inalámbricas, y las tecnologías correspondientes.

El caso de este Libro Blanco se centra en una red POL, cuyo esquema de alto nivel se muestra en la Figura 2-2. Una red POL de hospital inteligente cuenta con una arquitectura de red simplificada basada en medios pasivos de transmisión por fibra óptica, permitiendo una evolución fluida de la capacidad y fácil operación y mantenimiento. La Figura 2-2 muestra que es posible la convergencia entre la intranet, la extranet y la red de seguridad de un hospital en una misma infraestructura mientras que se cumple con todos los requisitos de cada servicio. Además de soportar la evolución inteligente y la convergencia de datos de un hospital, una red POL puede aislar subredes por intervalo de tiempo o longitud de onda, lo que garantiza una protección de seguridad de red de forma jerárquica para diferentes servicios de aplicaciones.

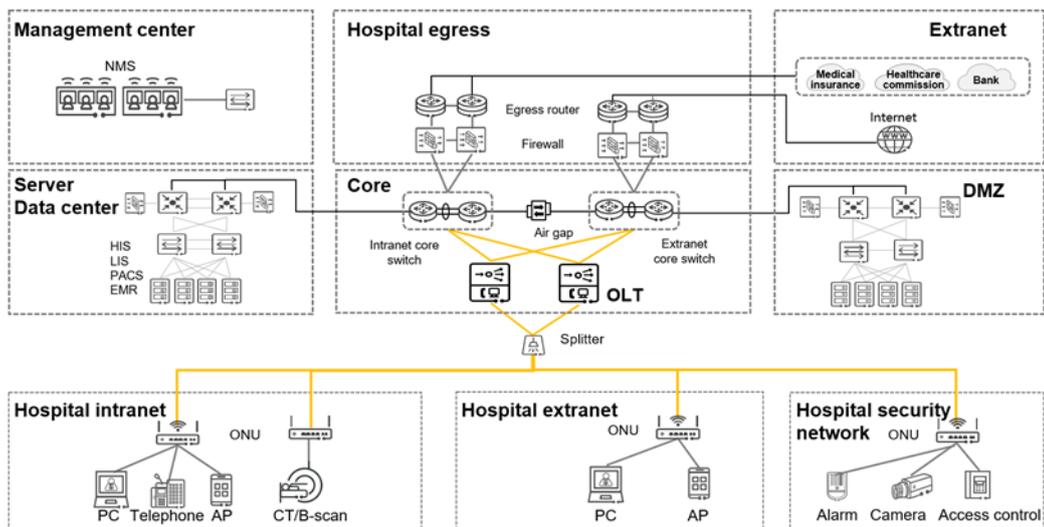


Figura 2-2. Arquitectura típica de una red POL hospitalaria

Aunque hasta ahora se ha hablado de la red POL como una red PON, en realidad puede consistir en múltiples redes PON físicas para así transportar por separado la intranet, la extranet y la seguridad de un hospital inteligente. Una red POL también admite la tecnología Optical Transport Network (OTN), pudiendo conectar múltiples campus de un hospital inteligente a través de una red metropolitana privada de atención sanitaria. Las subsecciones posteriores darán más detalles sobre cada tipo de servicio/red.

### 2.1.1. Intranet hospitalaria

La intranet del hospital es una red dedicada a la información médica y está destinada exclusivamente al personal interno. Una intranet hospitalaria transporta datos sanitarios inteligentes y la mayoría de los servicios de gestión inteligentes, como los sistemas HIS, EMR, LIS, PACS y HRP.

Como red central de un hospital, una intranet hospitalaria debe cubrir las salas de consulta y las salas de cada departamento clínico, departamento de tecnología médica, área de oficina y área pública (Figura 2-3). La solución POL puede soportar de manera efectiva varios servicios en la intranet del hospital.

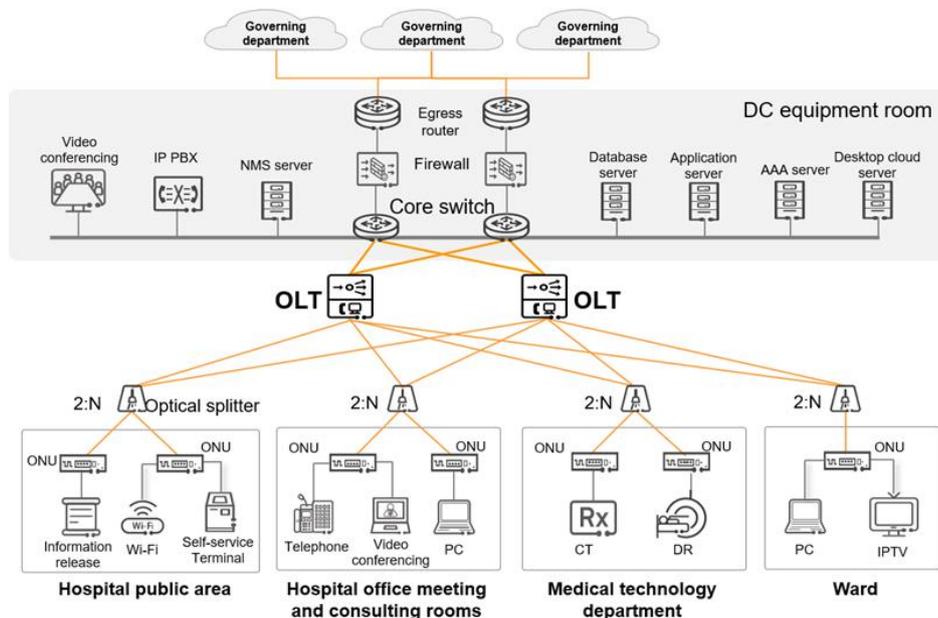


Figura 2-3. Topología típica de una intranet hospitalaria sobre POL

Se puede construir una intranet hospitalaria inteligente utilizando la solución POL para proporcionar conexiones de red rápidas, seguras y de alta velocidad. Terminales como PCs, impresoras, dispositivos de autoservicio, tabletas, PDA y Puntos de Acceso (AP) en áreas ambulatorias, de emergencia, de tecnología médica, hospitalarias, administrativas, de investigación científica y de enseñanza están conectados al centro de datos para acceder rápidamente a varios servidores del hospital. Esto garantiza que tareas como el registro, la toma de números, el triaje, la espera, el pago, el dispensario de medicamentos, la enfermería, el examen y el tratamiento se implementen de manera eficiente y en tiempo real. Como resultado, los profesionales de la salud pueden equilibrar eficazmente la carga de trabajo, a la vez que reducen el tiempo de espera de los pacientes y aumentan su satisfacción.

En una red POL, las Unidades de Red Óptica (ONUs) proporcionan Servicios Telefónico Tradicional y sencillo (POTS) para conectarse a teléfonos de voz comunes y puertos Ethernet estándar (GE/10GE/25GE) para conectarse a varios dispositivos médicos y de oficina, como tableros de anuncios, impresoras de autoservicio, y puntos de acceso Wi-Fi 5/6/7 en áreas públicas; terminales de videoconferencia, PCs e impresoras en oficinas y áreas de consulta; dispositivos de imagen médica de alta gama como escáneres DR (Unidad móvil de radiografía digital), CT (tomografía computarizada), MRI (resonancia magnética), PET (tomografía por emisión de positrones) y SPECT (tomografía por emisión de fotón único) en el departamento de tecnología médica; y otros terminales como PCs y televisión por protocolo de Internet (IPTV) en las salas.

Los Terminales de Línea Óptica (OLT) y ONUs se conectan a través de una Red de Distribución Óptica (ODN) pasiva para brindar alta capacidad y confiabilidad y cobertura de red flexible. Los OLT convierten o agregan la información recibida desde las ONU y la envían a los conmutadores (switches) troncales (core) de la intranet. Los conmutadores centrales de intranet están conectados a varios servidores (incluidos servidores de aplicaciones, servidores de almacenamiento y servidores de administración) en una sala de equipos central para implementar la autenticación y el control de acceso para varios terminales, y almacenar e invocar datos de servicio. Los conmutadores centrales de intranet también se pueden conectar a departamentos administrativos como la Comisión Nacional de Salud, Medicare y departamentos de control de enfermedades a través de firewalls y enrutadores de salida.

En una red POL, la tecnología PON adoptada varía según los escenarios de aplicación. Por ejemplo, se puede utilizar GPON (o XGS-PON si las condiciones lo permiten) en salas y oficinas. En escenarios de

imágenes que requieren un gran ancho de banda tanto en sentido ascendente como descendente, XGS-PON se puede utilizar para proporcionar una capacidad simétrica de hasta 10Gbit/s dependiendo del número de usuarios o dispositivos conectados, cumpliendo con los requisitos de transmisión de datos de imágenes de dispositivos de imágenes médicas de alta gama como DR, CT, MR, PET, y SPECT, lo que permite un acceso rápido a los datos de imagen.

Aun tratándose de un tipo de infraestructura altamente fiable, una red POL es capaz de soportar diferentes modos de protección frente a fallos. Por ejemplo, puede darse el caso que falle un OLT o bien haya alguna una fibra deteriorada. Para ello, se propone trabajar con los modos de protección llamados dual-homing Tipo B y Tipo C, cada uno de los cuales ofrece diferentes niveles de protección. Es importante seleccionar la opción de protección que mejor se adapte al escenario de aplicación en la intranet del hospital, ya sea la protección Tipo B o Tipo C.

Por otro lado, la protección tipo B dual-homing brinda redundancia (duplicidad) en los cables ópticos de alimentación (feeder), los puertos PON de un OLT, todo el OLT, los puertos ascendentes de un OLT y las fibras ópticas ascendentes. Asimismo, la protección tipo C dual-homing protege los puertos PON de una ONU, las fibras de distribución (fibras de ramificación), los divisores ópticos, los cables de alimentación, los puertos PON de una OLT, toda la OLT, los puertos ascendentes de una OLT y las fibras ópticas ascendentes.

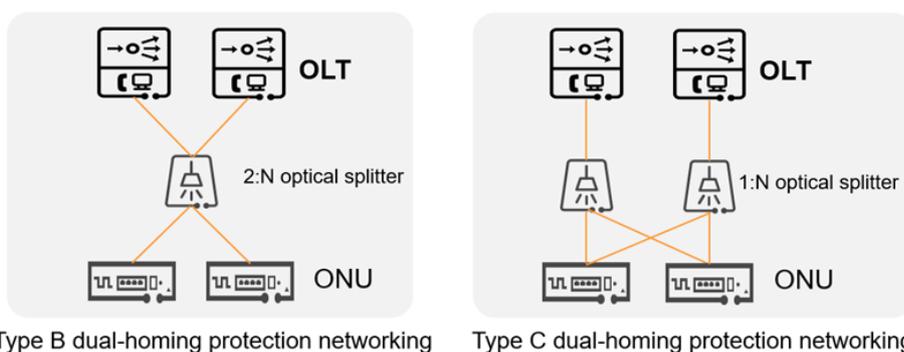


Figura 2-4. Protección dual-homing tipo B y tipo C para una red POL

Así, para el caso de una intranet hospitalaria donde se quiere que una red POL ofrezca mayor confiabilidad, se recomienda implementar cualquiera de estos tipos de protección, sea *dual-homing* tipo B o tipo C, a fin de garantizar una transmisión fiable y estable de la señal en todo momento.

### 2.1.2. Extranet hospitalaria

La extranet del hospital se utiliza principalmente para proporcionar acceso a Internet y conectividad Wi-Fi en áreas como oficinas administrativas y espacios públicos, facilitando la comunicación y el acceso a información tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes y visitantes. A través de esta red, se ofrecen también servicios externos clave, como la gestión de citas y tratamientos médicos, la posibilidad de realizar consultas de seguimiento en línea, la publicación de boletines informativos, y el acceso a resultados médicos, permitiendo que los pacientes puedan gestionar de manera remota y cómoda diferentes aspectos de su atención sanitaria. Además, la extranet respalda el desarrollo de la telemedicina, ofreciendo la posibilidad de realizar consultas médicas a distancia, lo que mejora el acceso a la atención para pacientes que no pueden acudir físicamente al hospital.

Con el avance de la iniciativa "Internet + atención médica", muchos hospitales han creado hospitales virtuales a través de Internet, implementando una amplia gama de funciones de servicio inteligente como reserva en línea, consulta y pago, mejorando así la experiencia del paciente y optimizando los procesos hospitalarios.

La Figura 2-5 muestra una tipología típica de una extranet hospitalaria sobre POL. En estas configuraciones, la red POL puede transportar de manera eficiente la red externa del hospital para cubrir oficinas administrativas, áreas públicas, consultorios médicos, estaciones de enfermería y salas, proporcionando acceso a Internet de alta velocidad. Esta red externa puede intercambiar información con la red interna del hospital a través de dispositivos de seguridad, cumpliendo así con los requisitos mejorados de protección de datos y ofreciendo servicios de salud inteligentes para los pacientes.

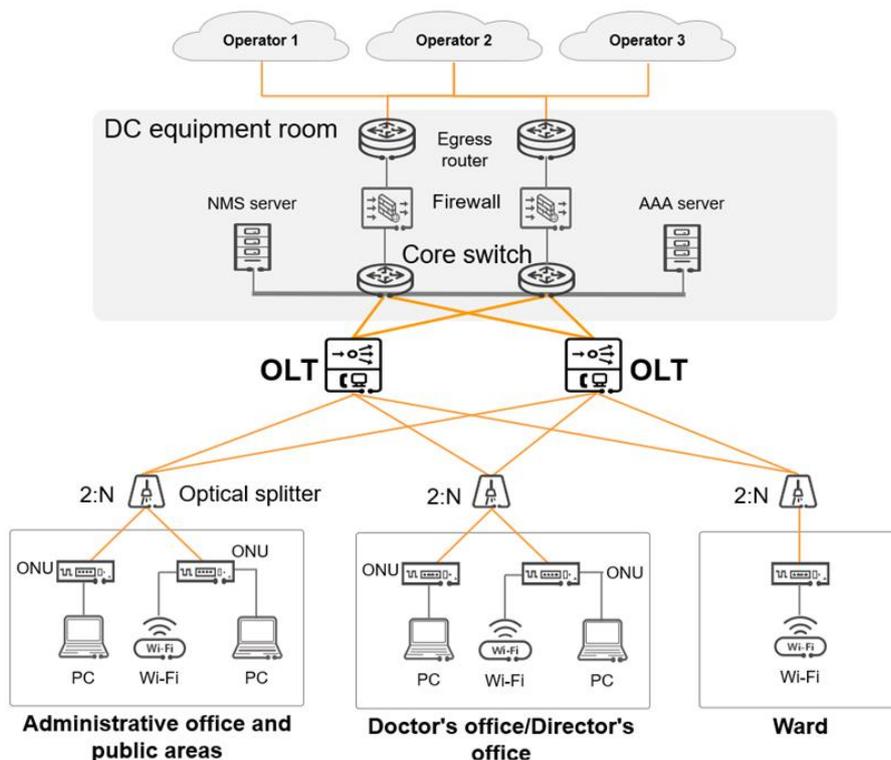


Figura 2-5. Topología típica de una extranet hospitalaria sobre POL

Se construye una extranet hospitalaria inteligente utilizando la solución POL para proporcionar un acceso a Internet seguro y de alta velocidad. En este tipo de red, las ONU ofrecen puertos Ethernet estándar (GE/10GE/25GE) que se conectan a diversos dispositivos de acceso a Internet, como puntos de acceso Wi-Fi y PCs en áreas públicas, así como terminales de Internet en consultorios médicos y en áreas administrativas. También incluyen puntos de acceso Wi-Fi en las salas como parte de la extranet. Las OLT y ONU en una red POL se conectan a través de una ODN pasiva para brindar un alto ancho de banda y confiabilidad. Los OLT convierten o agregan la información recibida de las ONU y la envían al conmutador troncal (*switch core*) de la extranet. Este conmutador central de extranet se conecta a una red de operador a través del *firewall* y el router de salida para acceder a Internet de alta velocidad.

Así, una extranet hospitalaria puede construirse como una red totalmente óptica independiente o compartir una red PON física con la intranet hospitalaria. Cuando la intranet y la extranet de un hospital comparten una red PON física, el aislamiento del servicio se puede lograr a través del intervalo de tiempo y los recursos de reenvío de hardware dedicados para cumplir con los requisitos de seguridad.

### 2.1.3. Red de seguridad hospitalaria

A medida que se registran incidentes de seguridad ocasionales, ya sea por fallos tecnológicos o vulnerabilidades, la implementación de un sistema de seguridad que sea tanto fiable como rentable se vuelve cada vez más crucial para las organizaciones. Esto es especialmente relevante en las áreas clave

de los hospitales inteligentes, donde se manejan grandes volúmenes de datos sensibles. Una solución eficiente no solo protege la infraestructura, sino que también garantiza la privacidad de los datos médicos y la continuidad operativa.

Según los requisitos técnicos para los sistemas de seguridad de los hospitales, la resolución horizontal del circuito cerrado de televisión del hospital debe ser mayor o igual a 400 líneas de TV (TVL), el píxel de las imágenes debe ser mayor o igual a 704 x 576 y la evaluación subjetiva de la calidad de imagen debe ser mayor o igual al nivel 4. Generalmente, las imágenes HD de los CCTV hospitalarios tienen una resolución no menor a 720p, generando un alto tráfico de datos de larga duración y altos requerimientos en la red portadora. Una red de seguridad debe proporcionar transmisión a larga distancia para respaldar el backhaul de vídeo desde diferentes edificios y campus hospitalarios, el control de acceso en áreas clave y la administración del estacionamiento.

Por lo general, un sistema de seguridad hospitalaria inteligente se implementa por separado. La Figura 2-6 muestra un ejemplo de red de seguridad con infraestructura POL. Una red POL utiliza fibras ópticas para la transmisión, lo que rompe el límite de 100 m de distancia de los cables Ethernet y soporta una distancia de transmisión de hasta 40 km. La cobertura de larga distancia y el alto ancho de banda convierten a POL en una solución ideal para construir una red de seguridad hospitalaria. Una red de seguridad también puede compartir una red física con la intranet del hospital, pero deben estar aisladas entre sí.

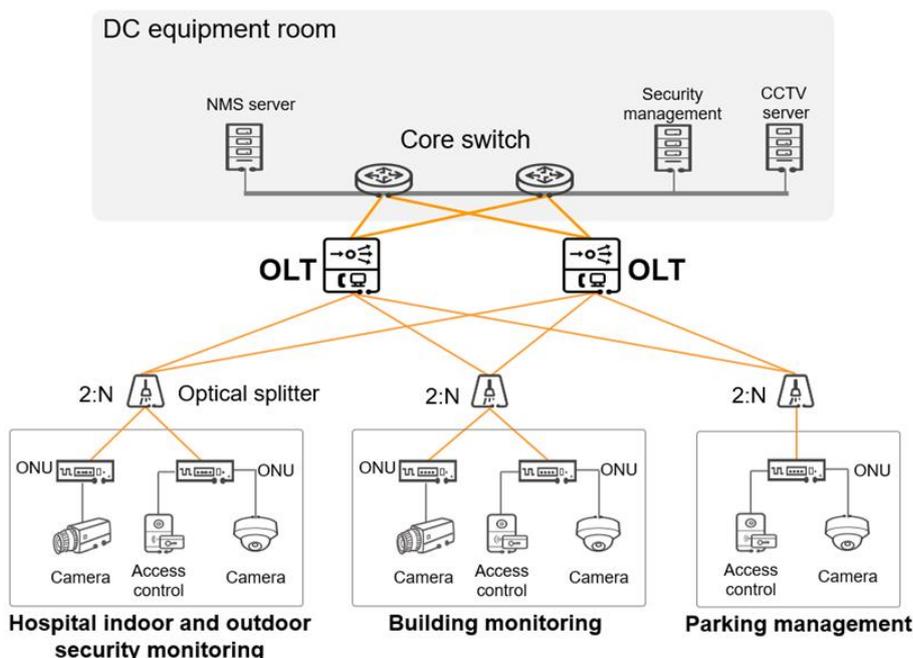


Figura 2-6. Topología típica de una red de seguridad hospitalaria sobre POL

En una red de seguridad hospitalaria, las ONU proporcionan puertos Ethernet estándar (10GE/GE) para conectarse a diversos dispositivos de gestión, como CCTV y dispositivos de control de acceso. Las ONU también proporcionan la función de alimentación a través de Ethernet (PoE) para suministrar energía a dispositivos como CCTV. Las OLT y ONU de una red de seguridad hospitalaria se conectan a través de una ODN pasiva para brindar un alto ancho de banda y confiabilidad. Los OLT convierten o agregan la información recibida desde las ONU y la envían al servidor de backhaul de vídeo a través de un switch core.

Una red POL admite la medición eMDI y la detección de cámaras fuera de línea. Puede localizar rápidamente problemas como artefactos y pantallas negras en CCTV y llevar servicios de seguridad eficientes, realizando monitoreo y administración en tiempo real de áreas hospitalarias.

### 2.1.4. Red Privada de Salud

Por lo general, los hospitales inteligentes pueden tener múltiples campus y/o edificios distantes entre sí. Para ello, se puede usar tecnología OTN para construir una red metropolitana de salud privada estable (por ejemplo, red en anillo de intercambio de datos) para proporcionar interconexión de alta velocidad para compartir datos y recursos entre campus/edificios distantes que implementen una red POL. La Figura 2-7 muestra un ejemplo de este tipo de interconexión entre diferentes campus.

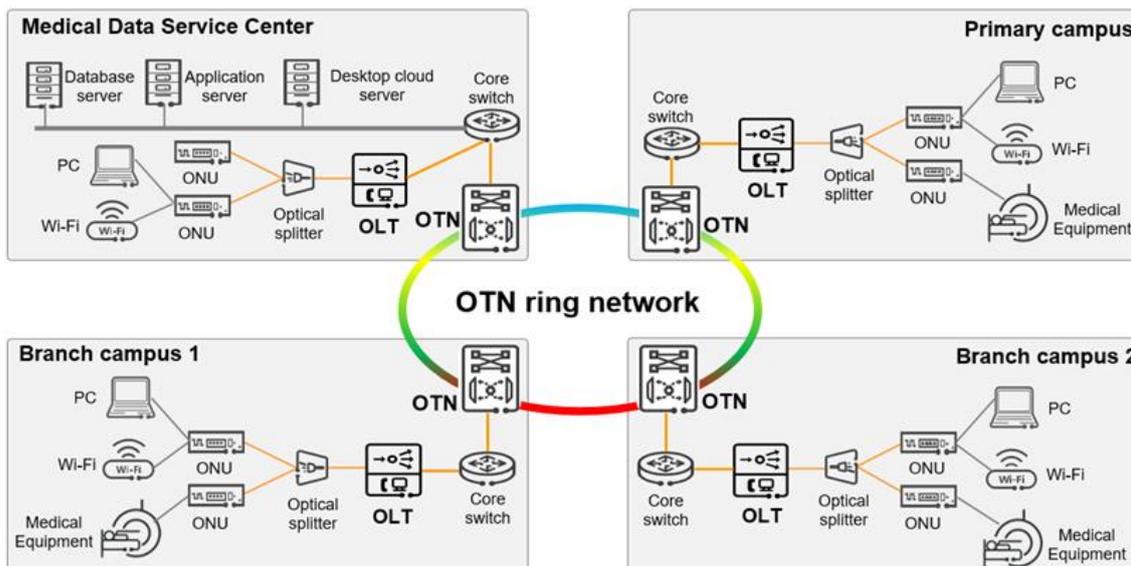


Figura 2-7. Topología para interconexión multi-campus sobre POL

En esta red metropolitana de atención médica privada, cada campus hospitalario tiene sus propios enrutadores (routers), conmutadores centrales, OLT/ONU y dispositivos OTN. Un ejemplo podría ser que un hospital inteligente alquile fibras ópticas a los operadores y se construya una red en anillo OTN para conectar varios campus hospitalarios para la tener su propia red de uso exclusivo y poder compartir datos de forma eficiente. Para diseñar esta red OTN, consideremos unos requisitos de desarrollo de un hospital en la actualidad. En este caso, se recomienda configurar el anillo para 40 longitudes de onda, cada una de ellas operando a 100 Gbit/s. De esta manera, es posible escalar fácilmente el anillo OTN hasta 80 longitudes de onda, también operando a 100 Gbit/s cada una de ellas. Al construir esta red privada sanitaria de ámbito metropolitano, un hospital inteligente puede converger las redes de varios campus para implementar una planificación y administración unificadas, y lograr una interconexión y acceso a datos confiables y de alta velocidad a través de las redes del campus.

Una red metropolitana de atención médica privada proporciona un hospital inteligente con un alto ancho de banda de transmisión, baja latencia, programación multiservicio flexible, fácil escalabilidad y alta confiabilidad del sistema, lo que cumple con los requisitos de interconexión y acceso entre campus a larga distancia.

## 2.2. Casos de Uso

En este apartado, se describen varios casos de uso donde las redes POL demuestran su valor, proporcionando soluciones efectivas y personalizadas en múltiples sectores. Cada caso de uso incluye una descripción detallada de los usuarios involucrados, los desafíos que enfrentan, el contexto en el que se desarrolla la red POL, así como su alcance y las ventajas que aporta a la organización o la comunidad en cuestión. Igualmente, se incluyen situaciones en las que las redes POL han mejorado la comunicación y la seguridad en eventos multitudinarios, la eficiencia operativa en instalaciones de atención sanitaria, la comunicación en entornos de emergencia y la interconexión de dispositivos.

A lo largo de esta sección, se describe la forma en la que las redes POL se adaptan a las necesidades específicas de cada situación, ofreciendo una cobertura confiable y segura para comunicaciones críticas y aplicaciones de alta exigencia. Además, se resalta la capacidad de estas redes para facilitar la integración de diferentes dispositivos y sistemas, así como su potencial para abordar los desafíos tecnológicos y sociales en el contexto de la transformación digital.

Caso de uso	Infraestructura de red de fibra óptica para teleradiología digital en el hospital
Usuarios involucrados	Pacientes, Radiólogos, Profesionales sanitarios en hospitales y consultas de atención primaria, clínicos.
Desafíos, contexto y alcance	<p>La teleradiología es una especialidad y uno de los aspectos más relevantes de la telemedicina, que se define como la transmisión electrónica de imágenes radiológicas (tomografías, radiografías, resonancias magnéticas, etc.) de una localización a otra con el propósito principal de interpretar o consultar un diagnóstico.</p> <p>Las ventajas y los beneficios son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor rapidez en el diagnóstico de pacientes.</li> <li>• Ahorro de costes de los hospitales y centros médicos.</li> <li>• Colaboración entre profesionales de la salud de todo el mundo en la atención a los pacientes, la investigación y la formación.</li> </ul> <p>La teleradiología genera grandes cantidades de imágenes y datos, por lo que se requiere una infraestructura de red robusta y de alta velocidad para soportar el tráfico de datos.</p> <p>Se prevé que el tamaño de los envíos siga creciendo en los próximos años, lo que requerirá una mayor capacidad de almacenamiento y un mayor ancho de banda.</p> <p>La fibra óptica es la tecnología de red más adecuada para satisfacer estas necesidades, ya que ofrece un ancho de banda muy superior al de las redes de cobre tradicionales.</p>
Requisitos del sistema y consideraciones técnicas comunicaciones (Necesidades Latencia, ancho de banda...)	<p>La teleradiología se basa en una serie de tecnologías y requiere los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estación de carga de imágenes en el lugar donde se toman las imágenes.</li> <li>• Tecnología de las telecomunicaciones para la transmisión y compartición de imágenes.</li> <li>• Tecnología de Interoperabilidad y mensajería de las imágenes y datos entre los sistemas de los hospitales y los laboratorios.</li> <li>• Estación de visualización de imágenes en el lugar externo donde un profesional de la salud cualificado visualizará las imágenes.</li> </ul> <p>Los servicios básicos que soportan a la Red Integral de Servicios Telerradiológicos (RIST) incluyen: teleradiológico, teleconsulta, telemonitorización y telegestión. Otro de los servicios que provee la RIST, es el acceso a sistemas informáticos de alto rendimiento, con el objetivo de dar facilidades al análisis intensivo de imágenes y a la utilización de sistemas de base de datos asociados, que poseen material educativo de gran valor.</p> <p>En los últimos años, la IA se ha introducido activamente en la cadena de tecnología de teleradiología, lo que ayuda a los radiólogos a analizar registros de imágenes y datos de forma más rápida y precisa para comprender mejor la condición de los pacientes.</p> <p>Los requisitos de una infraestructura de red de fibra óptica para telerradiología son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión de alta velocidad.</li> <li>• Baja latencia en la transferencia de datos.</li> <li>• Seguridad y protección contra el acceso no autorizado a los datos del paciente.</li> <li>• Escalabilidad para adaptarse a volúmenes de datos en constante crecimiento.</li> </ul>
Resultados esperados	<p>Debido al uso de una red de mayor ancho de banda que proporciona conexiones de alta velocidad, se esperan mejoras en muchos componentes críticos de la tecnología de teleradiología:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilidad de diagnóstico remoto mediante imágenes de tamaño cada vez mayor.</li> </ol>

Caso de uso	Infraestructura de red de fibra óptica para teleradiología digital en el hospital
	<p>2. Soporte al creciente tráfico de datos generado por las tecnologías de telerradiología.</p> <p>3. Reducción de la latencia durante la transferencia de datos.</p> <p>4. Mejora en la resolución de las imágenes transmitidas.</p> <p>5. Mejora en la calidad de las teleconsultas mediante teleconferencia.</p> <p>6. Adopción acelerada de herramientas de IA para teleradiología que requieren un flujo de datos BIG seguro y de alta velocidad.</p> <p>Dado que el diagnóstico rápido y preciso de los pacientes es un elemento fundamental para mejorar los servicios sanitarios y teniendo en cuenta el volumen de uso actual de la telerradiología, el efecto esperado de la introducción de la fibra para necesidades de la teleradiología tendrá el efecto más significativo en la mejora de las capacidades de los hospitales digitales.</p>

Caso de uso	
Hospitalización domiciliaria (o aproximaciones que mezclan la atención domiciliaria y la telemática) y la necesidad de telecomunicaciones avanzadas	
Usuarios involucrados	<p>Pacientes que participan en programas de hospitalización domiciliaria (HD) y que padecen condiciones que permiten el tratamiento remoto, como fracturas o leucemia.</p> <p>Profesionales de la salud, como doctores, enfermeros y técnicos, quienes monitorizan y atienden a los pacientes a distancia.</p> <p>Cuidadores en el hogar que asisten a los pacientes en su entorno doméstico y colaboran con los profesionales de la salud para garantizar una atención continua y de calidad.</p>
Desafíos, contexto y alcance	<p>Uno de los principales retos es garantizar la transmisión rápida y fiable de grandes cantidades de datos médicos, lo cual es crucial para la monitorización en tiempo real y la toma de decisiones informadas por parte de los profesionales de la salud. Además, es necesario adaptar la tecnología a la práctica clínica sin interrumpir los procesos asistenciales existentes, asegurando al mismo tiempo la privacidad y seguridad de los datos de los pacientes.</p> <p>En cuanto al contexto, la hospitalización domiciliaria y la telemedicina están en auge, impulsadas por la necesidad de reducir costes y mejorar la comodidad del paciente. Ejemplos como el del Hospital Infanta Leonor de Madrid<sup>10</sup> demuestran la viabilidad y los beneficios de estos modelos innovadores de atención médica.</p> <p>El alcance de este caso de uso incluye la implementación de redes ópticas tipo POL para soportar las necesidades de telecomunicaciones en hospitales. Esto implica la integración con sistemas de telemedicina y la gestión de datos de pacientes, asegurando que los profesionales médicos puedan acceder a la información necesaria de manera rápida y segura.</p>
Requisitos del sistema y consideraciones técnicas comunicaciones (Necesidades Latencia, ancho de banda...)	<p>Los requisitos del sistema y las consideraciones técnicas de comunicaciones para la implementación del caso de uso de hospital sin paredes dependerán en gran medida de las aplicaciones específicas que se desplieguen. Actualmente, es esencial contar con una baja latencia para permitir la monitorización en tiempo real y la comunicación sin retrasos entre pacientes y profesionales de la salud. Además, se requiere un alto ancho de banda para soportar la transmisión de datos médicos, incluyendo imágenes de alta resolución y videoconferencias.</p> <p>A medida que las aplicaciones de telemedicina y hospitalización domiciliaria evolucionen, se espera que la resolución y las funcionalidades de estas aplicaciones mejoren significativamente. Esto implicará una mayor demanda de ancho de banda y una necesidad continua de mantener una baja latencia. Por lo tanto, las redes de comunicación deben ser robustas y escalables para adaptarse a estas futuras necesidades.</p> <p>En la parte del hospital, la infraestructura de comunicaciones debe ser lo suficientemente robusta para gestionar varios pacientes en paralelo, asegurando que todos reciban la atención necesaria sin interrupciones. Además, debe ser capaz de escalar en el número de pacientes a medida que crece la demanda de servicios de telemedicina y hospitalización domiciliaria.</p> <p>La fiabilidad y la seguridad también son consideraciones críticas. Las redes deben ser capaces de proteger la privacidad de los datos de los pacientes y asegurar la continuidad del servicio, incluso en situaciones de alta demanda o posibles fallos técnicos. En resumen, la infraestructura de telecomunicaciones debe ser flexible y preparada para soportar las innovaciones tecnológicas que mejorarán la calidad de la atención médica en el futuro.</p>
Resultados esperados	<p>Se espera que los hospitales mejoren significativamente la calidad de la atención médica. Al permitir el acceso en tiempo real a los datos de los pacientes, los profesionales de la salud podrán tomar decisiones más informadas y precisas sobre los tratamientos. Además, los pacientes disfrutarán de una mayor comodidad al recibir atención médica en su propio hogar, lo que reducirá la necesidad de</p>

<sup>10</sup> <https://www.telemadrid.es/programas/telenoticias-1/El-Infanta-Leonor-se-convierte-en-un-hospital-sin-paredes-gracias-a-la-telemedicina-2-2466073383--20220705033327.html>

Caso de uso	Hospitalización domiciliaria (o aproximaciones que mezclan la atención domiciliaria y la telemática) y la necesidad de telecomunicaciones avanzadas
	<p>desplazamientos al hospital y mejorará su experiencia general.</p> <p>Otro resultado esperado es la reducción de los costes asociados a la hospitalización tradicional. La hospitalización domiciliaria es una alternativa más económica, lo que puede aliviar la carga financiera tanto para los pacientes como para el sistema de salud. En conjunto, estos beneficios contribuirán a una atención médica más eficiente y efectiva, adaptada a las necesidades individuales de los pacientes y respaldada por una infraestructura de telecomunicaciones robusta y escalable.</p> <p>Para los hospitales que ya disponen de este tipo de soluciones, se espera que puedan mejorar la calidad y aumentar las funcionalidades de los servicios que componen la solución de “hospital sin paredes”. Además, desde el punto de vista tecnológico, se prevé una mejor capacidad para escalar estos servicios a un mayor número de pacientes o a diferentes enfermedades, optimizando así la atención médica y ampliando su alcance.</p>

Caso de uso		Conectividad de Campus de la Salud: hospital, academia y empresas
Usuarios involucrados		Profesionales de la salud del hospital que necesiten transmitir información y datos a entidades del entorno como departamentos de I+D, empresas o instituciones docentes, investigadores públicos y privados, académicos y alumnos.
Desafíos, contexto y alcance		<p>El denominado “Campus Oria” Kadans está desarrollando un centro para empresas del sector Life sciences y salud, con instalaciones especiales como laboratorios, salas blancas, plantas piloto, etc. En el entorno de este campus se sitúa el Hospital Ramón y Cajal, la facultad de medicina de la Universidad Autónoma de Madrid, y otros centros de investigación y hospitales.</p> <p>Se espera que el centro de empresas constituya un Hub especializado en el sector salud, y las empresas colaboren con los centros de investigación y hospitales del entorno. Es muy previsible que esta colaboración necesite de la transmisión e intercambio de grandes volúmenes de datos en condiciones eficientes y seguras, entre las empresas el hospital y los grupos de investigación. El reto consiste en extender la conectividad que el sistema proporciona al hospital al resto de agentes e instituciones del entorno, sin menoscabo de la velocidad, capacidad eficiencia y seguridad.</p> <p>Así mismo, el centro de empresas dispondrá de espacios útiles para la celebración de ferias congresos y exposiciones que requerirán de comunicación por streaming.</p>
Requisitos del sistema y consideraciones técnicas comunicaciones (Necesidades Latencia, ancho de banda.)		Tecnologías que permita una transmisión fluida, con máxima calidad de imagen y sonido, y fácil de implementar en quirófanos, servicios médicos, salas de reuniones y conferencias, aulas, y laboratorios de I+D tanto públicos como privados.
Resultados esperados		<p>La implementación de un sistema de comunicación adecuado que conecte a todos los actores del triángulo universidad-empresa-hospital</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la colaboración público-privada, ya que las empresas del sector salud necesitan de los hospitales para realizar sus pruebas de concepto, validaciones y ensayos clínicos.</li> <li>• Mejora de la transferencia tecnológica de modo que el conocimiento derivado de la práctica clínica e investigadora de hospitales y laboratorios llegue antes (incluso en tiempo real) a los departamentos de desarrollo de las empresas encargadas de construir a partir de ellos los prototipos y modelos de negocio que sean viables acorde con el mercado.</li> <li>• Mejora en la calidad educativa, puesto que los profesores y estudiantes podrían acceder a casos reales de encuentros entre problemas y soluciones derivados de la práctica asistencial y quirúrgica diaria, y a su vez de la comunicación entre los centros hospitalarios y los departamentos de I+D de las empresas, accediendo a formación más práctica y cercana a la realidad clínica, y económica.</li> </ul>
Resultados obtenidos		Un campus interconectado, con los mayores estándares de calidad velocidad y seguridad posibles, a un coste igual o menor que con las tecnologías tradicionales, que potenciará las relaciones entre los agentes generadores de conocimiento, innovación, calidad asistencial y riqueza en el sector salud.
Caso de uso		Infraestructura de red de fibra óptica para patología digital en el hospital
Usuarios involucrados		<p>Patólogos que analizan las muestras de tejido utilizando tecnologías digitales.</p> <p>Investigadores que se benefician del intercambio eficiente de datos para acelerar el desarrollo de nuevos tratamientos y terapias.</p> <p>Profesionales de la salud que utilizan los diagnósticos precisos para mejorar la atención al paciente.</p> <p>Pacientes que obtienen diagnósticos más precisos y oportunos.</p> <p>Estudiantes y residentes en medicina que pueden acceder a imágenes digitales de alta resolución y casos clínicos, mejorando su formación y habilidades diagnósticas.</p>
Desafíos, contexto y alcance		La implementación de la patología digital enfrenta varios desafíos, como la necesidad de una infraestructura de red robusta y de alta velocidad para manejar grandes cantidades de datos generados por las tecnologías digitales. Además, es

Caso de uso	
Conectividad de Campus de la Salud: hospital, academia y empresas	
	<p>crucial garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos de los pacientes. La red debe ser capaz de gestionar varias sesiones en paralelo, asegurando que múltiples usuarios y modelos de IA puedan acceder y analizar datos simultáneamente sin interrupciones. En el contexto actual, la patología digital está transformando el campo de la medicina, ofreciendo ventajas significativas tanto para la investigación como para la asistencia médica. El alcance de este proyecto incluye la implementación de redes de fibra óptica para soportar el tráfico de datos, permitiendo almacenar, analizar y compartir imágenes digitales de alta resolución de muestras de tejido de manera rápida y eficiente.</p>
<p>Requisitos del sistema y consideraciones técnicas comunicaciones (Necesidades Latencia, ancho de banda...)</p>	<p>Actualmente, es esencial contar con conectividad de alta velocidad para soportar el tráfico de datos generado por las tecnologías de patología digital. La latencia debe ser baja para garantizar una experiencia fluida y sin interrupciones para los usuarios. Además, la red debe ser segura para proteger la confidencialidad de los datos de los pacientes. La infraestructura de comunicaciones en el hospital debe ser capaz de gestionar varios usuarios en paralelo y escalar para adaptarse al crecimiento futuro de las necesidades del hospital.</p> <p>El tamaño de una Imagen de Diapositiva Completa Comprimida (compressed whole slide imaging) suele ser aproximadamente de 1-5 GB, y la visualización de una región donde se ha realizado zoom puede ser de unos 50MB<sup>11</sup>. Así una interacción fluida de zoom in y zoom out individual requiere de una buena infraestructura de comunicaciones, multiplicando dicha necesidad por los usuarios en paralelo bien dentro del hospital o por servicios de telepatología.</p>
<p>Resultados esperados</p>	<p>Se espera que la implementación de la patología digital mejore significativamente la precisión diagnóstica, permitiendo analizar las muestras de tejido con mayor detalle y precisión que los métodos tradicionales. Esto puede conducir a diagnósticos más precisos y oportunos de las enfermedades. Además, se espera una mayor eficiencia en la investigación, facilitando el intercambio de datos entre investigadores y acelerando el desarrollo de nuevos tratamientos y terapias. La telepatología permitirá a los patólogos analizar muestras de tejido a distancia, mejorando el acceso a la atención médica en zonas remotas. Para los hospitales que ya disponen de este tipo de soluciones, se espera que puedan mejorar la calidad y aumentar las funcionalidades de los servicios de patología digital, así como escalar estos servicios a más pacientes o enfermedades desde el punto de vista tecnológico.</p>
<p>Resultados obtenidos</p>	

<sup>11</sup> <https://meridian.allenpress.com/aplm/article/143/2/222/64743/A-Practical-Guide-to-Whole-Slide-Imaging-A-White>  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7522141/>

Caso de uso	Infraestructura de red de fibra óptica para telecirugía en el hospital
Usuarios involucrados	<p>Cirujanos, quienes realizan las operaciones a distancia utilizando robots controlados desde una consola remota.</p> <p>Pacientes, especialmente aquellos en áreas rurales o con acceso limitado a especialistas, que se benefician de la atención quirúrgica de alta calidad.</p> <p>Estudiantes de medicina, tanto locales como remotos, también son usuarios clave, ya que pueden presenciar las operaciones o experimentar con modelos de simulación sin poner en peligro a los pacientes.</p>
Desafíos, contexto y alcance	<p>La implementación de la telecirugía aborda varios desafíos, como la necesidad de una infraestructura de red robusta y de alta velocidad para manejar grandes cantidades de datos generados por las tecnologías telequirúrgicas. Además, es crucial garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos de los pacientes. La red debe ser capaz de gestionar varias sesiones en paralelo, asegurando que múltiples usuarios puedan acceder y operar simultáneamente sin interrupciones.</p> <p>La telecirugía puede transformar el campo de la medicina, ofreciendo ventajas significativas tanto para la atención médica como para la formación de nuevos profesionales.</p> <p>El alcance de este caso de uso incluye la implementación de redes de fibra óptica para soportar el tráfico de datos, permitiendo la visualización en directo de las operaciones, la comunicación entre cirujanos y la manipulación de equipos robóticos de manera rápida y eficiente. La infraestructura debe ser escalable para adaptarse al crecimiento futuro de las necesidades del hospital, permitiendo la incorporación de más pacientes y la realización de una mayor variedad de procedimientos quirúrgicos.</p>
<b>Requisitos del sistema y consideraciones técnicas comunicaciones (Necesidades Latencia, ancho de banda...)</b>	<p>Es esencial contar con conectividad de alta velocidad y estable para soportar el tráfico de datos generado por las tecnologías telequirúrgicas. La latencia debe ser extremadamente baja, idealmente inferior a 20 milisegundos (ms), para garantizar una experiencia fluida y sin interrupciones durante las operaciones. Además, se requiere un ancho de banda mínimo de 1 Gbit/s (gigabit por segundo) para soportar la transmisión de video en alta definición y otros datos médicos. La red debe ser segura para proteger la confidencialidad de los datos de los pacientes.</p> <p>A medida que las aplicaciones evolucionen, se espera que la resolución y las funcionalidades mejoren, lo que implicará una mayor demanda de ancho de banda y una necesidad continua de baja latencia. La infraestructura de comunicaciones en el hospital debe ser capaz de gestionar varios usuarios en paralelo y escalar para adaptarse al crecimiento futuro de las necesidades del hospital.</p>
Resultados esperados	<p>Se espera que la implementación de la telecirugía mejore significativamente el acceso a la atención médica en zonas remotas, permitiendo a los pacientes recibir atención quirúrgica de alta calidad sin necesidad de desplazarse.</p> <p>Además, se espera una mayor precisión y seguridad en las operaciones, ya que los robots telequirúrgicos pueden realizar movimientos más precisos y delicados que los cirujanos humanos, reduciendo el riesgo de complicaciones.</p> <p>La telecirugía también ofrece grandes oportunidades para la formación de nuevos profesionales de la salud, permitiendo que muchos estudiantes, tanto locales como remotos, puedan presenciar las operaciones o experimentar con modelos de simulación sin poner en peligro a los pacientes.</p>

Caso de uso	Videoconferencia y Multiconferencia con Ultra Alta Definición (UHD) en el ámbito sanitario
Usuarios involucrados	Profesionales sanitarios en hospitales y consultas de atención primaria, pacientes y cuidadores en el hogar.
Desafíos, contexto y alcance	<p>La videoconferencia es actualmente una herramienta de uso casi diario en los entornos profesionales y comienza a ser también habitual su utilización por la población en general, tanto en su versión de videoconferencia entre dos usuarios como en su utilización en sesiones de multiconferencia con varios usuarios simultáneos.</p> <p>Además de su uso para la comunicación entre profesionales dentro y fuera de los hospitales, también se han multiplicado las videoconferencias entre pacientes y profesionales de la salud, especialmente en el ámbito de la sanidad privada, tanto para consultas como soporte en servicios de telemedicina.</p> <p>Ahora bien, la calidad de estas videollamadas suele estar limitada en muchos casos por problemas en el ancho de banda y fiabilidad de las redes, principalmente a nivel LAN y WAN, restringiendo el uso de resoluciones de imagen iguales o superiores a la alta definición (resolución de imagen superior a los 1920x1080 pixels) y por tanto estableciendo limitaciones a la calidad de imagen.</p> <p>La implementación de redes de fibra hasta el dispositivo en el entorno LAN/WAN facilita el camino para llevar el estándar de video utilizado en las videoconferencias al nivel de resolución 4K, o ultra alta definición 3840 x 2160 (8.3 megapixels) por fotograma), lo que se acerca al concepto de telepresencia, mejorando significativamente la percepción de utilidad de las videoconferencias y multiconferencias dotándolas de un nivel de detalle en la imagen y fiabilidad al que los usuarios no están acostumbrados.</p> <p>De esta forma, se podrá aprovechar las mejoras en los dispositivos, ya desde muchos de los elementos necesarios para la realización multiconferencias están ya disponibles en el escritorio de los profesionales de la salud (ordenadores con soporte de codificación 4K por hardware, monitores y cámaras 4K, teléfonos móviles y tablets). Además, los pacientes y sus cuidadores han mejorado sustancialmente sus dispositivos, que incluyen soporte 4K desde hace varios años en sus smartphones de gama media y alta e incluso en sus hogares ya disponen de televisiones inteligentes que comienzan a tener una resolución de 4K y pueden ser utilizados como terminales de acceso a la videoconferencia.</p> <p>Ahora bien, la utilización de tecnología 4K en las multiconferencias aumenta el tráfico de la red en un mínimo de 10 órdenes de magnitud sobre una videoconferencia actual con calidad HD (1280x720). Por lo tanto, cinco usuarios conectados en una multiconferencia requerirán un ancho de banda de subida y bajada mínima y sostenida durante la duración de la sesión de 40 Mbit/s. Este aumento tan significativo de requerimientos de ancho de banda es la principal barrera para su utilización en las redes actuales de forma habitual, ya que requiere de infraestructuras avanzadas y robustas de telecomunicaciones.</p> <p>El aumento de capacidad facilitado por el despliegue de fibra posibilitará la utilización generalizada de la multiconferencia con UDH como herramienta de comunicación estándar entre profesionales de la salud y pacientes fuera del hospital, sin miedo a saturar las redes de comunicaciones durante la prestación de los servicios, con las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la percepción de la calidad de la atención a distancia por parte de los pacientes y cuidadores si la calidad de imagen, más cercana al concepto de telepresencia.</li> <li>• Mayor facilidad de lectura cuando se transmiten contenidos con texto o gráficos (presentaciones etc.)</li> <li>• Mejora en la capacidad del profesional de la salud para evaluar una situación o realizar un diagnóstico basado en las imágenes de vídeo generadas por el usuario (por ejemplo, estado de heridas en procesos postoperatorios, dermatología, percepción general del estado del paciente) o interpretar las imágenes generadas por los pacientes.</li> </ul> <p>Ejemplos de entornos de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación entre profesionales de la salud ubicados en hospitales.</li> <li>• Comunicación entre profesionales de la salud ubicados en hospitales y</li> </ul>

Caso de uso	Videoconferencia y Multiconferencia con Ultra Alta Definición (UHD) en el ámbito sanitario
	<p>profesionales en centros de Atención Primaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación en consultas con pacientes y familiares.</li> <li>• Comunicación con pacientes en el hogar y en movilidad en servicios de telemedicina y hospitalización domiciliaria.</li> <li>• Comunicación simultánea en eventos de multiconferencia con grupos de pacientes y familiares en su hogar o movilidad para formación y prevención.</li> </ul> <p>La mejora de la calidad de video hasta la UHD para acercar las videoconferencias al concepto de telepresencia, redundará en una mayor eficiencia de estas y por tanto, se maximizarán los beneficios que el uso de la videoconferencia y la multiconferencia pueden aportar a los usuarios y profesionales del sistema sanitario.</p>
<p>Requisitos del sistema y consideraciones técnicas comunicaciones (Necesidades Latencia, ancho de banda.)</p>	<p>La aplicación de la resolución de video en las comunicaciones permite multiplicar los requerimientos de ancho de banda. Así, una sesión de multiconferencia con calidad UHD implica que un usuario debe tener capacidad para recibir de forma sostenible el flujo de datos requerido para transmitir UHD. Por ejemplo, para una resolución 3840 x 2160 a 25 fotogramas por segundo y codificación H265, estos requerimientos estarían entre los 10 Mbit/s y los 20 Mbit/s dependiendo del tipo de contenidos emitidos (personas hablando, compartición de pantallas, etc.). Será necesaria esa capacidad de subida (upstream) y de bajada (downstream) por cada usuario participante en la multiconferencia.</p>
<p>Resultados esperados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la resolución <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Situación actual típica <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calidad SD, resolución 640x480: 2Mbit/s</li> <li>▪ Calidad HD, resolución 1280x720: 4 Mbit/s</li> <li>▪ Calidad FullHD, resolución 1920x1080: 8 Mbit/s</li> </ul> </li> <li>○ Situación con utilización de calidad 4K <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calidad UltraHD, resolución 3840x2160: mínimo 10 Mbit/s, típico 15 Mbit/s.</li> </ul> </li> <li>○ Situación actual: latencia inferior a 300 milisegundos (ida y vuelta, roundtrip) para tener una percepción mínima de conversación natural libre de retrasos, aunque se considera un valor más adecuado valores por debajo de los 150 milisegundos.</li> <li>○ Mejora estimada: Jitter inferior a los 30 milisegundos para mantener fluidas las comunicaciones, aunque se recomiendan valores inferiores a los 15 milisegundos.</li> </ul> </li> <li>• Pérdida de paquetes <p>Aunque las transmisiones de video que utilizan sistemas de codificación bastantes robustos y en muchos casos utilizando protocolo UDP, se recomiendan valores de pérdida de paquetes media inferior al 0,1%.</p> </li> </ul>

### 3. Visión general del sector de la red POL para hospitales inteligentes

En este apartado se presenta una visión general del sector de las redes POL para hospitales inteligentes, enfocada en entidades que contribuyen de manera significativa a la digitalización y la transformación del sistema de salud. A continuación, se incluyen fichas detalladas de cada entidad, resaltando aspectos relevantes como la tecnología utilizada, motivación y objetivos, contribución a la digitalización del sector, soluciones y aplicaciones innovadoras, beneficios y mejoras conseguidas en la atención médica y la experiencia del paciente. Estas fichas buscan brindar un panorama amplio y detallado de las iniciativas y las organizaciones que están promoviendo el avance hacia hospitales inteligentes y conectados.

Entidad : Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)
<p><b>Tipología:</b> I+D en tecnologías y gestión de redes de fibra óptica</p> <p><b>Motivación:</b> como centro de I+D, la motivación para participar en este proyecto viene dada por el impulso en términos de investigación e innovación de las tecnologías de comunicaciones por fibra óptica; puesto que se plantea un escenario totalmente novedoso para este tipo de redes.</p> <p>Derivado de esto, es importante notar que este posicionamiento nos ayuda a promover el desarrollo y adopción de estándares a nivel internacional, concretamente en el grupo de estudio de 'fixed 5G' de la ETSI.</p> <p><b>Contribución a la digitalización</b></p> <p><b>Soluciones y servicios digitales</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Soluciones y servicios digitales que la entidad distribuidora ofrece específicamente para la digitalización de hospitales <ul style="list-style-type: none"> <li>Consultoría en tecnologías y redes de fibra óptica</li> </ul> </li> <li>Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios. <p>Por el hecho de ser un centro de investigación en este tipo de tecnologías, nuestro punto diferenciador se basa en diferentes aspectos, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño y prototipaje de sistemas de comunicaciones, redes y software de gestión de redes a medida.</li> <li>Posibilitar el acceso a test y medida de soluciones existentes (o en desarrollo) en un entorno de laboratorio puntero.</li> <li>Contribuir en la definición de estándares en el seno de foros internacionales como European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Internet Engineering Task Force (IETF), u Open Networking Foundation (ONF), entre otros</li> </ul> </li> <li>Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos <p>Típicamente el CTTC trabaja en proyectos colaborativos, formando parte y liderando consorcios internacionales. En estos proyectos se prima la funcionalidad y novedad de las soluciones aportadas.</p> <p>De hecho, el CTTC dispone de una combinación de antecedentes técnicos y de publicaciones en lo que se refiere al diseño y optimización de hardware óptico programable, así como en el diseño de arquitecturas y protocolos/interfaces aplicadas a la configuración y control de red, tal y como se demuestra en los proyectos colaborativos recientemente finalizados H2020 PASSION o H2020 INT5GENT.</p> <p>De forma similar, CTTC ha explorado la aplicabilidad de técnicas y modelos de inteligencia artificial para su uso en la operación de las redes con estrategias de eficiencia energética en los proyectos H2020 B5G-OPEN y H2020 TERAFFLOW; incluyendo el desarrollo de mecanismos de telemetría para su integración y validación experimental.</p> <p>También en CTTC se ha desarrollado investigación en redes de transporte, con un claro enfoque en tecnologías de comunicación punto-a-punto y punto-a-multi-punto para los segmentos metropolitanos, troncal y de larga distancia. Un ejemplo es el proyecto H2020 MetroHaul.</p> </li> </ol>

## Entidad : Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)

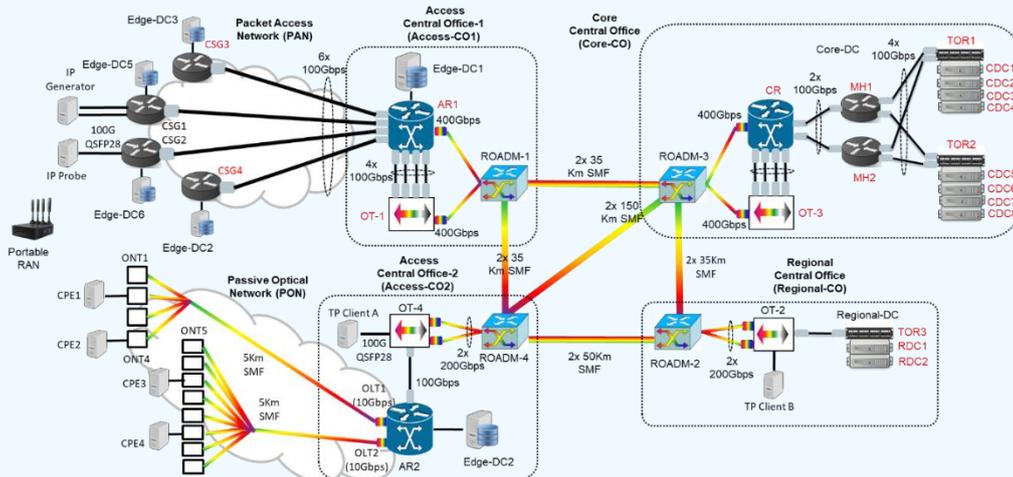
Dada la creciente necesidad de integrar recursos de red con computación, es importante destacar las contribuciones realizadas en el marco del proyecto Horizon Europe ACROSS, donde se desarrolla una plataforma de despliegue y gestión de conectividad extremo-a-extremo de las futuras redes 6G.

En lo que concierne a seguridad en redes, el CTTC ha contribuido en H2020 Inspire-5GPLUS, que presentó una nueva arquitectura de gestión automatizada para los servicios de seguridad.

### Infraestructuras actuales

#### 4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que la entidad ofrece para la digitalización de hospitales

La aportación del CTTC para la digitalización de hospitales viene en términos de los conocimientos de las tecnologías de comunicaciones a desplegar; estudiando la viabilidad de éstas para este preciso uso. Sin embargo, CTTC dispone de una infraestructura específica para validación experimental de redes ópticas. Se trata del ADRENALINE Testbed®, que consiste en una red abierta de transporte de que combina tecnología óptica y de paquetes; integrando paradigmas SDN/NFV con infraestructura de cloud edge/core para servicios 6G, IoT/V2X y AI/ML. Esta infraestructura lleva evolucionando constantemente desde su creación en 2002, y reproduce las redes de los operadores desde una perspectiva de conectividad extremo a extremo y entre centros de procesamiento de datos. La siguiente figura presenta un esquema global del ADRENALINE Testbed®



#### 5. Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.

ADRENALINE Testbed® abarca los segmentos de acceso (PON), agregación y troncales, e incluye centros de procesamiento de datos distribuidos geográficamente dispersos. Como se muestra en la figura, los elementos clave son:

- Una red óptica controlada por SDN (malla fotónica), con 4 nodos y más de 600 km de enlaces amplificados. Actualmente, todos los enlaces de la malla se basan en la transmisión de banda C, pero uno de ellos también admite la transmisión de banda L
- Nodos ópticos de paquetes con transceptores ópticos enchufables, proporcionando velocidades agregadas de 400 Gbit/s para transportar flujos de tráfico entre las redes de acceso y las oficinas centrales o centros de datos centrales
- Transceptores S-BVT programables habilitados para SDN capaces de transmitir múltiples flujos a velocidad de datos variable/alcanzar hasta 1 T bit/s;
- Una red de paquetes (PAN) conectada a la infraestructura de metro con puertas de enlace IP para las celdas de telefonía (CSGS);
- Un árbol PON formado por terminales de red ópticas distribuidas
- Una plataforma de red de acceso radio 5G portátil (portable RAN) para pruebas y validación de casos de uso 5G.

#### 6. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras

Se trata de una infraestructura de I+D experimental, con lo que está alineada con los estándares de comunicaciones. Como entidad de I+D, el CTTC está certificado con la norma UNE 160002.

**Entidad : Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)**

**Aplicaciones actuales**

7. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados en la actualidad para la digitalización de hospitales
- Al ser el CTTC una entidad de I+D en tecnologías de comunicaciones, no contempla desarrollo de aplicaciones, si no que su finalidad es el desarrollo e innovación en tecnologías de la información y comunicaciones.
8. Breve descripción de la función y beneficios de cada aplicación
- El CTTC no se dispone de aplicaciones específicas para digitalización de hospitales. Sin embargo, se pueden desplegar y testear en ADRENALINE aplicaciones y sistemas de terceras entidades y/o empresas.

**Beneficios de la digitalización**

9. Resaltar los beneficios esperados de la digitalización de hospitales, como la mejora de la calidad de los servicios, la optimización de los procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.
- El CTTC es un centro de I+D en tecnologías de comunicaciones, con lo que sus actividades están más en la línea de la pregunta siguiente.

**Mejoras en aplicaciones, infraestructuras, etc., en desarrollo**

10. Indicar en que mejoras tanto de aplicaciones, infraestructuras, tecnologías está desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de ese nuevo desarrollo.
- Por nuestra parte, entendemos que se simplifica el despliegue de la planta de cableado, así como también el número de equipos total. Ello conlleva varios beneficios directos:
- Reducción de fallos en la red
  - Simplificación de la operación y mantenimiento de la infraestructura de comunicaciones
  - Reducción del consumo energético
  - Cableado más fácil y ligero

## Entidad: Huawei Technologies Co., Ltd.

**Tipología:** proveedor global de soluciones (TIC), infraestructuras y dispositivos inteligentes.

**Motivación:** Huawei es proveedor líder global de soluciones de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), infraestructuras y dispositivos inteligentes. Con soluciones integradas en cuatro entornos clave: redes de telecomunicaciones, TI, dispositivos inteligentes y servicios en la nube, tiene como objetivo llevar la digitalización a cada persona, hogar y organización para lograr un mundo totalmente conectado e inteligente.

A través de la colaboración con los socios del ecosistema, creamos un valor añadido para nuestros clientes y trabajamos para empoderar a las personas, enriquecer la vida en los hogares e inspirar la innovación en organizaciones de todo tipo.

En Huawei, la innovación se centra en las necesidades del cliente. Invertimos fuertemente en investigación, centrándonos en los avances tecnológicos que impulsan el avance del mundo.

En 2021, la UE lanzó su Estrategia para la Década Digital con el fin de acelerar la transformación digital ecológica e industrial en Europa. Huawei tiene sus raíces en Europa y presta amplios servicios en Europa.

La digitalización de la industria y en concreto del sector salud, y la aplicación cada vez mayor de procesos de IA, hacen del entorno salud u hospital inteligente un entorno campus altamente demandante de servicios de alta capacidad, tiempo real, multitud de usuario y dispositivos conectados y muy alta disponibilidad. Las soluciones basadas en tecnología POL cumplen con los requerimientos básicos para el desarrollo de los sistemas y necesidades de un campus de Hospital Inteligente.

### Contribución a la digitalización

#### Soluciones y servicios digitales

##### 1. Soluciones y servicios digitales ofrecidos por el distribuidor específicamente para la digitalización de hospitales

Como proveedor global de soluciones TIC tenemos un amplio portfolio de soluciones completo dedicado a desarrollar la digitalización Inteligente de los hospitales.

Desde computación, IA, Cloud, Comunicaciones inalámbricas (5G/Wi-fi), comunicaciones fijas, almacenamiento, IoT, etc.

Centrándonos en la conectividad en el campus, Huawei es líder en el desarrollo y cuota de mercado de la tecnología POL ofreciendo las soluciones más avanzadas y robustas de la industria para dar soporte a los diferentes requerimientos de redundancia y seguridad. La red POL puede conectar todos los dispositivos terminales requeridos en la red de atención médica, como DR, CT, MRI, PET y SPECT en departamentos de tecnología médica; PCS e IPTV y otros terminales en salas.

##### 2. Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios.

Las soluciones POL tienen varias ventajas evidentes:

1. Larga vida útil del medio físico basado en fibra óptica.
2. La arquitectura P2MP ahorra una gran cantidad de cableado.
3. Simplifica la arquitectura de red y habilita una única red para todos los servicios del campus.
4. Evolución a futuros servicios asegurada, sencilla, flexible y de bajo impacto en coste y disponibilidad del servicio.
5. Soluciones altamente robustas, fiables y seguras extremo a extremo.
6. Solución altamente eficiente en consumo, ecológica.
7. Sencilla operación, despliegue y mantenimiento.
8. Eficiente en coste de inversión y de operación, ahorro estimado 30%.

##### 3. Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos

###### Hospital Union Shenzhen

Fundado en 1946, el Hospital Union Shenzhen es el primer hospital terciario de grado A de Shenzhen en aprobar la revisión del "Nuevo Estándar Nacional". En 2019, el hospital fue reconstruido con la solución enteramente óptica de Huawei, construyendo una red sanitaria inteligente con ancho de banda ultraelevado, transporte unificado y alta fiabilidad y estabilidad. POL se utiliza ampliamente en los hospitales, lo que mejora el nivel digital y la eficiencia del servicio de los hospitales.

**Entidad: Huawei Technologies Co., Ltd.**

**Hotel AVORIS**

Ávoris, especializada en vacaciones, ocio y viajes de negocios, forma parte del prestigioso y consolidado Grupo Barceló. Huawei soporta la solución XGSPON + Wi-Fi-6 que permite construir redes de alto ancho de banda, fáciles de evolucionar, verdes y energéticamente eficientes con operaciones y mantenimiento (O&M) inteligentes. OLT/GPON y XGS-PON para una alta fiabilidad. Puntos de Acceso IoT y Triple banda de hasta 10,75 Gbps de velocidad.

**Infraestructuras actuales**

4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que ofrece la entidad para la digitalización de hospitales

Huawei es proveedor líder global de soluciones ICT, líder tecnológico y de la industria en soluciones POL, infraestructuras y dispositivos inteligentes. Con soluciones integradas en cuatro entornos clave: redes de telecomunicaciones, TI, dispositivos inteligentes y servicios en la nube.

A través de la colaboración con nuestro ecosistema de socios tecnológicos, creamos un valor añadido para nuestros clientes y desarrollar la digitalización inteligente del entorno salud.

5. Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.

Equipamiento y servicios para desarrollar proyectos de conectividad en campus inteligente.

6. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras.

Huawei Technologies sigue los más altos estándares de calidad, ISO 9001 a los sistemas de gestión de I+D+i, la ISO 27001 para la gestión y seguridad de la información, entre otros.

**Aplicaciones actuales**

7. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados actualmente para la digitalización de hospitales.

La red POL proporciona Wi-Fi 5/6/7 Aps para proporcionar acceso Wi-Fi de alta velocidad, servicio POTS, servicio IPTV/CATV, servicio CCTV, diversas interfaces para transportar diversos servicios, como dispositivos CT, DR y MRI. Proporciona puertos Ethernet para admitir funciones como oficina de escritorio en nube y acceso telefónico con protocolo de Internet (IP).

8. Breve descripción de las funciones y beneficios de cada aplicación.

Servicio	Tamaño total de la imagen	Tiempo de lectura con POL
CT	17,4G	El tiempo de lectura se reduce a 1,5 s, lo que multiplica por 10 en comparación con la solución tradicional
IRM	16,3G	Reducción del tiempo de lectura a 1,2 s, lo que supone una mejora de 10 veces en comparación con la solución tradicional

En comparación con los despliegues de campus tradicionales, basados en cableado UTP, la red POL proporciona caudales de velocidad de Gbps, muy baja latencia y permite conectividad a muy larga distancia sin infraestructura activa. Por lo que con tecnología POL se puede leer imágenes en segundos, lo que ahorra mucho tiempo de lectura a los médicos. La solución de POL de uso de red de hospital inteligente admite un alto ancho de banda, baja latencia y O&M fácil.

**Entidad: Huawei Technologies Co., Ltd.**

**Beneficios de la digitalización**

9. Destacar los beneficios esperados de la digitalización de los hospitales, como la mejora de la calidad del servicio, la optimización de procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.

La red POL de Huawei puede ofrecer diferentes dispositivos y soluciones para diferentes escenarios hospitalarios.

Habitación	Requerimientos y escenarios de servicio específicos	Beneficios
Consultar sala	1. Consulta de información de consulta en tiempo real (consulta de datos generales, poca cantidad de datos) 2. Datos de oficina, impresora, teléfono	En comparación con la solución tradicional, las imágenes digitales HD de 1 GB tardan aproximadamente 60 veces más desde la carga hasta la apertura, de 5 minutos a 5 segundos.
Sala de equipos	1. Consulta y consulta remotas. 2. Requerimientos elevados de fluidez de vídeo	Para una imagen de grupo de TC de 1 GB, solo se tarda 0,4 segundos en cargar la imagen en modo estándar, lo que permite una lectura no perceptiva.
Sala de reuniones	1. Conectividad de streaming (streaming de vídeo 4k) 2. Las reuniones en línea requieren un alto nivel de claridad y las retransmisiones en vivo en línea requieren un alto nivel de carga.	El ancho de banda garantizado de la red PON comienza en 200 Mbit/s, la velocidad es superior a 1 Gbit/s y la latencia es inferior a 10 milisegundos

10. Indicar las mejoras en las aplicaciones, infraestructuras y tecnologías que se están desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de este nuevo desarrollo.

NA

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

**Tipología:** Universidad Pública

### Motivación:

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM), como institución académica de referencia en tecnología e innovación, tiene una larga trayectoria en proyectos relacionados con la digitalización e ingeniería biomédica. A lo largo de toda su historia, la UPM ha liderado iniciativas para integrar tecnología avanzada en el sector de la salud, contribuyendo al desarrollo de soluciones pioneras que mejoran tanto la eficiencia operativa como la experiencia de pacientes y profesionales.

En el ámbito de la digitalización, la UPM ha participado activamente en proyectos nacionales e internacionales que promueven la transformación digital de los sistemas de salud, destacándose por su enfoque en la interoperabilidad, la ciberseguridad y el uso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el análisis de datos masivos. La UPM ha trabajado en el diseño y desarrollo de herramientas tecnológicas que permiten optimizar la gestión hospitalaria, mejorar la calidad asistencial y facilitar el acceso a servicios de salud para toda la población.

Por otro lado, en el campo de la ingeniería biomédica, la UPM ha impulsado soluciones innovadoras para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de pacientes, integrando disciplinas como la informática biomédica, la robótica asistencial y los dispositivos médicos conectados. La estrecha colaboración con hospitales, empresas tecnológicas y centros de investigación ha permitido a la UPM no solo formar a profesionales altamente cualificados, sino también transferir conocimiento y tecnología al sistema de salud.

En este contexto, la participación de la UPM en la iniciativa AMETIC sobre Redes POL para hospitales inteligentes refuerza su compromiso con la transformación del sector sanitario. La UPM se posiciona como un aliado para integrar estas redes de alta eficiencia y sostenibilidad en la infraestructura hospitalaria, apoyando la creación de entornos conectados y seguros que faciliten una atención médica de vanguardia.

### Contribución a la digitalización

#### Soluciones y servicios digitales

#### 1. Soluciones y servicios digitales que la entidad distribuidora ofrece específicamente para la digitalización de hospitales

La UPM ofrece diversas soluciones y servicios digitales orientados a la digitalización de hospitales, entre otros, a través de su iniciativa UPM HealthTech. Esta plataforma multidisciplinar busca acercar la experiencia académica a los servicios sanitarios, empresas e innovaciones tecnológicas, con el objetivo de mejorar la atención médica y el bienestar.

Entre las principales áreas de actuación de UPM Health Tech se encuentran:

- Inteligencia Artificial (IA): aplicación de técnicas de IA y aprendizaje automático para la detección de patrones, diagnóstico preventivo y apoyo en la toma de decisiones médicas. Esto incluye la fusión de datos clínicos, moleculares y de imagen para desarrollar biomarcadores basados en imágenes mediante Deep Learning.
- Aplicaciones de e-Salud: desarrollo de soluciones digitales para el seguimiento de pacientes, integración de bases de datos biomédicas y apoyo en la gestión de enfermedades crónicas. Esto abarca herramientas de mHealth y sensores IoT para mejorar la monitorización y atención de los pacientes.
- Robótica y Telecirugía: implementación de tecnologías robóticas para procedimientos quirúrgicos y de rehabilitación, incluyendo robótica de bajo coste para rehabilitación y telecirugía, facilitando intervenciones médicas a distancia y mejorando la precisión quirúrgica.
- Colaboración con Hospitales y Centros de Salud: UPM Health Tech mantiene relaciones estrechas con centros de investigación e innovación sanitaria, promoviendo la implementación de desarrollos tecnológicos avanzados en entornos hospitalarios. Proyectos como NEUROCENTRO CM y BigMedilytics son ejemplos de estas colaboraciones, enfocadas en mejorar el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías.

Estas iniciativas reflejan el compromiso de la UPM en proporcionar soluciones digitales que faciliten la transformación y modernización de los hospitales, mejorando la eficiencia operativa y la calidad de la atención sanitaria.

#### 2. Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios.

Las soluciones y servicios digitales de la UPM para la digitalización en hospitales destacan por su innovación, impacto positivo en la eficiencia operativa, y contribución a la mejora de la atención sanitaria. A continuación, se presentan las características principales, beneficios y elementos diferenciadores de estas propuestas:

##### Características Principales:

- **Interdisciplinariedad:** las soluciones combinan conocimientos avanzados en ingeniería biomédica, telecomunicaciones, informática, control y robótica..., adaptándose a las necesidades específicas del entorno hospitalario.

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

- **Tecnología de vanguardia:** aplicación de inteligencia artificial (IA) para análisis predictivo y diagnóstico temprano. Uso de herramientas de Big Data para la integración y análisis de grandes volúmenes de datos clínicos. Implementación de robótica para cirugías asistidas y rehabilitación personalizada.
- **Enfoque centrado en el paciente:** desarrollo de soluciones para personalizar la atención, como sensores IoT y aplicaciones móviles que permiten un monitoreo continuo y remoto.
- **Plataformas interoperables:** las soluciones garantizan la interoperabilidad con otros sistemas de información hospitalaria (HIS, PACS, EMR), promoviendo un ecosistema digital cohesionado.

### Beneficios:

- Eficiencia Operativa:
  - Automatización de procesos administrativos y clínicos.
  - Reducción de tiempos de espera y optimización del flujo de trabajo para personal clínico y pacientes.
- Mejora de la atención al paciente:
  - Acceso en tiempo real a información relevante para decisiones clínicas más rápidas, precisas y personalizadas.
  - Monitorización continua que mejora la prevención y seguimiento de enfermedades crónicas.
- Innovación en tratamientos:
  - Implementación de algoritmos de IA y robótica para intervenciones más seguras y precisas.
  - Uso de análisis genómico y de imagen para personalizar terapias.
- Ahorro de costes:
  - Reducción de redundancias en procesos clínicos y administrativos.
  - Optimización del uso de recursos hospitalarios y energéticos.

### Diferenciadores:

- Sinergia con centros hospitalarios y de investigación: la UPM colabora directamente con hospitales y organismos de investigación para garantizar que las soluciones se adapten a las demandas reales del sector.
- Experiencia en proyectos internacionales: participación en iniciativas como BigMedilytics, que combina IA y Big Data para revolucionar la atención sanitaria a nivel europeo.
- Robustez tecnológica: uso de redes avanzadas como POL para asegurar la conectividad y escalabilidad necesarias para hospitales inteligentes.
- Compromiso con la sostenibilidad: implementación de soluciones energéticamente eficientes, minimizando la huella de carbono y el uso de materiales.
- Enfoque educativo y formativo: desarrollo de programas para capacitar al personal hospitalario en el uso de nuevas tecnologías, garantizando una transición fluida hacia la digitalización.

### 3. Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos

#### 1. Madrid Neurocenter

**Descripción:** proyecto financiado por la Comunidad de Madrid en el que la UPM colabora para el desarrollo de tecnologías avanzadas aplicadas al diagnóstico y tratamiento de enfermedades neurológicas.

**Resultados:** desarrollo de sistemas de monitorización continua para pacientes con patologías neurológicas. Implementación de técnicas de análisis de señales cerebrales en tiempo real.

#### 2. BigMedilytics

**Descripción:** proyecto europeo en el que la UPM colabora para aplicar Big Data y analítica avanzada en la mejora del sistema sanitario.

**Resultados:** reducción de tiempos de espera en diagnósticos a través de análisis predictivos. optimización de la gestión hospitalaria mediante la integración de datos clínicos a gran escala.

#### 3. AllerScreening

**Descripción:** proyecto europeo cuyo objetivo es desarrollar una plataforma innovadora para el diagnóstico temprano de alergias alimentarias utilizando tecnología óptica, trasladando esta tecnología a la rutina clínica mediante un sistema sencillo y eficiente.

**Resultados:** desarrollo de kits de diagnóstico multiplexados y un lector óptico Point-of-Care para la detección simultánea de múltiples alérgenos. Mejora de la sensibilidad y especificidad en la detección de alérgenos como huevo y frutos secos, con tiempos de análisis rápidos y sin necesidad de anticuerpos secundarios etiquetados.

**Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)**

**4. BIOPIELTEC-CM**

**Descripción:** proyecto de investigación que busca desarrollar tecnologías avanzadas para la fabricación y optimización de tejidos humanos, especialmente la piel, utilizando técnicas de bioimpresión 3D e ingeniería tisular. El objetivo es crear equivalentes dérmicos y epidérmicos con funcionalidades biológicas y no biológicas avanzadas para aplicaciones clínicas, farmacéuticas y cosméticas.

**Resultados:** desarrollo de bioimpresoras 3D especializadas en la fabricación de piel y creación de biotintas innovadoras. Fabricación de equivalentes dérmicos y epidérmicos con estructuras más complejas y estables, incluyendo la incorporación de sistemas inmunológicos y estructuras como folículos pilosos. Implementación de sensores específicos para el seguimiento de estos equivalentes en modelos animales y, potencialmente, en pacientes.

**5. IMIDoc: herramienta de Salud Digital para la Implementación de un Modelo Asistencial Mixto (MAM) en Enfermedades Inflammatorias Inmunomediadas**

**Descripción:**

En el marco del Proyecto FIS PI22/00777, se ha desarrollado una herramienta de salud digital para implementar un Modelo Asistencial Mixto (MAM) en el manejo de enfermedades inflamatorias inmunomediadas (IMID). La solución permite capturar datos y medidas reportadas por los pacientes (PROMs), fomentando la autogestión de la salud y facilitando a los médicos un seguimiento continuo de estos pacientes. Este proyecto, liderado por reumatólogos del Hospital Universitario La Paz en Madrid, ha contado con la colaboración de otros hospitales de referencia como el Ramón y Cajal, Vall d'Hebron, Infanta Leonor y Bellvitge.

**Resultados:**

- Desarrollo e implementación de una solución digital para la monitorización continua de pacientes IMID.
- Promoción de la autogestión de la salud por parte de los pacientes mediante herramientas digitales accesibles.
- Mejor seguimiento clínico gracias a la integración de PROMs en la práctica asistencial diaria.
- Colaboración exitosa entre centros hospitalarios para la estandarización de modelos asistenciales en enfermedades complejas.

**6. ToBrainHealth: Personalized Intervention Model Based on XAI Data Analysis and Digital Phenotyping for Increasing Adherence and Promoting Brain Health**

**Descripción:**

Este proyecto aborda el desafío científico y tecnológico de preservar la salud cerebral en una población cada vez más envejecida. Desde un enfoque multidisciplinar que combina ingeniería biomédica y neurociencia, el proyecto desarrolla un modelo de intervención personalizada basado en el análisis de datos mediante inteligencia artificial explicable (XAI) y fenotipado digital. La colaboración entre investigadores de ingeniería biomédica, experiencia de usuario y neurociencia permite diseñar intervenciones multidominio tecnológicas en conjunto con equipos clínicos especializados en salud y resiliencia cerebral.

**Resultados:**

- Creación de un modelo de intervención personalizada para fomentar la salud cerebral y la adherencia a tratamientos preventivos.
- Desarrollo de herramientas basadas en XAI que proporcionan interpretabilidad en el análisis de datos de salud cerebral.
- Mejora de la experiencia de usuario en intervenciones tecnológicas para poblaciones mayores.
- Promoción de la resiliencia cerebral mediante intervenciones personalizadas, basadas en datos y ajustadas a las necesidades individuales.

**7. BACTEREMIA: desarrollo de una Base de Datos Nacional de Bacteriemias y App e-Health Automatizada y Multiplataforma para Mejorar la Prescripción Antimicrobiana**

**Descripción:**

Este proyecto busca crear una herramienta e-health que permita mejorar la prescripción de antimicrobianos en casos de bacteriemia, ajustándose al ecosistema microbiano regional y las necesidades específicas de cada paciente. La base de datos nacional de bacteriemias, constantemente actualizada, alimenta una app multiplataforma diseñada para asistir a médicos y equipos PROA (Programas de Optimización del Uso de Antibióticos) en la selección de tratamientos empíricos basados

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

en información geográfica y clínica.

### Resultados:

- Desarrollo de una base de datos nacional de bacteriemias, capaz de reflejar en tiempo real las tendencias microbianas en diferentes regiones y hospitales.
- Creación de una app e-health que asiste en la prescripción empírica antimicrobiana, optimizando los tratamientos y reduciendo la resistencia bacteriana.
- Mejora de la adecuación de las prescripciones antimicrobianas, contribuyendo a una práctica clínica más segura y personalizada.
- Soporte a los equipos PROA en la creación de políticas antibióticas ajustadas a las necesidades locales.

### Infraestructuras actuales

#### 4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que la entidad ofrece para la digitalización de hospitales

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) dispone de una amplia gama de infraestructuras avanzadas orientadas a facilitar la digitalización de hospitales, incluyendo:

- **Redes de Comunicaciones Avanzadas:** redes POL (Passive Optical LAN) y tecnologías 5G/F5G para conectar servicios hospitalarios con alta capacidad, baja latencia y eficiencia energética.
- **Centros de Datos y Soluciones de Nube:** almacenamiento y procesamiento de datos médicos masivos con sistemas centralizados que permiten la interoperabilidad entre hospitales y dispositivos médicos.
- **Sistemas IoT:** sensores, dispositivos portátiles y plataformas de monitorización en tiempo real que permiten un seguimiento continuo de pacientes.
- **Robótica Hospitalaria:** dispositivos robóticos para quirófanos y rehabilitación personalizada.
- **Plataformas de Analítica y Big Data:** capacidades de análisis predictivo y soporte para la toma de decisiones clínicas y administrativas.
- **Ciberseguridad y Resiliencia Tecnológica:** infraestructuras que garantizan la protección de datos sensibles y la continuidad operativa en entornos críticos.
- **Laboratorios y Centros de Innovación:** espacios como UPM HealthTech, que conectan investigación, innovación y aplicaciones prácticas en hospitales inteligentes.

#### 5. Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.

- **Redes de Comunicaciones:**
  - Alta capacidad (transmisión de múltiples terabytes de datos).
  - Baja latencia para soportar aplicaciones críticas como cirugías asistidas y análisis en tiempo real.
  - Escalabilidad para atender hospitales grandes y pequeños.
- **Centros de Datos:**
  - Soporte para Big Data, incluyendo procesamiento de datos genómicos y de imágenes médicas.
  - Integración con servicios de nube híbrida para garantizar disponibilidad y acceso seguro desde cualquier ubicación.
- **IoT y Wearables:**
  - Sensores biométricos avanzados y dispositivos portátiles para recopilar datos en tiempo real.
  - Capacidad para integrarse con plataformas hospitalarias (HIS, EMR).
- **Robótica Hospitalaria:**
  - Precisión en la asistencia quirúrgica y rehabilitación.
  - Personalización basada en datos del paciente.
- **Analítica Predictiva:**
  - Algoritmos de machine learning e inteligencia artificial.
  - Detección temprana de complicaciones y soporte a decisiones médicas.
- **Ciberseguridad:**
  - Protección contra ciberataques mediante técnicas avanzadas de encriptación y monitorización constante.
  - Resiliencia frente a desastres con sistemas de recuperación de datos.

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

### 6. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras

- **Normativas de Ciberseguridad:**
  - Cumplimiento de la **ISO/IEC 27001** (Gestión de la Seguridad de la Información).
  - Protección de datos conforme al **Reglamento General de Protección de Datos (GDPR)** de la UE.
- **Estándares de Salud Digital:**
  - Implementación de estándares internacionales como **HL7** y **FHIR** para la interoperabilidad de sistemas.
  - Aplicación de normas específicas para imágenes médicas (DICOM) y sistemas de información hospitalaria.
- **Eficiencia Energética y Sostenibilidad:**
  - Diseño conforme a los principios de eficiencia energética definidos por la UE.
  - Cumplimiento con normativas medioambientales para infraestructuras tecnológicas.
- **Calidad en Ingeniería Biomédica:**
  - Estándares de dispositivos médicos regulados por el **Reglamento (UE) 2017/745**.
  - Certificación en procesos de desarrollo y diseño biomédico avalada por normas ISO específicas (ISO 13485).

### Aplicaciones actuales

### 7. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados en la actualidad para la digitalización de hospitales

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM), a través de sus iniciativas en salud digital y colaboración con hospitales, utiliza y desarrolla diversas aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos para la transformación digital de hospitales. Estas incluyen:

- **HIS (Hospital Information System):** sistemas de gestión hospitalaria integrados.
- **EMR (Electronic Medical Records):** historias clínicas digitales centralizadas.
- **PACS (Picture Archiving and Communication System):** almacenamiento y recuperación de imágenes médicas.
- **LIS (Laboratory Information System):** gestión de datos en laboratorios clínicos.
- **Sensores IoT y dispositivos wearables:** monitorización remota de pacientes.
- **Plataformas de IA y Big Data:** algoritmos avanzados para análisis de datos clínicos.
- **Plataformas de Telemedicina y Salud Digital:** plataformas para consultas remotas y seguimiento de pacientes.
- **Redes POL:** infraestructura de comunicaciones para hospitales inteligentes.

### 8. Breve descripción de la función y beneficios de cada aplicación

#### 1. HIS (Hospital Information System)

**Función:** integra todos los procesos administrativos, clínicos y financieros de un hospital.  
**Beneficios:** mejora la gestión operativa, optimiza recursos y reduce errores administrativos.

#### 2. EMR (Electronic Medical Records)

**Función:** almacena y gestiona registros médicos electrónicos de los pacientes.  
**Beneficios:** acceso rápido y seguro a la información clínica, favoreciendo la continuidad asistencial.

#### 3. PACS (Picture Archiving and Communication System)

**Función:** gestiona imágenes médicas como radiografías, tomografías y resonancias magnéticas.  
**Beneficios:** digitaliza y centraliza el almacenamiento de imágenes, reduciendo la necesidad de medios físicos.

#### 4. LIS (Laboratory Information System)

**Función:** automatiza la gestión de muestras y resultados de laboratorio.  
**Beneficios:** reduce tiempos de procesamiento y asegura la trazabilidad de muestras y datos.

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

### 5. Sensores IoT y dispositivos wearables

**Función:** monitorizan en tiempo real signos vitales y parámetros médicos de los pacientes.

**Beneficios:** permiten un seguimiento continuo y remoto, facilitando la atención preventiva y personalizada.

### 6. Plataformas de IA y Big Data

**Función:** analizan grandes volúmenes de datos clínicos para extraer patrones y realizar predicciones.

**Beneficios:** soporte en diagnósticos, identificación de riesgos y optimización de tratamientos.

### 7. Plataformas de Telemedicina y Salud Digital

**Función:** proveen consultas médicas remotas mediante videollamadas y acceso a historiales médicos.

**Beneficios:** incrementan la accesibilidad a servicios médicos, especialmente en áreas remotas.

### 8. Redes POL (Passive Optical LAN)

**Función:** infraestructura de fibra óptica para interconectar sistemas y dispositivos hospitalarios.

**Beneficios:** alta velocidad de transmisión, baja latencia y soporte para múltiples servicios en tiempo real.

### Beneficios de la digitalización

9. Resaltar los beneficios esperados de la digitalización de hospitales, como la mejora de la calidad de los servicios, la optimización de los procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.

- **Diagnósticos más precisos:**

- **AllerScreening:** desarrollo de un sistema de diagnóstico temprano para alergias alimentarias mediante tecnología óptica capaz de detectar múltiples alérgenos simultáneamente. Esto mejora la sensibilidad y especificidad en la detección de alérgenos como huevo y frutos secos, integrando esta solución en la rutina clínica hospitalaria.
- **BigMedilytics:** uso de inteligencia artificial (IA) y análisis de datos para identificar patrones médicos y anticipar complicaciones clínicas.
- **BACTEREMIA:** creación de una base de datos nacional para optimizar la selección de tratamientos antimicrobianos, adaptándolos a las características del ecosistema microbiano regional y mejorando la respuesta clínica en infecciones graves.

- **Atención personalizada:**

- **BIOPIELTEC-CM:** aplicación de tecnologías avanzadas de bioimpresión 3D para fabricar tejidos humanos personalizados, como piel, con aplicaciones directas en cirugía reconstructiva, ensayos farmacéuticos y tratamiento de quemaduras.
- **ToBrainHealth:** intervenciones personalizadas basadas en análisis de datos mediante IA explicable (XAI) y fenotipado digital, dirigidas a preservar la salud cerebral en poblaciones envejecidas.

- **Mayor disponibilidad de información:** los sistemas interoperables desarrollados por la UPM garantizan un acceso rápido y seguro a datos clínicos esenciales, facilitando la toma de decisiones críticas.

### 2. Optimización de los procesos hospitalarios

- **Automatización de tareas:** infraestructuras tecnológicas como redes POL y plataformas de análisis predictivo, diseñadas por la UPM, automatizan procesos administrativos y clínicos, como la programación de pruebas diagnósticas y el seguimiento de tratamientos.

- **Reducción de tiempos de espera:**

- **AllerScreening:** la integración de un lector Point-of-Care permite diagnósticos rápidos, reduciendo significativamente los tiempos de análisis y mejorando la experiencia del paciente.

- **Gestión eficiente de recursos:**

- **BigMedilytics:** optimiza la asignación de recursos clínicos mediante análisis predictivo.
- **BIOPIELTEC-CM:** la fabricación de tejidos personalizados en hospitales reduce la dependencia de laboratorios externos y mejora la disponibilidad de materiales para tratamientos avanzados.

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

### 3. Incremento en la seguridad y confidencialidad de los datos

- **Ciberseguridad avanzada:** las plataformas desarrolladas por la UPM incluyen técnicas avanzadas de encriptación y monitoreo para prevenir ciberataques.
- **Trazabilidad de accesos:** proyectos como **BIOPIELTEC-CM** aseguran un seguimiento detallado mediante sensores que monitorean procesos y tratamientos en tiempo real.

### 4. Mayor accesibilidad a los servicios de salud

- **Telemedicina y consultas remotas:**
  - **IMIDoc:** herramienta digital para la monitorización remota de pacientes con enfermedades inflamatorias inmunomediadas, promoviendo la autogestión de la salud y garantizando un seguimiento clínico continuo.
  - Soluciones IoT y redes POL diseñadas por la UPM aseguran conectividad en áreas rurales y zonas con acceso limitado a servicios médicos.

### 5. Reducción de costes

- **Ahorro en infraestructura física:**
  - **AllerScreening:** reducción de la dependencia de laboratorios externos al integrar diagnósticos en un único sistema Point-of-Care.
  - **BIOPIELTEC-CM:** la fabricación de tejidos personalizados en hospitales minimiza los costes asociados a la importación o manufactura externa de equivalentes dérmicos.
  - **IMIDoc:** disminución de visitas presenciales innecesarias mediante la implementación de un modelo asistencial mixto.

### 6. Fomento de la innovación, la sostenibilidad y la formación

- **Impulso a la investigación médica:**
  - **BIOPIELTEC-CM:** innovación en bioimpresión 3D para crear tejidos personalizados con aplicaciones clínicas, farmacéuticas y cosméticas.
  - **ToBrainHealth:** promueve la resiliencia cerebral mediante análisis de datos y estrategias personalizadas.
  - **BACTEREMIA:** mejora la capacidad investigadora en infecciones graves al integrar datos geográficos y clínicos actualizados.
- **Sostenibilidad ambiental:**
  - **AllerScreening:** uso de kits reutilizables y tecnología simplificada para reducir residuos en procesos diagnósticos.
  - Redes POL diseñadas para hospitales, que optimizan el consumo energético y reducen la huella de carbono.
- **Educación y formación de clínicos:**
  - Los proyectos de la UPM incluyen componentes de formación para capacitar a los profesionales de la salud en el uso de herramientas digitales y modelos innovadores, mejorando su habilidad para aprovechar las tecnologías avanzadas en la práctica clínica.
  - Iniciativas como **IMIDoc** y **BACTEREMIA** promueven la adopción de nuevas tecnologías a través de talleres y guías prácticas dirigidas a equipos clínicos y hospitalarios.

### Mejoras en aplicaciones, infraestructuras, etc., en desarrollo

10. Indicar en que mejoras tanto de aplicaciones, infraestructuras, tecnologías está desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de ese nuevo desarrollo.

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) continúa liderando desarrollos innovadores en salud digital y tecnología biomédica, con proyectos que buscan transformar el sector hospitalario. A continuación, se destacan las mejoras

## Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

en curso, junto con los beneficios esperados:

### 1. Desarrollo de redes ópticas avanzadas

- **Proyecto:** ampliación de las capacidades de las **Redes POL (Passive Optical LAN)** para hospitales inteligentes.
- **Beneficio esperado:**
  - Mayor capacidad de transmisión para soportar el incremento del tráfico de datos médicos (Big Data, IoT).
  - Reducción de la latencia, clave para servicios como telemedicina y cirugía asistida por robot.
  - Aumento de la sostenibilidad mediante menor consumo energético y materiales más duraderos.

### 2. Nuevas plataformas de inteligencia artificial (IA)

- **Proyecto:** implementación de herramientas avanzadas de **Machine Learning** y **Deep Learning** para análisis de datos clínicos complejos.
- **Beneficio esperado:**
  - Detección temprana y más precisa de patologías mediante la integración de datos genómicos, imágenes médicas y registros clínicos.
  - Optimización de tratamientos personalizados basados en predicciones precisas y análisis en tiempo real.

### 3. Innovación en bioimpresión 3D e ingeniería de tejidos

- **Proyecto:** expansión de las capacidades del proyecto **BIOPIELTEC-CM**, integrando nuevos tipos de tejidos y funcionalidades.
- **Beneficio esperado:**
  - Producción de tejidos personalizados más complejos, incluyendo equivalentes vasculares y piel con estructuras capilares funcionales.
  - Aplicaciones en cirugía reconstructiva, ensayos farmacéuticos y tratamientos avanzados para enfermedades crónicas.

### 4. Sensores IoT y sistemas de monitorización remota

- **Proyecto:** diseño de dispositivos portátiles de próxima generación y sensores implantables para el seguimiento de parámetros vitales en tiempo real.
- **Beneficio esperado:**
  - Mejora en la atención domiciliar de pacientes crónicos mediante alertas automáticas en caso de desviaciones críticas.
  - Aumento de la precisión en la monitorización de pacientes hospitalizados, reduciendo errores humanos.

### 5. Plataformas integradas para diagnósticos rápidos y precisos

- **Proyecto:** optimización del sistema **AllerScreening** para incluir más alérgenos y otros biomarcadores clave.
- **Beneficio esperado:**
  - Diagnósticos más rápidos y accesibles en entornos clínicos, reduciendo la carga de los laboratorios hospitalarios.
  - Expansión de su uso a áreas rurales mediante sistemas portátiles de bajo coste.

### 6. Tecnologías de ciberseguridad en salud digital

- **Proyecto:** desarrollo de protocolos avanzados de seguridad basados en IA y blockchain para proteger los datos médicos.

### Entidad: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

- **Beneficio esperado:**
  - Mayor protección frente a ciberataques, garantizando la integridad y confidencialidad de los registros electrónicos.
  - Auditorías automatizadas para asegurar el cumplimiento normativo y evitar accesos no autorizados.
- **7. Nuevas herramientas para análisis de imágenes médicas**
- **Proyecto:** creación de software especializado en el análisis automático de imágenes médicas mediante IA.
- **Beneficio esperado:**
  - Aumento de la velocidad y precisión en la interpretación de radiografías, tomografías y resonancias.
  - Soporte en la toma de decisiones clínicas con herramientas visuales avanzadas.
- **8. Ecosistemas de interoperabilidad**
- **Proyecto:** mejora en plataformas para integrar diversos sistemas hospitalarios (HIS, EMR, PACS).
- **Beneficio esperado:**
  - Eliminación de silos de datos, favoreciendo la continuidad asistencial entre distintos niveles y ubicaciones.
  - Mayor eficiencia en la gestión hospitalaria gracias a la centralización de la información.

## Entidad : Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones Vicomtech (VIC)

**Tipología:** Centro tecnológico privado sin ánimo de lucro especializado en Inteligencia Artificial, Visual Computing e Interacción.

**Motivación:** desde su fundación, Vicomtech ha trabajado en dos aspectos importantes de este proyecto: las redes de comunicaciones y la aplicación de las TIC al sector de la salud.

Por un lado, gracias a las redes de telecomunicaciones, incluyendo los últimos avances que ofrecen las tecnologías 5G, tales como la virtualización de las redes y elementos como el MEC (Multi-access Edge Computing), Vicomtech investiga actualmente en soluciones end-to-end para la distribución de contenido multimedia en cualquier entorno, mediante una gestión dinámica de la red, tecnologías de streaming adaptativas de baja latencia y añadiendo un control inteligente a la sesión para maximizar la experiencia del usuario y reducir costes a los proveedores de contenido. La principal motivación para la participación de este departamento está relacionada con la optimización de las comunicaciones y soporte de soluciones de digital media mediante la configuración y gestión por software de redes de comunicaciones virtuales.

Por otro lado, el departamento de Salud Digital y Tecnologías Biomédicas trabaja en la investigación y el desarrollo de tecnologías para el ámbito biosanitario. Las soluciones desarrolladas se aplican en áreas como vida y envejecimiento saludable, soluciones de salud digital, dispositivos médicos / in vitro con componentes digitales, o la aceleración de la investigación biomédica y en medicina personalizada. La principal motivación se centra en el desarrollo de soluciones biotecnológicas de futuro para el hospital y la asistencia sanitaria, aprovechando el potencial que aportan las redes de comunicaciones de fibra óptica POL. Dichas soluciones incluyen la telemedicina, soporte a la decisión y otros procesos asistenciales, de gestión o de investigación.

### Contribución a la digitalización

#### Soluciones y servicios digitales

##### 1. Soluciones y servicios digitales que la entidad distribuidora ofrece específicamente para la digitalización de hospitales

El departamento de Salud Digital y Tecnologías Biomédicas trabaja en la investigación y el desarrollo de tecnologías para el ámbito biosanitario, que incluyen inteligencia artificial para predicción o clasificación en diversas enfermedades o procesos, análisis de imagen biomédica, digital diagnostics, sistemas de apoyo a la toma de decisiones, Big Data para medicina preventiva y de precisión, simulación y tecnologías de interacción persona-dispositivo. Dichos desarrollos se realizan en estrecha colaboración con los sistemas y servicios sanitarios y socio-sanitarios públicos y privados, las empresas farmacéuticas y biotecnológicas, las empresas tecnológicas del sector, y el sector biomédico y de investigación.

##### 2. Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios.

- Salud Digital: sistemas de soporte a la decisión clínica; modelos predictivos basados en datos de mundo real; soluciones de monitorización remota basadas en IA; modelización del conocimiento/evidencia.
- Vida y Envejecimiento Saludable: IA para la autogestión y coaching de salud; Big Data e IA para la prevención personalizada; soluciones socio-sanitarias.
- Medicina de precisión y nuevas terapias: biomarcadores moleculares; IA para la medicina de precisión y ensayos clínicos; analítica de datos para farma/biotech.
- Análisis de imagen y Deep Learning: biobancos digitales; biomarcadores de imagen, fenotipado profundo; síntesis y restauración de imágenes; patología y radiología cognitiva.
- Dispositivos biomédicos: bioimpresión 3D; simulación biomédica; cirugía y robótica guiada por imagen, RV/AR en quirófano.
- Big Data: plataformas de captura de RWD; espacios de datos en salud; preparación y armonización de datos; generación sintética de datos.

##### 3. Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos

- Entender los factores de riesgo y desarrollar modelos de IA para el cribado y diagnóstico temprano de cáncer de pulmón con múltiples tipos de datos - LUCIA (Horizon Europe).
- Desarrollo de un apósito inteligente, multifuncional, rentable e impreso 3D para control de inflamación e infección en heridas crónicas - ForceRepair (Horizon Europe).
- Federación de fuentes de Real-World Data (RWD) para la mejora del diagnóstico y evaluación del riesgo de enfermedad cardiovascular - CVDLink (Horizon Europe).
- Generación sintética de datos hematológicos fiables y de alta calidad en frameworks federados para la modelización de pacientes virtuales - SYNHEMA (Horizon Europe).
- Herramientas digitales basadas en IA para el procesamiento de imagen aplicables a distintos procesos y patologías - Pathflow (proyecto N°1 en AEI de su convocatoria).
- Técnicas de soporte para bioimpresión 4D intraoperatoria de injertos de precisión personalizados - Bio4cure (proyecto de investigación básica regional).

## Entidad : Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones Vicomtech (VIC)

- Sistema de seguimiento cercano del estado integral de las personas mayores para detección e intervención temprana- ORKESTA (proyecto de investigación industrial).
- Desarrollo y validación del prototipo de European Cancer Survivor Smart Card- CSSC (HADEA Tender, EC).
- Sistema de ayuda a la detección de diversas patologías con análisis de imagen e IA- CADIA (CPI, Servizo Galego de Saúde).

### Infraestructuras actuales

#### 4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que la entidad ofrece para la digitalización de hospitales

Las tecnologías móviles avanzadas constituyen una línea de investigación de Vicomtech, con especial foco en tecnologías 5G & beyond y su aplicación en verticales como salud. En particular, Vicomtech es experto en los siguientes temas: redes definidas por software (SDN, NFV, radio y network slicing, orquestación de red); tecnologías de virtualización tanto en el borde como en la nube; sistemas de monitorización multi-capa; APIs de configuración y operación de recursos de redes de comunicaciones virtualizadas; tecnologías de visualización inmersiva de datos.

Vicomtech, cuenta con un laboratorio avanzado empleado para la realización de proyectos de I+D y replicar ecosistemas reales para la validación de las soluciones. Este laboratorio se emplea también para otras tareas como la medición y verificación de prototipos, equipos comerciales, pruebas de interoperabilidad, etc. Esta red privada incluye todos los segmentos de la red para realizar experimentos extremo a extremo para sistemas estáticos y móviles.

#### 5. Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.

La red de experimentación 5G de San Sebastián proporciona un área de prueba para realizar experimentos en interiores y exteriores sobre tecnologías e infraestructuras 5G (alrededor de las instalaciones de Vicomtech) para apoyar diferentes verticales y sus casos de uso.

#### 6. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras

Vicomtech está certificada en la UNE166002 y la ISO 9001 a los sistemas de gestión de I+D+i, la ISO 27001 para la gestión y seguridad de la información, y la ISO 22301 para la gestión de la continuidad de negocio.

### Aplicaciones actuales

#### 7. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados en la actualidad para la digitalización de hospitales

Vicomtech comenzó en el año 2007 una estrategia de desarrollo incremental de activos de software basada principalmente en el desarrollo de SDKs internos para identificar y proteger el background del centro en la firma de contratos; facilitar el desarrollo incremental y agilizar la implementación de los roadmaps tecnológicos de las áreas gracias a la reutilización de código; reducir el tiempo de formación de las nuevas incorporaciones de personal; y homogeneizar las pautas de programación (documentación, validación) a nivel interno. Estos activos son la expresión en software del know-how general de una tecnología del centro, siendo incrementales e independientes de los proyectos específicos que los usan. Todos ellos incluyen un control de versiones, un resumen de funcionalidades por versión y material informativo, y un entorno de desarrollo integral que facilite su uso y encapsulamiento en proyectos específicos.

#### 8. Breve descripción de la función y beneficios de cada aplicación

En el caso del departamento de Salud Digital y Tecnologías Biomédicas, dispone de los siguientes activos de software relacionados con este proyecto:

BioPrint: herramientas de software de uso sencillo que optimicen los resultados de la impresión 3D para materiales con baja retracción utilizados en el mundo biosanitario.

Adilib: librería de software para el desarrollo de asistentes conversacionales y chatbots de gran versatilidad.

MIST: herramientas de software para el prototipado rápido y desarrollo de análisis de imágenes médicas y aplicaciones de visualización.

## Entidad : Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones Vicomtech (VIC)

### Beneficios de la digitalización

9. Resaltar los beneficios esperados de la digitalización de hospitales, como la mejora de la calidad de los servicios, la optimización de los procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.

Vicomtech está muy interesada en participar en la validación de algunos de los casos de uso propuestos dentro de esta iniciativa. Concretamente, se ha propuesto el caso de uso para telerradiología del hospital, que permite la transmisión electrónica de imágenes radiológicas - tomografías, radiografías, resonancias magnéticas, etc. de una localización a otra con el propósito principal de interpretar o consultar un diagnóstico. Cuando la carga de pacientes de radiología excede la capacidad de un centro médico para leer imágenes en un período de tiempo adecuado, los hospitales pueden contactar con radiólogos en otros lugares para solicitar apoyo. También pueden aprovechar la telerradiología para contactar con radiólogos de zonas horarias distantes con el fin de cubrir las necesidades de radiología fuera del horario laboral, como las horas nocturnas en los servicios de urgencias y emergencias. Esto es especialmente útil para hospitales y clínicas que se encuentren en áreas rurales.

Se prevé que el tamaño de los envíos siga creciendo en los próximos años, lo que requerirá una mayor capacidad de almacenamiento y un mayor ancho de banda. Dado que el diagnóstico rápido y preciso de los pacientes es un elemento fundamental para mejorar los servicios sanitarios y teniendo en cuenta el volumen de uso actual de la telerradiología, el efecto esperado de la introducción de la fibra para necesidades de la telerradiología tendrá el efecto más significativo en la mejora de las capacidades de los hospitales digitales.

### Mejoras en aplicaciones, infraestructuras, etc., en desarrollo

10. Indicar en que mejoras tanto de aplicaciones, infraestructuras, tecnologías está desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de ese nuevo desarrollo.

Tal y como se ha indicado, la principal motivación para el departamento de Salud Digital y Tecnologías Biomédicas es el desarrollo de soluciones biotecnológicas de futuro para el hospital y la asistencia sanitaria, aprovechando el potencial que aportan las redes de comunicaciones de fibra óptica POL. Se espera que estas nuevas redes de comunicaciones permitan abordar los retos de investigación actuales.

- Salud Digital: sistemas de soporte a la decisión clínica; modelos predictivos basados en datos de mundo real; soluciones de monitorización remota basadas en IA; modelización del conocimiento/evidencia.
- Medicina de precisión y nuevas terapias: biomarcadores moleculares; IA para la medicina de precisión y ensayos clínicos; analítica de datos para farma/biotech
- Análisis de imagen y Deep Learning: Biobancos digitales; biomarcadores de imagen, fenotipado profundo; síntesis y restauración de imágenes; patología y radiología cognitiva.
- Dispositivos biomédicos: bioimpresión 3D; simulación biomédica; cirugía y robótica guiada por imagen, RV/AR en quirófano.
- Big Data: plataformas de captura de RWD; espacios de datos en salud; preparación y armonización de datos; generación sintética de datos.

## Entidad : Kadans Science Partner

**Tipología:** infraestructuras para la I +D empresarial y la colaboración publico privada

**Motivación:** creamos y gestionamos centros para empresas en entornos intensivos en conocimiento como los campus de salud, fomentamos la colaboración y transferencia entre empresas hospitalas y academia, y necesitamos una red de conexión que soporte a futuro el incremento en el tráfico de datos, no solo dentro del hospital sino en su relación con otros edificios e instituciones como pueden ser las empresas de su entorno o las instituciones educativas.

### Contribución a la digitalización

#### Soluciones y servicios digitales

1. Soluciones y servicios digitales que la entidad distribuidora ofrece específicamente para la digitalización de hospitales

Nosotros queremos ofrecer espacios singulares para desarrollo de actividades empresariales vinculadas al hospital, y por tanto dotados de unos sistemas de conectividad, equivalentes a los que se habilitarán en los hospitales de manera que este aspecto de la infraestructura no suponga una barrera en la colaboración. Nosotros queremos ofrecer espacios singulares para desarrollo de actividades empresariales vinculadas al hospital, y por tanto dotados de unos sistemas de conectividad, equivalentes a los que se habilitarán en los hospitales de manera que este aspecto de la infraestructura no suponga una barrera en la colaboración.

2. Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios.

Aspiramos a que el hospital conectado opere en un campus con otros agentes de investigación, industriales, institucionales, académicos, etc., a su vez conectados con el mismo nivel de eficiencia y capacidad.

3. Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos

Todavía ninguno. Confiamos en que el Campus Oria, en el entorno del Hospital Ramon y Cajal y la facultad de Medicina de la UAM será la primera experiencia de este tipo.

#### Infraestructuras actuales

4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que la entidad ofrece para la digitalización de hospitales

Podemos ofrecer un centro para empresas tecnológicas y startups, que trabajen con los grupos y servicios del hospital, conectado al mismo nivel de capacidad y eficiencia que el hospital.

5. Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.

Infraestructura para albergar laboratorios, plantas piloto, salas blancas, y cualquier tipo de instalación de investigación o innovación que vaya a estar relacionada a su vez con procesos de investigación o asistenciales del hospital.

6. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras

Certificado Breeam medioambiental.

#### Aplicaciones actuales

7. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados en la actualidad para la digitalización de hospitales

Pendientes de determinar.

8. Breve descripción de la función y beneficios de cada aplicación

Pendientes de determinar.

#### Beneficios de la digitalización

9. Resaltar los beneficios esperados de la digitalización de hospitales, como la mejora de la calidad de los servicios, la optimización de los procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.

La mejora en los procesos de transferencia tecnológica, relación con la industria de la salud, realización de investigaciones científicas, clínicas y epidemiológicas. El hospital estará conectado también con el tejido industrial externo a él con el que colabora, por lo que se mejorarán y acelerarán los procesos por los cuales la innovación empresarial del sector salud llegará a los pacientes y profesionales de la salud para mejor desempeño de sus funciones y mayor calidad asistencial (diagnóstico, pronóstico, terapia etc.)

**Entidad : Kadans Science Partner**

Mejoras en aplicaciones, infraestructuras, etc., en desarrollo.

10. Indicar en que mejoras tanto de aplicaciones, infraestructuras, tecnologías está desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de ese nuevo desarrollo.  
Estamos en fase de construcción de la infraestructura que acogerá los laboratorios, y de definición de la red interna de datos que deberá ser análoga a la del hospital, y conectada a él.

## Entidad : Meditecs

**Tipología:** PYME

**Motivación:** impulsar la digitalización y la eficiencia de los hospitales de próxima generación ofreciendo las mejores soluciones de interoperabilidad de datos e integración de sistemas de su clase.

### Contribución a la digitalización Soluciones y servicios digitales

#### 1. Soluciones y servicios digitales que la entidad distribuidora ofrece específicamente para la digitalización de hospitales

Meditecs trabaja en la Salud Digital desde la vertiente de la aplicación de las Tecnologías de la Información para proveer soluciones de interoperabilidad e integración de sistemas.

Las soluciones de Meditecs integran: dispositivos médicos (diagnóstico por imagen, laboratorio, monitorización de pacientes, etc.), equipos de electromedicina, HCE y sistemas de gestión de consultas, RIS y PACS, plataformas médicas en la nube, y cualquier otro sistema sanitario o fuente de datos.

Competencias en tecnologías digitales:

- Ciberseguridad (en ámbito de la salud).
- Espacios de datos de salud.
- Interoperabilidad.
- Integración de datos.

#### 2. Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios.

Implementando soluciones sobre su propia tecnología, MT Smart Connect, Meditecs permite abordar cualquier proyecto de interoperabilidad independientemente de las tecnologías o estándares: HL7 V2.X, ASTM E1381, DICOM, HL7 FHIR, Perfiles IHE...

#### 3. Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos

**Caso 1:** mejora de los servicios de teleradiología con soluciones de integración avanzadas. Utilizando los estándares DICOM y HL7, y comunicaciones mediante servicios web, se integró eficazmente el sistema de gestión del cliente (Agfa AHEI: PACS y RIS) con múltiples sistemas de información hospitalaria, como Sectra MEI y PACS (Suecia), GE Collaboration Tools (Suecia), Soliton RIS (Reino Unido), Wellbeing CRIS (Reino Unido) Philips PACS, GE PACS, Siemens PACS.

**Caso 2:** mejora de la atención a la diabetes mediante integración de datos de glucosa en sangre basados en la nube. La solución aprovecha tecnologías estándar del sector, como OAuth y las API RESTful, para garantizar una comunicación segura entre la plataforma en la nube y los sistemas de HCE de los hospitales y regiones. La solución se adhiere a los estándares HL7 y FHIR, garantizando una transferencia de datos fiable e interoperable. El éxito de este proyecto inicial ha dado lugar a implantaciones continuas en hospitales de España, Bélgica, Holanda, Italia y el Reino Unido.

**Caso 3:** implantación de una Infraestructura de integraciones hospitalarias que incluye:

- Integración con proveedores: desarrollo de API HL7 FHIR para la externalización de consultas externas, pruebas radiológicas y otras pruebas, a través de proveedores externos, incluyendo servicios tales como la consulta de solicitudes asignadas, actualización de citas y envío de informes.
- Integraciones con clientes: desarrollo de los circuitos de integración necesarios para el envío de información asistencial relacionada con pacientes de las mutuas con las que colabora el hospital, a través de varios mecanismos de integración, destacando el estándar HL7 FHIR, incluyendo servicios como admisiones, seguimientos o envíos de informes.

### Infraestructuras actuales

#### 4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que la entidad ofrece para la digitalización de hospitales

MT Smart Connect- un motor de integración.

En el núcleo de MT Smart Connect se encuentra Mirth Connect, un motor de integración fiable y de confianza by NextGen Healthcare, mejorado por más de una década de experiencia en integración de sistemas sanitarios y una probada metodología de integración.

Aprovechando la sólida base de Mirth Connect y mejorado con funciones avanzadas, MT Smart Connect ofrece un enfoque inteligente para integrar sistemas sanitarios.

Con más de 10 años de experiencia, MT Smart Connect simplifica el intercambio de datos sanitarios. Nuestra solución reduce costes y acelera la implantación. Funciona con cualquier sistema, estándar o tecnología, gracias a su diseño flexible.

## Entidad : Meditecs

5. Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.  
 Características:  
 Gestión de Mensajería Avanzada: fiseñado para mensajería de gran volumen desde diversos sistemas, ofreciendo configuraciones específicas para cada uno de ellos.  
 Validación Semántica y Sintáctica: verifica los mensajes entrantes evaluando tanto su formato estructural como su contenido, garantizando así la coherencia y el cumplimiento de los estándares fijados.  
 Control de Mensajes Repetidos: detecta y gestiona mensajes duplicados o repetidos, incluso si los identificadores difieren, de modo que tu integración no se vea afectada.  
 Gestión de Mensajes Retrasados: Los mensajes retrasados pueden ser problemáticos. MT Smart Connect detecta y gestiona inteligentemente los mensajes rezagados.  
 Secuenciación de Mensajes: la recepción de mensajes desorganizada puede distorsionar el procesamiento de datos. Mantenga todo en orden con ventanas temporizadas de procesamiento.  
 Gestión de Acuses de Recibo: no es necesario gestionar mensajes de confirmación. Configura fácilmente los acuses de recibo ajustados para cada sistema integrado.  
 Políticas de Reintento: define estrategias de reintento en caso de fallos puntuales del sistema o de la red para garantizar la fluidez de las operaciones.
  
6. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras
  - ISO 9001
  - ISO 14001
  - ISO 27001
  - ENS (2024)

### Aplicaciones actuales

7. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados en la actualidad para la digitalización de hospitales  
 La interoperabilidad en salud se refiere a la capacidad de diferentes sistemas y dispositivos tecnológicos para intercambiar, interpretar y utilizar datos de manera coordinada y eficiente.  
 La interoperabilidad sanitaria permite el desarrollo y uso de una amplia gama de sistemas, aplicaciones y herramientas de salud digital, como:
  1. Sistemas de gestión de Registros Médicos Electrónicos (EHR).
  2. HIS, LIS, RIS y PACS.
  3. Plataformas de telemedicina, Plataformas médicas en la nube
  4. Equipos de electromedicina.
  5. Dispositivos médicos (diagnóstico por imagen, laboratorio, monitorización de pacientes, etc.)
  6. Teleradiología, incluyendo soluciones de IA.
  7. Patología digital, incluyendo soluciones de IA.
  
8. Breve descripción de la función y beneficios de cada aplicación  
 La Interoperabilidad de datos de salud en cualquier aplicación de salud digital está desempeñando un papel crucial. Es fundamental garantizar una atención sanitaria continua de alta calidad permitiendo que los datos de los pacientes sean accesibles y comprensibles en múltiples sistemas y plataformas.  
 La interoperabilidad de los sistemas de información sanitaria es esencial para lograr una salud digital de calidad, aumentando la eficiencia, eficacia y accesibilidad de los servicios sanitarios.

### Beneficios de la digitalización

9. Resaltar los beneficios esperados de la digitalización de hospitales, como la mejora de la calidad de los servicios, la optimización de los procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.  
 Retos de los Hospitales que solucionamos a través de la tecnología Meditecs:
  1. Integraciones de sistemas y aplicaciones de salud digital y dispositivos médicos.
  2. Procesamiento y almacenamiento de grandes volúmenes de datos e imágenes.
  3. Integraciones críticas: garantizar un intercambio de datos e imágenes fiable para casos urgentes.
  4. Cumplimiento de los estándares de seguridad, especialmente para escenarios Cloud con fuente de datos externos a las redes hospitalarias.
  5. Heterogeneidad de sistemas, protocolos y lenguajes: adaptarse a diversos protocolos, como DICOM, HL7 y FHIR, adaptados a distintas necesidades organizativas.
  6. Monitorización avanzada para proveer un servicio de soporte preventivo capaz de detectar incidencias en fases iniciales y poder actuar antes de su escalada y la paralización de los sistemas hospitalarios.
  7. Complejidad de los flujos de trabajo.
  8. Optimización de la relación coste-eficacia.

Entidad : Meditecs

**Mejoras en aplicaciones, infraestructuras, etc., en desarrollo**

10. Indicar en que mejoras tanto de aplicaciones, infraestructuras, tecnologías está desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de ese nuevo desarrollo.  
Nuevo broker de mensajería para todos los sistemas implicados en Patología Digital: escáneres, visores IMS, herramientas de análisis de imágenes con IA, EHR, HIS, LIS, PACS, VNA, etc.

## Entidad: Asociación Española de Normalización (UNE)

**Tipología:** Asociación privada sin ánimo de lucro. Organismo nacional de normalización.

**Motivación:** las normas aseguran la competencia leal y suponen un estímulo para mejorar la calidad. Las empresas se benefician de su participación en la elaboración de normas al poder dar su opinión durante la discusión de los proyectos y lograr que se considerasen las características de sus productos o servicios. Las normas ayudan a que las organizaciones sean más competitivas recogiendo las mejores prácticas del mercado. Asimismo, las normas son una herramienta contrastada de apoyo a las Administraciones Públicas en materia de simplificación reglamentaria, especialmente en relación a la seguridad de los ciudadanos y la protección del medio ambiente. El traslado de parte de los resultados del proyecto a un documento normativo facilitará la implantación a gran escala de este.

### Contribución a la digitalización

#### Soluciones y servicios digitales

1. Soluciones y servicios digitales que la entidad distribuidora ofrece específicamente para la digitalización de hospitales  
N.A.
2. Características, beneficios y diferenciadores de estas soluciones y servicios.  
N.A.
3. Casos de éxito o proyectos en los que se han implementado estas soluciones y servicios con resultados positivos  
N.A.

#### Infraestructuras actuales

4. Infraestructuras tecnológicas y de comunicaciones que la entidad ofrece para la digitalización de hospitales  
N.A.  
Características, especificaciones y capacidades de estas infraestructuras.  
  
N.A.
5. Certificaciones y estándares de calidad que cumplen estas infraestructuras  
N.A.

#### Aplicaciones actuales

6. Aplicaciones, herramientas y sistemas informáticos utilizados en la actualidad para la digitalización de hospitales  
N.A.
7. Breve descripción de la función y beneficios de cada aplicación  
N.A.

#### Beneficios de la digitalización

8. Resaltar los beneficios esperados de la digitalización de hospitales, como la mejora de la calidad de los servicios, la optimización de los procesos, la seguridad y confidencialidad de los datos, etc.  
N.A.

#### Mejoras en aplicaciones, infraestructuras, etc., en desarrollo

9. Indicar en que mejoras tanto de aplicaciones, infraestructuras, tecnologías está desarrollando, describiendo brevemente el beneficio o mejora que se espera de ese nuevo desarrollo.  
La Guía de diseño de red POL para hospitales inteligentes se transformará en una Especificación UNE con las siguientes ventajas:
  - Mejora la calidad del documento al contar con las aportaciones de expertos del sector.
  - Facilita la adopción por el mercado de la solución propuesta, dado el reconocimiento del que gozan los documentos normativos.
  - Es el primer paso para el uso por la Administración en contratación pública.

## 4. Perspectivas de la red POL para hospitales inteligentes

### 4.1. Perspectiva de redes ópticas de próxima generación

La ITU y el IEEE han desarrollado conjuntamente una serie de normas de PON desde los años 1990, casi siempre de forma coordinada en lo que se refiere a velocidad de transmisión y plan de ocupación de longitud de onda. Entre estas normativas, se incluyen APON, BPON, GPON, XG-PON, NG-PON2, XGS-PON y 50-GPON, cada una de las cuales ofrece avances en velocidad y funcionalidad. Estos estándares han revolucionado las capacidades de las redes de fibra óptica, permitiendo una transmisión de datos más rápida y eficiente para los proveedores de telecomunicaciones de todo el mundo. Además, IEEE introdujo EPON y su sucesor 10G-EPON, que proporcionan estándares alternativos para la comunicación basada en Ethernet en redes PON, ampliando aún más las opciones disponibles para las soluciones de conectividad de alta velocidad.

Para el caso de Europa y Asia, la normativa que se ha adoptado ha sido tradicionalmente la desarrollada por la ITU-T, puesto que es la que siempre ha ofrecido más servicios (p.ej. GPON ofrece datos, telefonía y CATV sobre la misma fibra). Ha sido la que define los sistemas y protocolos a desarrollar e implementar en los equipos de forma más detallada.

Motivado por la creciente demanda de velocidad en banda ancha, la ITU-T comenzó en 2018 un proyecto para desarrollar estándares PON con velocidades superiores a las hasta ahora vistas en GPON o XG(S)-PON. Este proyecto denominado Higher Speed PON (HSP) prevé cubrir las demandas futuras, inicialmente a partir de 2018. HSP ha abordado inicialmente el empleo de velocidades de línea de hasta 50Gbit/s. La recomendación de la ITU-T asociada a este estándar es la Serie G.9804 (lanzado antes de 2023) y su desarrollo también se ha enfocado a asegurar la coexistencia de este estándar con los anteriores, facilitando así la reutilización de la infraestructura óptica ya desplegada y simplificando, de cara a los proveedores de servicio, los procesos de actualización de redes FTTx, de moda que se pueda adaptar al crecimiento en la demanda de servicios y ancho de banda sin derivar esto en grandes inversiones o intervenciones que afecten mayoritariamente a los clientes.

Desde la perspectiva de la capacidad del sistema, suponiendo relaciones de división cercanas a 1:64, concurrencia del servicio del 50% e índices de carga útil cercanos al 80%, con una línea nominal de 50Gbit/s, es posible proporcionar una capacidad de acceso promedio de 1,25Gbit/s de forma simultánea para hasta 64 ONTs. Esta capacidad cubre los grandes requisitos de ancho de banda que demandan nuevos servicios como realidad virtual o aumentada, cada vez más populares en el mercado residencial<sup>12</sup>.

En este caso, la ITU-T hace diferencia entre tres subtipos dentro de HSP:

- 50G TDM PON. Un par de canales con una longitud de onda, empleando TDM/TDMA. El principal caso contemplado en el estándar 50G-PON
- 50G TWDM PON. Una opción que permitirá múltiples pares de longitud de onda

---

<sup>12</sup> Dezhi Zhang, Dekun Liu, Xuming Wu and Derek Nasset. Progress of ITU-T higher speed passive optical network (50G-PON) standardization. Journal of Optical Communications and Networking Vol. 12, No 10. October 2020

multiplexados en la misma fibra, permitiendo la coexistencia de los modos triples GPON, XG(S)-PON y 50G-PON.

La recomendación de la ITU recoge tres combinaciones de velocidades de transmisión para el caso del estándar 50G-PON:

- Downstream 50Gbit/s y upstream 12,5Gbit/s.
- Downstream 50Gbit/s y upstream 25Gbit/s.
- Downstream 50Gbit/s y upstream 50Gbit/s.

#### 4.1.1. Plan de longitudes de onda

- La ITU-T plantea una solución en el espectro óptico que va a facilitar la coexistencia entre este estándar y los anteriores. Se propone una banda entre 1340nm y 1344nm para el canal descendente mientras que el canal ascendente introduce una nueva gama de longitudes de onda de 1284 nm a 1288 nm para la coexistencia con GPON y XG(S)-PON.

Parámetro	TECNOLOGÍA		
	GPON	XG(S)-PON	50G-PON
Velocidad de subida (Gbit/s)	1.25	2.5-10	12.5-25-50
Velocidad de bajada (Gbit/s)	2.5	10	50
Ratio de división	1:128	1:128	1:128
Longitud de onda de subida (nm)	1290 - 1330	1260 - 1280	1284-1288
Longitud de onda de bajada (nm)	1480 - 1500	1575 - 1580	1340-1344
Atenuación máxima (dB)	35	35	35

Tabla 4-1. Comparativa entre las diferentes tecnologías con 50G-PON.

#### 4.1.2. Evolución y actualización de tecnologías PON

Tal y como se entrevé del plan de longitudes de onda, es importante tener en cuenta una migración de GPON y XG(S)-PON hacia 50G-PON. En este sentido hay dos estrategias principales a seguir, los módulos multi-PON (MPM), orientados a soportar tanto 50G-PON como cualquier estándar legado; y el elemento de coexistencia (CEX), un filtro multiplexador/demultiplexador de longitud de onda que es necesario colocar frente a los OLTs, justo antes de entrar en el ODN.

Así, la utilización de MPM puede ofrecer ciertas mejoras técnicas y de costes con respecto al uso de CEX a la hora de desplegar a gran escala. En primer lugar, el MPM puede facilitar el ahorro de espacio y consumo de energía además de simplificar los trabajos de despliegue e ingeniería, al basarse en módulos o tarjetas fácilmente reemplazables. Sería posible, por ejemplo, sustituir un módulo dedicado a GPON o XG(S)PON por uno para 50G-PON, empleando el mismo slot del bastidor y pudiendo. Estos reemplazos pueden significar cortos periodos de tiempo de corte para los clientes o incluso no generar afectación más a que a los clientes asociados al slot que se reemplaza.

En el caso de empleo de CEx preinstalados en un primer despliegue, es cierto que su sustitución por versiones actualizadas que admitan el uso de nuevos estándares puede ser relativamente sencilla, pero los trabajos de agregación pueden resultar más complejos que en el caso de MPM en caso de no existir en la red previo a la aparición de una necesidad de coexistencia. Actualmente el empleo de MPM ha crecido en aceptación entre los operadores de todo el mundo y suele ser la vía más utilizada para actualizar redes GPON a redes XG(S)PON. Por ello, sería la estrategia de migración preferida para el caso migrar hacia 50G-PON.

Aunque ya está disponible comercialmente, puesto que algunos fabricantes (por ejemplo, Huawei) ya presentaron su disponibilidad a inicios de 2023, 50G-PON todavía está en proceso de adopción. De hecho, las predicciones más optimistas consideran que su adopción como estándar para la mayoría de despliegues llegue para el 2027-2028<sup>13</sup>. Así, se considera que ya es una tecnología suficientemente madura para su uso y ahora solo cabe esperar su adopción gradual por parte de operadoras y propietarias de infraestructura de comunicaciones.

A partir de aquí, la evolución que se espera al corto plazo es evolucionar hacia 50G TWDM PON; en línea con el (poco utilizado) estándar NG-PON2. NG-PON2 utiliza WDM con múltiples longitudes de onda de 10G para un servicio simétrico de 40 Gbit/s tanto en dirección ascendente como descendente, lo que permite la coexistencia de los tres servicios en la misma red PON. Con las crecientes demandas de velocidad anualmente, XG-PON, XGS-PON y NG-PON2 ofrecen una ruta de actualización particularmente ventajosa en grandes entornos de clientes comerciales o multiusuario, así como dentro de las redes inalámbricas 5G. Sin embargo, necesita de multiplexadores/demultiplexadores y filtros de longitud de onda para poder realizar de forma eficiente (y barata) la multiplexación por longitud de onda necesaria. Es por ello que NG-PON2 no ha acabado desplegándose de forma generalizada, puesto que precisa de adaptaciones a lo largo de la ODN. Aún así, para explorar el 50G TWDM PON, la ITU ha creado el grupo VHSPON, que prevé definir la tecnología capaz de llegar a velocidades de 200 Gbit/s, empleando 4 longitudes de onda distintas, en donde en cada una de ellas se montaría una señal 50G. Sin embargo, aún queda bastante camino para recorrer puesto que no está claro cuál o cuáles son las tecnologías de dispositivos más viables para ello. Entre ellas, se baraja una potencial detección coherente para sintonizar así los equipos transceptores y evitar el uso de filtros; pero todavía no está claro el camino que se va a seguir.

---

<sup>13</sup> <https://www.telecomreview.com/articles/reports-and-coverage/7013-the-rise-of-50g-pon-delivering-enhanced-fiber-performance>

## 4.2. Evolución de casos de uso para tecnologías fijas F5G/F5G-A

Una red fija de quinta generación (F5G) es la red fija de generación planteada por primera vez por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), y ampliamente aceptada por la industria desde junio de 2019. A finales de 2019, el ETSI aprobó el inicio del proyecto F5G y definió las generaciones de redes fijas. Numerosos operadores (como Telefónica, Telecom Italia, Orange, China Telecom), proveedores de equipos (como Huawei, FiberHome y CommScope) e institutos de investigación (como CTTC, CAICT y British Standards Institution) participan en el desarrollo de F5G.

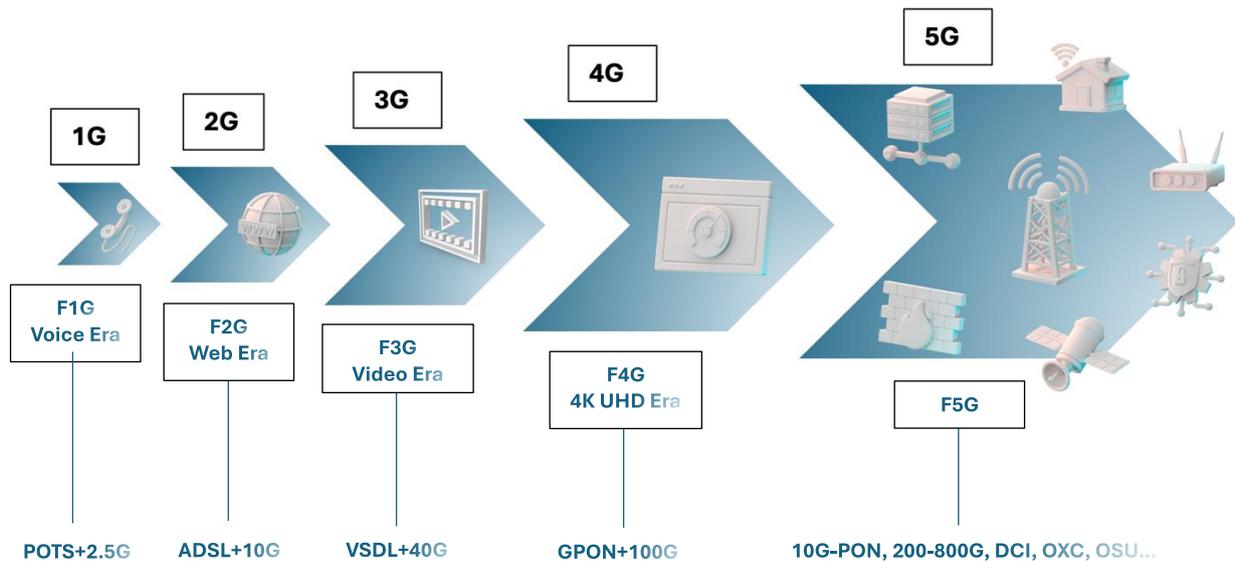


Figura 4-1. Generaciones de Tecnologías de Redes Fijas y Tecnologías de Comunicaciones móviles

F5G cuenta con eFBB, FFC y GRE. Sus tecnologías típicas incluyen 10G, PON y Wi-Fi 6. Una red POL hospitalaria inteligente se basa en la tecnología F5G e implementa rodamientos totalmente ópticos para interconectar los campus hospitalarios.

En noviembre de 2023, ETSI publicó la definición de generación avanzada F5G en su informe *Red fija de quinta generación (F5G); F5G Advanced Generation Definition, promoviendo la evolución de F5G*. El alcance del sistema avanzado F5G se puede describir en términos de seis dimensiones (Figura 4-2, tres de las cuales son mejoras directas de las dimensiones existentes del proyecto F5G (eFBB y GRE más rápidos, y FFC más amplio). Las restantes dimensiones son nuevas incluyen redes más ecológicas, inteligentes y conscientes. Además, la confiabilidad de la red es un principio fundamental que no debe descuidarse.

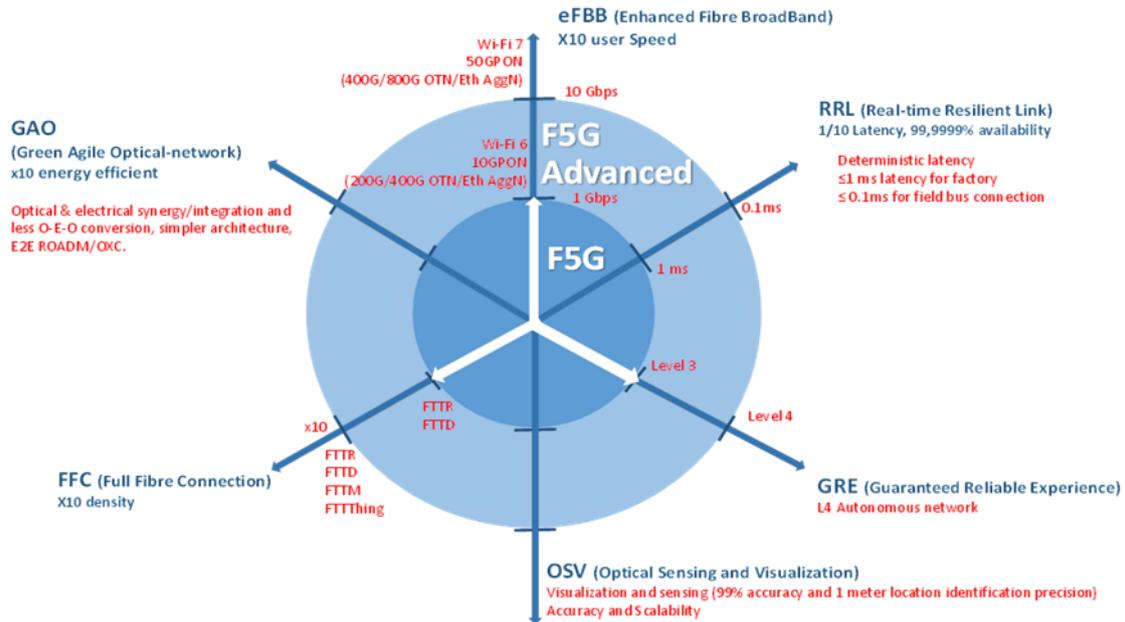


Figura 4-2. Dimensiones del F5G Advanced

En 2021, se creó la iniciativa Fixed 5G (F5G)<sup>14</sup>, en paralelo a los esfuerzos y trabajos de FSAN, ITU e IEEE para la definición de tecnologías de acceso y su estandarización. Se trata de un ISG (industry study group) de la ETSI, en la que participan Huawei (presidencia), CTTC, Mediatec, UNE, y VICOMTECH de entre los miembros de este proyecto. F5G estudia y desarrolla las generaciones de la red fija fomentando la evolución hacia un ecosistema "fibra a todas partes" que permite nuevos y mejorados servicios que apalancan, en un marco de crecientes capacidades de red, un mejor rendimiento, una gestión inteligente de E2E, la seguridad de la red y una mayor eficiencia energética. Este ISG tiene como objetivo trabajar como un centro para el desarrollo de la estandarización de redes basadas en fibra en una perspectiva E2E, identificando los principales casos de uso y requisitos e interactuando con todas las organizaciones de estandarización relevantes y las partes interesadas de la industria para producir nuevos estándares, cuando sea necesario, o mejoras a los estándares existentes que puedan ser necesarias para cumplir con los casos de uso identificados.

Comparada con las generaciones anteriores como la F4G, la actual tecnología de red F5G, ha mejorado no solo el rendimiento de la red, sino también la eficiencia energética al extender la fibra a todas partes y sustituir las redes de cobre tradicionales. Con el objetivo global común de reducir las emisiones de carbono y alcanzar la neutralidad de carbono, es necesario promover nuevos avances en la tecnología de red F5G para cumplir con la futura transición verde y las tendencias de bajas emisiones de carbono, por ejemplo, lograr una menor potencia por bit. Al mismo tiempo, la transformación con bajas emisiones de carbono de varias industrias de alto consumo energético puede apoyarse mejorando aún más la tecnología de red F5G para proporcionar una infraestructura de red más inteligente que satisfaga estas necesidades.

Por ello, entre sus objetivos, se encuentran el desarrollo y demostración de diferentes casos de uso enfocados a reforzar tres ejes:

- Redes: velocidad y capacidad, cobertura (conectividad), responsividad (latencia), y

<sup>14</sup> <https://www.etsi.org/committee/1696-f5g>

densidad.

- Servicio: fiabilidad, disponibilidad y seguridad.
- Gestión: eficiencia operacional, eficiencia energética y eficiencia espectral.

F5G ha definido unos 14 casos de uso, en los que prima el uso de tecnologías PON para todo tipo de aplicaciones considerando diferentes dimensiones a cubrir: banda ancha fija mejorada (enhanced Fixed Broadband -eFBB), enlaces de resiliencia en tiempo real (Real time Resilience Link -RRL), experiencia confiable garantizada (Guaranteed Reliable Experience -GRE), sensorización óptica y visualización (Optical Sensing and Visualization -OSV), conexión de fibra óptica completa (Full-Fibre Connection -FFC), y red óptica ágil y verde (Green Agile Optical Network -GAO).

Cabe destacar que, entre los casos de uso de F5G se ha definido un caso de uso de red de área local pasiva (passive optical LAN), basada en tecnología de fibra óptica. Aunque también se basa en el uso de tecnología PON, dicho caso de uso propone ejemplos (hoteles, estadios, resorts vacacionales, infraestructura viaria, centros comerciales), con requerimientos muy diferentes a los de los hospitales inteligentes.

A finales de 2023 este mismo grupo de estudio ha definido lo que se conoce como F5G-A (Avanzado) para dar soporte a la próxima generación de servicios digitales emergentes, como los gemelos digitales y los mundos virtuales, con el ánimo de seguir acelerando la popularización de los servicios de fibra y satisfaciendo las necesidades de los ciudadanos de servicios personalizados y de mayor calidad. Estos servicios digitales emergentes imponen requisitos más estrictos a las tecnologías de redes de comunicación.

Al mismo tiempo, la evolución científica, tecnológica e industrial se acelera en todo el mundo. El desarrollo digital se ha convertido en un importante motor de crecimiento para la economía mundial. La digitalización industrial ha promovido la transformación de los métodos de producción logrando infraestructuras más inteligentes y de mayor calidad.

Así, el F5G-A aprovecha las tecnologías de las redes de fibra óptica para beneficiar a múltiples segmentos, como las aplicaciones residenciales, las aplicaciones empresariales, los temas internos de la red, como las optimizaciones de red, además del uso de F5G-A para la infraestructura móvil y la convergencia de servicios, y, por último, los casos de uso orientados a las industrias verticales. Es decir, ya no se basa en el mero uso de tecnologías PON en diferentes contextos, si no que da un paso más allá y se definen casos de uso que se extienden también a diferentes segmentos de red.

En el cuarto trimestre de 2024, se han definido nuevos casos de uso para el F5G-A, incluyendo las redes de área local pasivas para entorno sanitario, mayormente contribuido por el presente libro blanco.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

Aunque la digitalización es una tendencia a nivel mundial en todos los sectores económicos, el sector de la salud es uno de los sectores que todavía se encuentra en una fase inicial en relación a la digitalización de sus procesos. En este contexto, la implementación de redes POL en hospitales inteligentes representa un paso fundamental hacia la transformación digital del sector de la salud, ofreciendo una conectividad confiable, de alta capacidad y baja latencia, indispensable para la integración de tecnologías avanzadas como la IA, el IoT o la RV/RA. Estas tecnologías optimizan los diagnósticos, tratamientos y la experiencia general de los pacientes. El diseño escalable e interoperable de las redes POL soporta diversos dispositivos médicos y administrativos, asegurando un flujo eficiente de datos entre las áreas clave del hospital. Además, supone una simplificación en la arquitectura de red con una reducción en los tiempos de despliegue al estar basado en tecnología PON.

En el año 2023, en España existían 387 hospitales públicos y 418 privados. En la actualidad, muchos usuarios de los hospitales no están completamente familiarizados con la infraestructura POL hospitalaria. Por ello, este *Libro Blanco de la Industria de Aplicaciones de Red POL para Hospitales inteligentes* resume los requisitos y la experiencia de aplicación de POL. Entre los principales puntos abordados, pueden mencionarse los siguientes:

- **Eficiencia operativa y sostenibilidad.** Las redes POL permiten una reducción significativa en el consumo energético y los costes operativos gracias a su diseño simplificado, menor uso de materiales y larga vida útil.
- **Convergencia tecnológica.** Estas redes integran múltiples elementos en una única infraestructura, lo que facilita la gestión, mejora la interoperabilidad y permite una respuesta más ágil a las demandas de los hospitales inteligentes.
- **Mejora de la experiencia del paciente y los profesionales de la salud.** Las redes POL potencian aplicaciones avanzadas como la telemedicina, la hospitalización domiciliaria y la videoconferencia de alta calidad al garantizar una conectividad de alta velocidad y baja latencia, lo que puede ser útil no solo en los procesos básicos asistenciales sino en los procesos formativos de los nuevos profesionales de la salud.
- **Seguridad.** La infraestructura POL garantiza altos niveles de protección y seguridad de los datos, necesarios para cumplir con las estrictas normativas de privacidad.
- **Innovación y capacidad de respuesta.** Gracias a su flexibilidad y escalabilidad, las redes POL se posicionan como la base tecnológica ideal para soportar innovaciones como la IA, el análisis de masivo de los datos y los avances en medicina de precisión, entre otros muchos aspectos.

Es importante resaltar que es fundamental fomentar la cooperación entre actores del ámbito sanitario, tecnológico y regulatorio para acelerar la digitalización y garantizar un despliegue eficiente de estas infraestructuras. Por ello, se sugiere realizar pruebas piloto de POL en los diferentes casos de uso descritos en hospitales públicos del SNS.

Finalmente, este Libro Blanco propone elevar la *Guía de diseño de red POL para hospitales inteligentes* a un caso de uso dentro de la ETSI y a la Asociación Española de Normalización (UNE) para su conversión en una Especificación UNE para asegurar su adopción generalizada y alineación con estándares internacionales, promoviendo su implementación en proyectos públicos y privados. Esta conversión permitirá mejorar la calidad del documento gracias a las contribuciones de expertos, facilitar la adopción por el mercado dado el reconocimiento de los documentos normativos y servirá como base para su uso en la contratación pública por parte de la Administración (véase [Guía para el uso de las normas técnicas en la contratación pública](#)). Adicionalmente, se promoverá la especificación UNE como norma europea a través de UNE, el miembro español en CEN/CENELEC/ETSI.

## 6. Glosario

- **AP:** punto de acceso
- **CATV:** televisión por antena comunitaria
- **CCTV:** circuito cerrado de televisión
- **CT:** tomografía computarizada
- **DR:** radiografía digital
- **eFBB:** banda ancha fija mejorada
- **ELV:** Baja Tensión Extra
- **eMDI:** índice de entrega de medios mejorado
- **EMR:** historia clínica electrónica
- **FFC:** conexión de fibra completa
- **FTTH** fibra hasta el hogar
- **GPON:** red óptica pasiva compatible con Gigabit
- **GRE:** experiencia fiable garantizada
- **HA:** alta disponibilidad
- **HIS:** sistema de información hospitalaria
- **HRP:** sistema de planificación de recursos hospitalarios
- **IP-PBX:** central telefónica privada IP
- **IRM:** imágenes por resonancia magnética
- **LAN:** red de área local
- **LIS:** sistema de información de laboratorio
- **NE:** elemento de red
- **NMS:** sistema de gestión de red
- **ODN:** red de distribución óptica
- **OLT:** terminal de línea óptica
- **ONU:** unidad de red óptica
- **OTN:** red de transporte óptico
- **PACS:** sistemas de comunicación y archivo de imágenes
- **PET:** tomografía computarizada por emisión de positrones
- **POL:** Passive Optical LAN
- **PON:** Passive Optical Network
- **POTS:** Plain Old Telephone Service
- **SPECT:** tomografía computarizada por emisión de fotón único
- **VLE:** Recintos de Línea Vertical
- **VR:** realidad virtual
- **XGS-PON:** red óptica pasiva simétrica con capacidad de 10 gigabits
- **ZTP:** aprovisionamiento sin contacto

## Anexos

### Anexo I. Introducción a la red POL para hospitales inteligentes

#### AI1. ¿Qué es una Red de Área Local Óptica Pasiva (POL)?

Las redes de Área local (LAN) se han desplegado de manera general en diferentes entornos, como campus, edificios, hoteles, escuelas, hospitales, estadios y centros comerciales, entre otros, con el objetivo de proporcionar conexión a los usuarios finales y transportar datos comerciales digitales en todas las direcciones. Dicha conexión puede ser tanto inalámbrica, mediante Wi-Fi®, como cableada a través de Ethernet. El *backhauling* de la LAN utiliza tradicionalmente conmutadores de capa 2, enrutadores de capa 3 y medios conectados mediante el uso de cable Ethernet de cobre, por ejemplo, cable CAT5.

Este enfoque de implementación presenta algunas limitaciones. Por un lado, este tipo de implementaciones se diseñan típicamente en una topología en estrella con el conmutador/enrutador en el centro, por lo que es necesario desplegar cable punto a punto desde el conmutador hasta cada uno de los dispositivos finales y/o puntos de acceso inalámbricos. Por otro lado, no se satisfacen las necesidades emergentes, incluyendo la complejidad del despliegue del cable, el cuello de botella para actualizar la velocidad de transmisión de datos debido al medio de cobre y el alto consumo de energía.

En este contexto, la LAN óptica pasiva (POL, por su sigla en inglés, *Passive Optical LAN*) basada en el estándar *ETSI GS 013 V1.1.1 (2023-04) - Red fija de quinta generación; Technology Landscape Release 2* es una solución basada en la tecnología *Passive Optical Network* (PON) para el despliegue de LAN, que ha sido diseñada para reemplazar las implementaciones tradicionales basadas en cobre. Este cambio se debe a las numerosas ventajas que ofrece la fibra óptica en comparación con el cobre. Uno de los beneficios más destacados es la durabilidad de la fibra, que proporciona una vida útil significativamente más larga, lo que reduce la necesidad de actualizaciones y mantenimientos frecuentes. Además, el cable de fibra óptica tiene un diámetro mucho menor en comparación con el cable Ethernet de cobre, lo que facilita su instalación y reduce el espacio necesario en canalizaciones. Otro punto clave es la menor pérdida de transmisión que ofrece la fibra, lo que permite cubrir mayores distancias sin necesidad de amplificadores o repetidores, mejorando así la eficiencia general del sistema. Asimismo, las emisiones electromagnéticas son mucho menores en la fibra óptica, lo que contribuye a minimizar la interferencia y mejorar la seguridad de las comunicaciones. La utilización de menos equipos activos, como switches y routers, y el bajo consumo de energía que caracteriza a las redes PON, no solo reducen los costos operativos, sino que también hacen que estas redes sean más sostenibles desde el punto de vista energético. Este tipo de red está especialmente diseñado para escenarios que requieren alta capacidad como empresas, administración pública, educación, salud, transporte y grandes complejos comerciales.

Aunque en continuo cambio hacia un mayor rendimiento, la tecnología PON es una tecnología probada en redes de acceso para escenarios de fibra hasta el hogar FTTH que supone un cambio de paradigma frente a la LAN al implementar una topología en árbol con un despliegue punto a multipunto. De esta manera, una única fibra que parte de la centralita, se divide de forma oportuna mediante la inclusión de divisores de fibra hasta llegar a los dispositivos finales. Este tipo de implementación resulta ventajoso para el despliegue de POL aunque será necesaria una adaptación

en función de las características de los servicios ofrecidos. En la actualidad, la tecnología más extendida dentro de las redes PON es XGS-PON, que ha ganado popularidad gracias a su capacidad para satisfacer las crecientes demandas de ancho de banda en diversas aplicaciones. XGS-PON se caracteriza por ser un sistema PON de última generación que ofrece velocidades de transmisión simétricas, es decir, 10 Gbit/s tanto en el sentido ascendente como en el descendente. Recientemente, la última tecnología del POL es 50GPON, comuna velocidad de transmisión nominal de 50 Gbits/s tanto en sentido ascendente como descendente.

Una red POL utiliza principalmente las tecnologías GPON y XGS-PON/50G PON. La Tabla 0-0-1 enumera las especificaciones técnicas de estas tecnologías. Se debe destacar que estas tecnologías están diseñadas para una actualización sencilla y una alternancia sin casi interrupción de servicio. Así, el plan de longitudes de onda (i.e. asignación de canales en el espectro óptico) propuesto para cada una de ellas está pensado para que puedan convivir equipos GPON con equipos XGS-PON.

Tabla 0-0-1 Especificaciones técnicas de GPON/XGS-PON/50GPON

Especificaciones técnicas	GPON	XGS-PON	XGS&G Combo PON	50G&XGS Combo PON
Velocidad de línea	Flujo ascendente: 1,25 Gbit/s	Flujo ascendente: 9,95 Gbit/s	Flujo ascendente: 9.95 Gbit/s、 1.25 Gbit/s	Flujo ascendente: 50 Gbit/s、 9.95 Gbit/s
	Flujo descendente: 2,5 Gbit/s	Flujo descendente: 9,95 Gbit/s	Flujo descendente: 9.95 Gbit/s、 2.5 Gbit/s	Flujo descendente: 50 Gbit/s、 9.95Gbit/s
Longitud de onda	Flujo ascendente: 1290 a 1330 nm	Flujo ascendente: 1260 a 1280 nm	Flujo ascendente: 1260nm to 1280nm 1290nm to 1330nm	Flujo ascendente: 1340nm to 1344nm 1575nm to 1580nm
	Descendente: 1480 a 1550 nm	Descendente: 1575-1580 nm	Descendente: 1575nm to 1580nm 1480nm to 1550nm	Descendente: 1340nm to 1344nm 1575nm to 1580nm
Presupuesto de potencia óptica (dB)	Clase B+: 28 Clase C+: 32 Clase C++: 35	N1:29 N2:31 E1:33	Clase B+: 28 Clase C+: 32 Clase D: 35	Clase B+: 28 Clase C+: 32 Clase D: 35

En comparación con las redes LAN tradicionales, una red POL es una red totalmente óptica innovadora en su arquitectura y medio de transmisión. La Tabla 0-0-2 ofrece una comparativa detallada entre la arquitectura LAN basada en Ethernet y la arquitectura POL, destacando aspectos como la arquitectura de red, la tecnología y la alimentación necesaria para su mantenimiento.

Tabla 0-0-2. Comparación de arquitectura entre una LAN basada en Ethernet y un POL

Solución técnica	LAN basada en Ethernet (Cobre)	Red POL (Fibra óptica)
Arquitectura de red	Red de tres capas	Red de dos capas
Tecnología	Punto a punto (P2P)	Punto a multipunto (P2MP) Tecnología
Sala baja tensión extra (ELV) activa/pasiva	Activa, con fuente de alimentación	Pasivo, sin fuente de alimentación Divisores instalados en las salas ELV de los pisos
Medio de transmisión	Cable de cobre	Fibra óptica
Capacidad de transmisión	Generalmente hasta 10 Gbit/s	Hasta 10 Gbit/s (XGS-PON) o más
Distancia máxima de transmisión	Limitada (- 100 metros por segmentos)	Mayor distancia (hasta 20 km)
Cantidad de equipos activos	Más equipos (switches, routers, etc.	Menos equipos activos
Consumo energético	Alto, debido a la cantidad de equipos activos	Bajo, menos equipos activos y menos refrigeración
Espacio físico	Requiere más espacio para cableado y equipos	Menor espacio, gracias al cable de fibra óptica más delgado
Coste de la instalación	Moderado a alto (más equipo y cableado)	Inicialmente más alto, pero con menos mantenimiento a largo plazo
Mantenimiento	Mayor, debido a más puntos de fallo y equipos activos	Menor, menos puntos de fallo y menor complejidad
Escalabilidad	Menos escalable debido a la limitación del cobre	Altamente escalable con actualizaciones en el equipo terminal
Interferencias electromagnéticas	Susceptible a interferencias	Inmune a interferencias electromagnéticas

## AI2. Características técnicas

La Figura 0-1 muestra la arquitectura de una red POL. Generalmente, se implementa un terminador de línea óptico (OLT) en la sala de equipos donde residen los conmutadores troncales (*core*) para terminar las señales de la red PON y gestionar las unidades de red ópticas (ONU) de manera centralizada a través de los puertos PON y la red de distribución óptica (ODN). Esta red ODN, que se encuentra entre el OLT y las ONU, consiste en una red pasiva conformada por componentes ópticos pasivos, incluidos cables de fibra óptica y uno o varios divisores ópticos.

En el lado del usuario, se despliega una ONU para proporcionar varios puertos para conectarse a dispositivos como ordenadores, dispositivos de autoservicio, STB, cámaras, puntos de acceso inalámbricos, impresoras y teléfonos. La ONU convierte las señales de dichos dispositivos en señales PON para transmitirlos al OLT a través de los puertos PON ascendentes y la ODN. El OLT procesa y reenvía las señales PON recibidas. El OLT y las ONU se conectan a través de la ODN pasiva

intermedia para la comunicación.

En comparación con las redes LAN tradicionales. La red POL es una red totalmente óptica innovadora en lo que respecta a la arquitectura del sistema y al medio de transmisión.

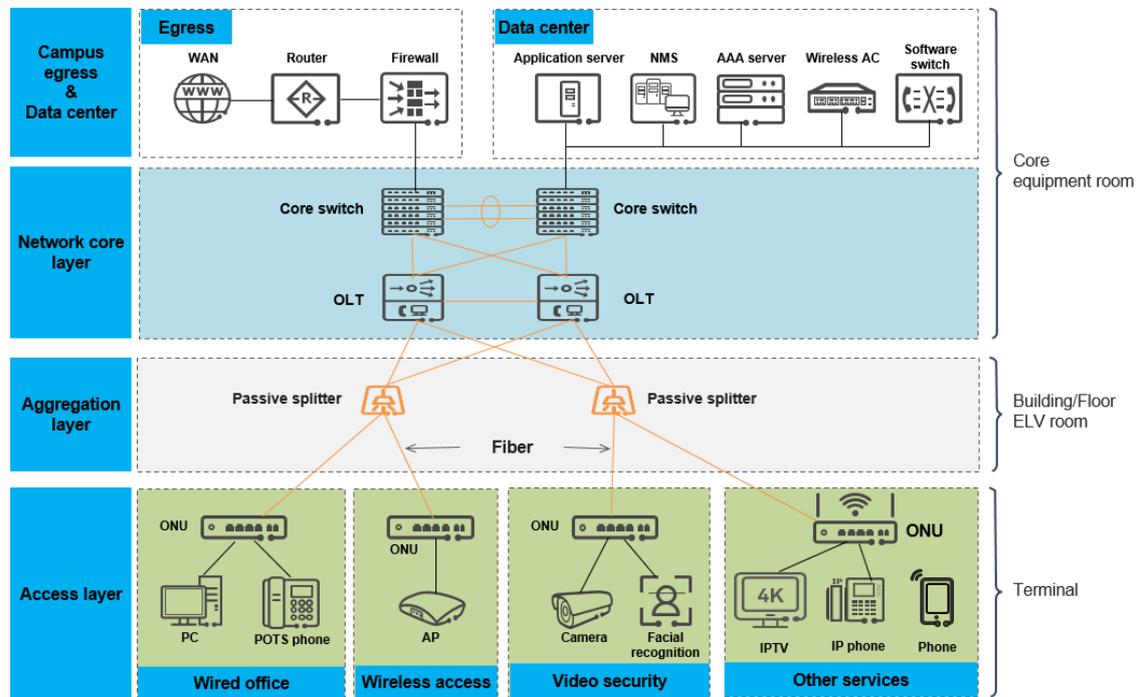


Figura 0-1. Arquitectura de una red POL hospitalaria

### AI3. Desempeño de las fibras ópticas

Una red POL utiliza fibras ópticas para reemplazar los cables de red como medio de transmisión y extiende las fibras ópticas más cerca de los dispositivos finales. Las principales ventajas de la utilización de fibra óptica son las siguientes:

- **Ahorro de energía y respecto al medio ambiente.** La extracción y fundición del cobre consumen un gran volumen de recursos naturales y energía, y generan mayores emisiones frente al cuarzo del que se componen las fibras ópticas.
- **Mayor ancho de banda.** Una red POL transmite datos a través de señales ópticas entre los OLT y las ONU que se conectan a través de una ODN. Las fibras ópticas de la ODN pueden ofrecer un ancho de banda de varias decenas de THz, que en determinados entornos soportan capacidades de varios Tbit/s, e incluso Pbit/s. Esto supone un incremento en varios ordenes de magnitud frente al ancho de banda de los cables de red no blindados CAT5e o CAT6A tradicionales.
- **Mayor distancia de transmisión.** Las fibras ópticas se caracterizan por su baja atenuación, siendo muy adecuadas para comunicaciones en distancias largas con alta capacidad. En el caso de la red POL, las tecnologías propuestas soportan una distancia de transmisión de hasta 40 km frente a centenares de metros de las redes de cables.
- **Pequeño tamaño y ligereza.** El peso de una fibra óptica monomodo es inferior a 8,4 g/m, frente a los 49 g/m. Esto supone una gran ventaja en el dimensionamiento y capacidad de soporte de

carga de las bandejas portacables existentes frente a alternativas de actualización de cableado tradicionales. La Figura 0-2 muestra una comparativa de peso y rendimiento de transmisión entre diferentes cables de red y fibras.

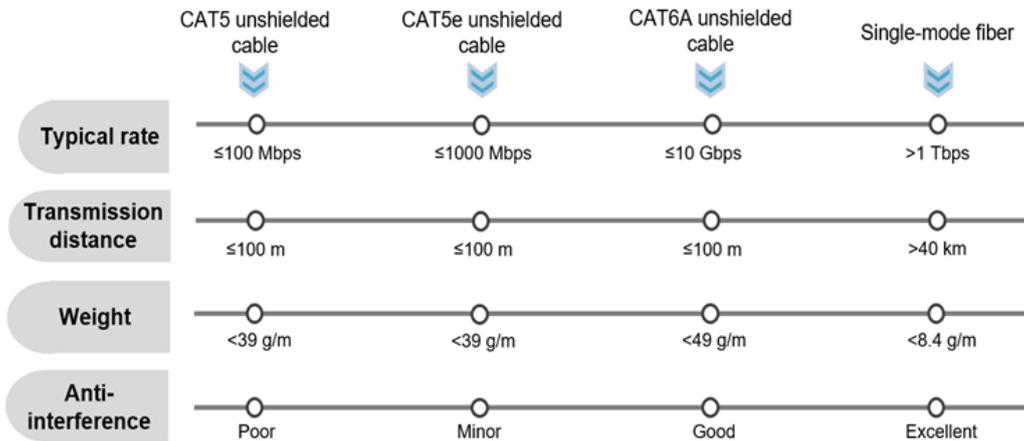


Figura 0-2. Comparación de peso y rendimiento de transmisión entre cables de red y fibras ópticas

## AI4. Arquitectura de red simplificada

Una red POL tiene una arquitectura de dos capas (OLT y ONU) eliminando la capa de agregación de una red tradicional (Figura 0-3). Además, una red POL utiliza divisores ópticos pasivos para reemplazar los dispositivos de agregación activos, con el objetivo de optimizar la arquitectura.

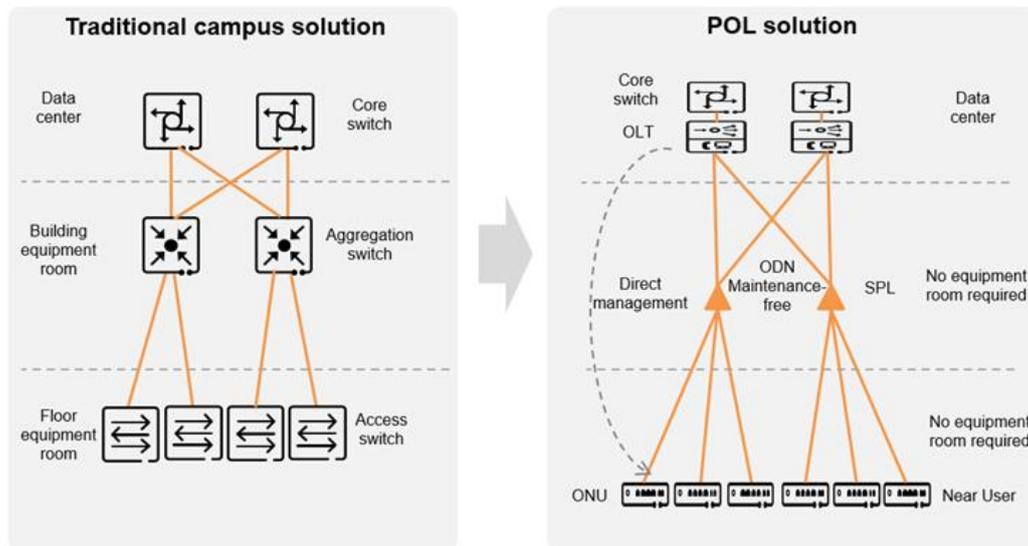


Figura 0-3. Arquitectura de red de una red POL con menos salas de equipos activas

A continuación, se detallan las ventajas de una red POL frente una tradicional. En primer lugar, se eliminan los conmutadores de agregación activos utilizados por una red Ethernet tradicional. La red POL realiza la agregación de redes a través de divisores ópticos pasivos sobre fibras ópticas, reduciendo significativamente el consumo de energía y, por tanto, las emisiones de carbono. Además, la reducción en el número de nodos de conmutación/reenvío reduce las congestiones y la

latencia, mejorando la calidad de transmisión y ayudando a los sistemas de servicio a intercambiar datos de manera eficiente.

En segundo lugar, se reduce el espacio en las salas VLE (Recintos de Línea Vertical) y ELV (Baja Tensión Extra). Los divisores ópticos pasivos no requieren suministro de energía ni dispositivos de refrigeración, lo que reduce significativamente la superficie destinada al equipo y optimiza el uso del espacio.

Finalmente, los módulos ópticos de una Ethernet totalmente óptica también se reducen aproximadamente a la mitad. Por un lado, una solución Ethernet totalmente óptica utiliza conmutadores de agregación totalmente ópticos para agregar datos en una arquitectura en estrella con enlaces punto a punto (P2P). Por lo tanto, la cantidad de módulos ópticos configurados para switches de agregación totalmente ópticos debe ser igual a la cantidad de módulos ópticos configurados para switches de acceso totalmente ópticos. Por otro lado, una red POL utiliza la tecnología de agregación con topología en árbol punto a multipunto (P2MP). Si se utiliza un divisor 1:8, un módulo óptico PON del OLT puede conectarse a los módulos ópticos PON de ocho ONU.

Como se muestra en la Figura 0-4, se deben configurar 16 módulos ópticos para ocho conmutadores de acceso y otros 16 para los dos conmutadores de agregación totalmente ópticos en las redes Ethernet totalmente ópticas, lo que supone un total de 32 módulos ópticos. En la solución POL, se deben configurar externamente ocho ONU con 16 módulos ópticos. (la mayoría de las ONU tienen módulos ópticos integrados). Los divisores pasivos no requieren módulos ópticos, únicamente se deben configurar dos módulos ópticos en las dos OLT lo que resulta en un total de 18 módulos ópticos. Así, en este caso concreto hay una reducción aproximada del 44% de módulos ópticos.

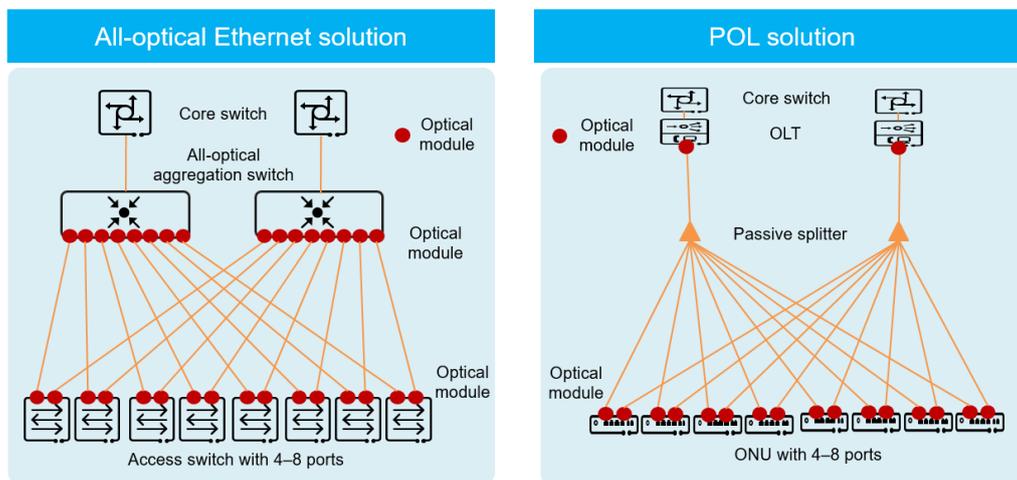


Figura 0-4. Ahorro del número de los módulos ópticos en una red POL

## AI5. Orientación multiservicio

Una red POL permite que una sola fibra óptica transporte múltiples servicios, incluidos varios servicios en redes de Ethernet tradicionales, servicios tradicionales de telefonía POTS y televisión por antena comunitaria, simplificando la estructura final de la red. Estos servicios se podrán extender hacia aplicaciones IoT, proporcionando una red sólida para todo tipo de servicios. A continuación, se describen algunas interfaces de una red POL para transportar servicios (Figura 0-

5).

- Soporte de puntos de acceso Wi-Fi 6 para proporcionar acceso Wi-Fi de alta velocidad.
- Puertos Ethernet para admitir funciones como oficina de escritorio en la nube y acceso telefónico con protocolo de Internet (IP).
- Acceso a Internet de alta velocidad.
- Soporte para el servicio POTS al ofrecer acceso a teléfonos tradicionales.
- Servicio IPTV con videos de alta definición (HD) de 1080p, 4K u 8K.
- Servicio de CCTV con acceso a varias cámaras de seguridad.
- Puertos OTN para soportar interconexión de fibra de múltiples longitudes de onda entre dispositivos.
- Acceso a varios dispositivos de detección de IoT, como sensores de edificios inteligentes, a través de la puerta de enlace de IoT para proporcionar servicios como el control de acceso. Acceso a diversos equipos médicos y conexiones al centro de datos, incluidos dispositivos de TC, DR y MRI.

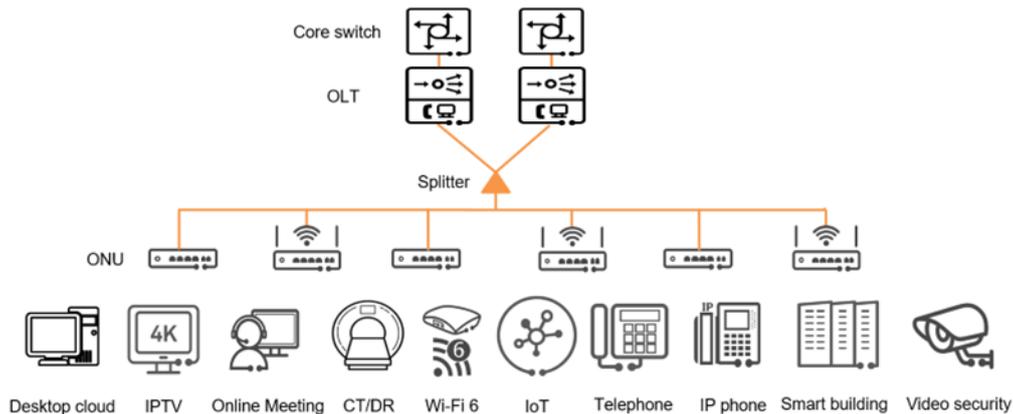


Figura 0-5. Adaptación de una red POL para uso multiservicio

Una red POL soporta la transmisión de servicios múltiples con mejor seguridad, ya que utiliza la tecnología PON para aislar servicios con diferentes acuerdos de nivel de servicio (SLA) por intervalos de tiempo o longitudes de onda. También es capaz de cifrar los datos en las líneas de fibra, de modo que la OLT gestiona las ONU de manera unificada y las ONU utilizan claves de encriptación únicas, mejorando la seguridad de la transmisión de datos a través de fibras ópticas.

## AI6. Evolución progresiva

Una red POL está diseñada para ser altamente escalable y adaptable a futuras necesidades. En primer lugar, una red POL utiliza fibras ópticas que soportan una evolución fluida del ancho de banda. Las fibras ópticas son inmunes a interferencias y corrosión, y tienen una vida útil media de unos 30 años tras su despliegue. Además, pueden ofrecer un ancho de varias decenas de THz capaz de soportar enlaces de muy alta velocidad. Por lo tanto, no es necesario reemplazar o actualizar las fibras ópticas cuando se quiera actualizar la red para incrementar su velocidad de transmisión. Esto supone una ventaja frente a la actualización necesaria de los cables de cobre para soportar una capacidad mayor, debido a su ancho de banda menor en comparación con la fibra óptica.

En segundo lugar, la capacidad de una Ethernet totalmente óptica supone el reemplazo de los conmutadores de agregación en las salas ELV y la modificación de las configuraciones relacionadas,

lo que resulta en un proceso complejo, costoso y que requiere mucho tiempo. Sin embargo, una red POL no necesita cambiar la ODN durante la actualización del ancho de banda, sino que basta con actualizar los OLT y ONU, minimizando la carga de trabajo necesaria y reduciendo los tiempos de interrupción de servicios.

Adicionalmente, una red POL puede implementar una evolución fluida de la capacidad y los servicios mediante la adición flexible de longitudes de onda. En general, los estándares PON se definen de manera que no interfieran unos con otros de modo que los servicios existentes no se vean afectados cuando se actualiza la capacidad y/o se generan nuevos servicios. Como se muestra en la Figura 0-6, se puede implementar GPON (longitud de onda 1) y XGS-PON (PON 10G simétrica, longitud de onda 2) en una red POL para soportar la nube de escritorio y conectarse a otro tipo de dispositivos. En el futuro, se puede pensar en sustituir GPON por 50G-PON (longitud de onda 3) para incluir el soporte de Wi-Fi 7 e incluso PON de 200 G (longitud de onda 4) para soportar servicios emergentes de alto ancho de banda, como RV de 360° 24K.

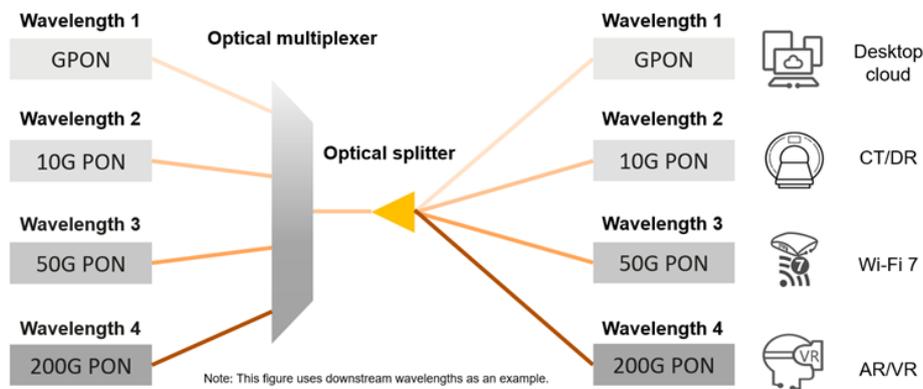


Figura 0-6. Evolución fluida del ancho de banda de una red POL mediante la adición de longitudes de onda.

Finalmente, es importante señalar que ambas aproximaciones, la red LAN tradicional basada en Ethernet y la red POL, no son mutuamente excluyentes, sino que pueden coexistir dentro de una misma infraestructura. Esto permite una transición gradual de una red basada en cobre hacia una arquitectura completamente óptica, facilitando la evolución tecnológica sin la necesidad de una migración abrupta o costosa. En este contexto, es posible adoptar una estrategia escalonada para la implementación de la red POL, comenzando por los segmentos menos críticos y avanzando progresivamente hacia aquellos más sensibles. Por tanto, la evolución puede llevarse a cabo en una secuencia que empiece con la intranet, la extranet y finalmente la red de seguridad de la organización. Este enfoque gradual no solo reduce el riesgo y el impacto en las operaciones, sino que también permite optimizar la inversión, ya que se puede aprovechar la infraestructura existente mientras se llevan a cabo actualizaciones estratégicas hacia una red más moderna y eficiente.

La Figura 0-7 muestra dos redes (intranet y extranet) que aplican la solución Ethernet tradicional que se quieren evolucionar hacia una solución POL en diferentes fases. En la primera fase, la extranet permanece sin cambios y sigue ejecutándose en los conmutadores de agregación y acceso originales, mientras que la intranet se reconstruye de acuerdo con una red POL. La extranet (Ethernet tradicional) y la intranet (POL) coexisten en el mismo grupo de conmutadores troncales (core). En una segunda fase, la extranet también se actualizaría a la red POL.

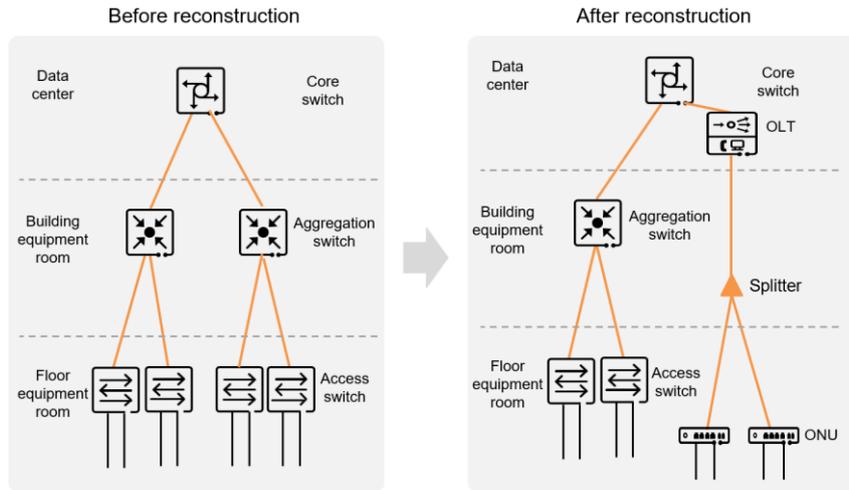


Figura 0-7 Reconstrucción fluida de la red mediante la solución POL.

## AI7. Operación y mantenimiento más fácil

Una red POL cuenta con una gestión de red fácil y rápida. Aplica la arquitectura P2MP, en la que el OLT gestiona las ONUs de manera centralizada para reducir los nodos de gestión separados y la carga de trabajo de gestión y configuración. Por ello, no es necesario configurar direcciones IP de administración separadas para ONU masivas, sino que el OLT configura una dirección IP de gestión de manera unificada y las ONU se consideran módulos funcionales remotos de la OLT. Esto supone que sólo es necesario realizar configuraciones en el OLT durante el aprovisionamiento e implementación del servicio. En cambio, la solución Ethernet totalmente óptica implica la configuración de hasta miles de nodos de gestión separados para los switches de agregación totalmente ópticos y los switches de acceso (Figura 0-8).

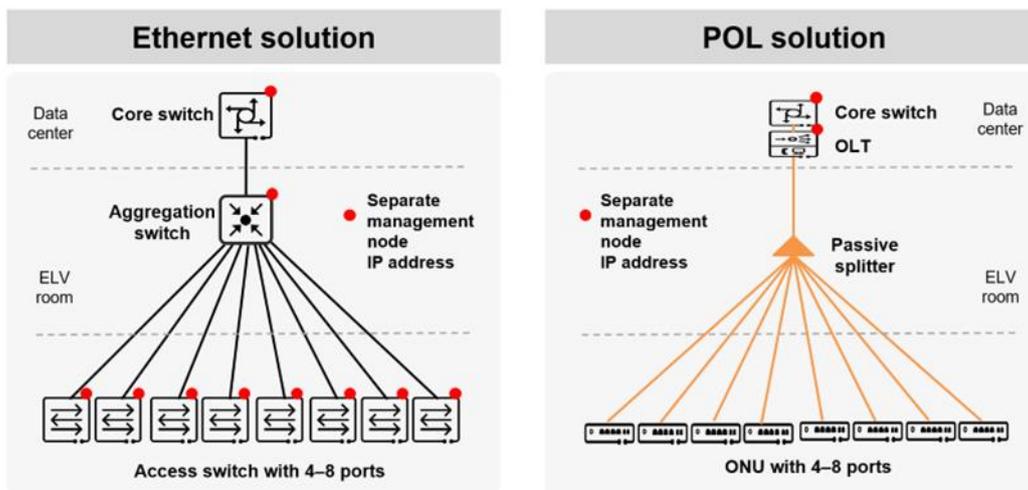


Figura 0-8. Gestión centralizada para nodos de red POL

Adicionalmente, una red POL permite un *Plug&Play* de ONU y aprovisionamiento sin contacto (ZTP) gracias a un sistema de gestión de red (NMS) que permite la conexión de las ONU y la implementación automática de los servicios en cuestión de minutos. La arquitectura simplificada, la ODN pasiva con pocos fallos y la administración centralizada de ONU han reducido en gran

medida la carga de trabajo de O&M de la red.

En una red POL, se puede utilizar un NMS para gestionar los OLT y las ONU de manera visualizada y realizar funciones como autenticación de usuarios, gestión de alarmas, gestión de rendimiento, gestión de informes, despliegue de PON y gestión de recursos de PON. Un NMS también puede implementar diagnósticos de fibra y mostrar información, incluido el estado de los módulos ópticos y las fibras, así como los puntos de falla de fibra. Estas funciones se pueden ver resumidas en la Tabla 0-0-2.

Tabla 0-0-2. Funciones del sistema de gestión de red (NMS)

Elemento de administración del sistema	Descripción de la función
Gestión de seguridad	Implementa el control de seguridad en el NMS a través de la administración de usuarios, la administración de autorizaciones de operaciones (basada en derechos y dominios), la administración de inicios de sesión de usuarios y una serie de otras políticas de seguridad. Puede administrar registros generados durante el inicio de sesión del usuario, las operaciones del usuario y la ejecución del sistema, y admite soluciones integrales de alta disponibilidad (HA) y respaldo de bases de datos.
Administración de topología	Muestra los elementos de red gestionados (NE) y sus conexiones en una vista topológica, a través de la cual los usuarios pueden conocer la estructura de la red y monitorear el estado operativo de toda la red en tiempo real.
Diagnóstico de fallos	Proporciona diversos métodos de prueba de conectividad de red para el diagnóstico de fallas en las redes del operador.
Gestión del rendimiento	Identifica el deterioro del rendimiento de la red para evitar fallas.
Administración de logs	Registra las operaciones del NMS y los eventos importantes del sistema para ayudar a detectar inicios de sesión y operaciones no autorizados y analizar fallas de manera oportuna.
Administración de software	Gestiona los datos de los elementos de red y soporta el <i>upgrade</i> y <i>downgrade</i> del software de los elementos de red.

## Anexo II. Proyecto Piloto en hospital de referencia. España

### All1. Definición

El hospital de referencia presenta ciertos problemas de latencia, ancho de banda y conectividad en casos de uso como Telemedicina, PACS o Streaming 4K. Por ello, se plantea la implementación de un proyecto piloto acotado a un número limitado de espacios donde se pueda evaluar los beneficios de implementar una conectividad basada en tecnología POL, de una manera muy poco intrusiva para no interferir en la operativa global del hospital. Así, se plantea la evaluación y mejora de los siguientes procesos o casos de uso:

- Telemedicina, circunscrito a las consultas externas y enmarcado en un nuevo modelo de atención ambulatoria al paciente crónico.
- Cambio del modelo de consulta tradicional centrado en la persona y adaptado a las necesidades particulares de cada persona.
  - Interacción directa con diversos servicios hospitalarios como radiología que permitiría un acceso más fluido a los estudios de imagen
  - Desarrollo de telemedicina y la conectividad con el paciente
  - Interconectividad más fluida con información del paciente a través de Horus
- Transmisión en directo de eventos en alta definición con calidad 4K, el salón de actos es habitualmente utilizado para eventos transmitidos online donde se desea elevar la calidad de transmisión

### All2. Implementación

Algunos aspectos destacados para la implementación de conectividad basada en POL para los casos de uso anteriores son los siguientes:

- Ciclo de vida estimado de 30 años sin la necesidad de cambios en la fibra cuando se realicen actualizaciones del equipo.
- Solución eficiente en relación con el espacio, energía y coste general de implementación y operación.
- Solución multiservicio con características de muy baja latencia y elevado ancho de banda para asumir cualquier tipo de servicio actual y futuro. Se asume que el tráfico de datos se incrementará de forma muy significativa debido a los nuevos desarrollos tecnológicos, como imágenes médicas 3D/4D de TC, MRI o Ultrasonido; sistemas quirúrgicos robóticos (por ejemplo, Da Vinci); uso creciente de la IA y VR/AR; profesionales de la salud, pacientes y equipos conectados; o telemedicina y atención del paciente desde casa.

Para la implementación del caso de uso, se han definido unos escenarios concretos, con un despliegue de infraestructura en paralelo, que no implique ningún cambio en la red y operativa existente en los espacios involucrados ni en el resto de los servicios y espacios del hospital.

## All3. Escenarios definidos, casos de uso y conectividad

- **Área 1. Salas de Consultas Enfermedades crónicas VIH.**
  - Salas de consulta 1 a 4 y Consulta de DIA
  - Telemedicina, PACS
  - Tipo de conexiones: PC, teléfono IP y puerto LAN de impresora + conexión Wifi local
- **Área 2. Anatomía patológica.**
  - Consulta principal, Sala de escáner y Sala de trabajo de patólogos
  - PACS
  - Tipo de conexiones: PC, teléfono IP, puerto LAN de impresora
- **Área 3. Auditorio.**
  - Sala de control
  - Transmisión de vídeo 4K online en directo
  - Tipo de conexiones: PC, teléfono IP, puerto LAN de impresora

Los casos de uso y requerimientos de ancho de banda que se analizarán en este piloto son los siguientes:

1. Telemedicina en alta definición: 100 Mbps
2. PACS, Acceso imagen en consulta: 500 Mbps
3. PACS, Acceso, análisis y diagnóstico por Imagen de alta resolución: +1Gbps
4. Transmisión Online de Vídeo en 4K: 100 Mbps

Area	Descripción de la habitación	Casos de uso	Requerimiento para el dispositivo de red	Bandwidth total por habitación
Salas de consulta	4 salas de consultoría estándar	<b>Telemedicina</b> <b>Acceso imagen PACS,TC</b>	Hasta 8 puertos LAN *Gbe con antena wifi6 integrada	1,2Gbps
	1 sala de alta configuración	<b>Conectividad cableada e inalámbrica</b>	10GE + 4 a 8 puertos LAN Gbe con antena wifi6 integrada	2,2Gbps
Sala de análisis por imagen	Consulta principal	<b>1. Diagnóstico por imagen PACS,TC</b>  <b>Conectividad cableada</b>	Puertos LAN de 10 Ge y hasta 8 Gbe	2 Gbps
	Sala de trabajo de patólogos		Hasta 8 puertos LAN Gbe	1 Gbps
	Escáner		Hasta 8 puertos LAN Gbe	1 Gbps
Sala de reuniones	Auditorio	1. Transmisión de vídeo 4k  <b>Conectividad cableada</b>	Puertos LAN de 10 Ge y hasta 8 Gbe	1 Gbps

- **Áreas o espacios involucrados**

Se han definido tres áreas de conectividad según los descrito que se corresponde con las siguientes ubicaciones en el plano general del Hospital (Figura 0-9).

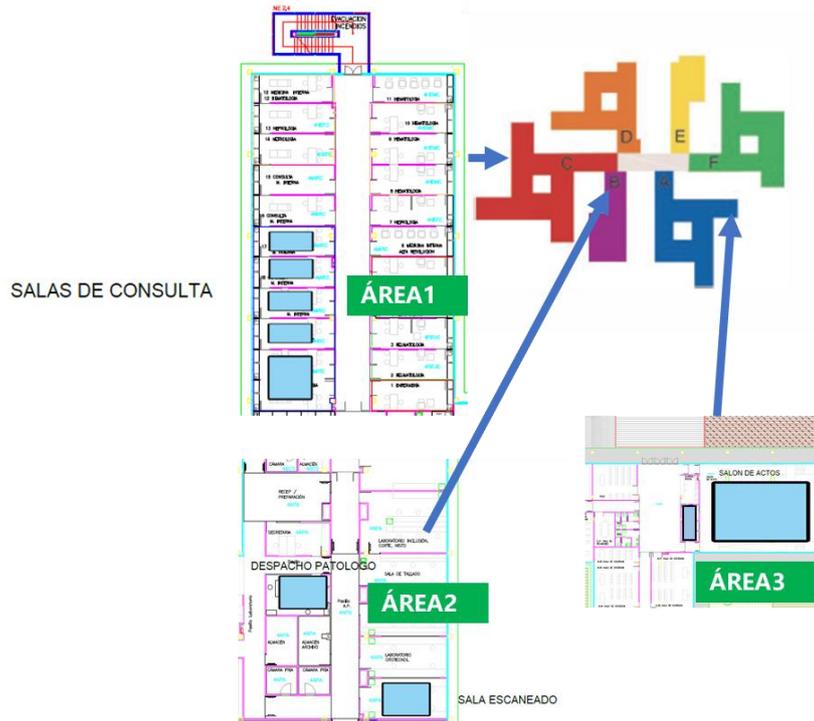


Figura 0 9. Mapa de las instalaciones del hospital.

## AII4. Arquitectura de red propuesta

Se propone una arquitectura básica de RED POL en configuración de alta disponibilidad HA, con dos modelos de espacio o habitación (Figura 0-10):

- Configuración standard compartiendo puerto XGSPON de la OLT.
- Configuración de Altas Capacidades, puerto XGSPON dedicado desde la OLT.

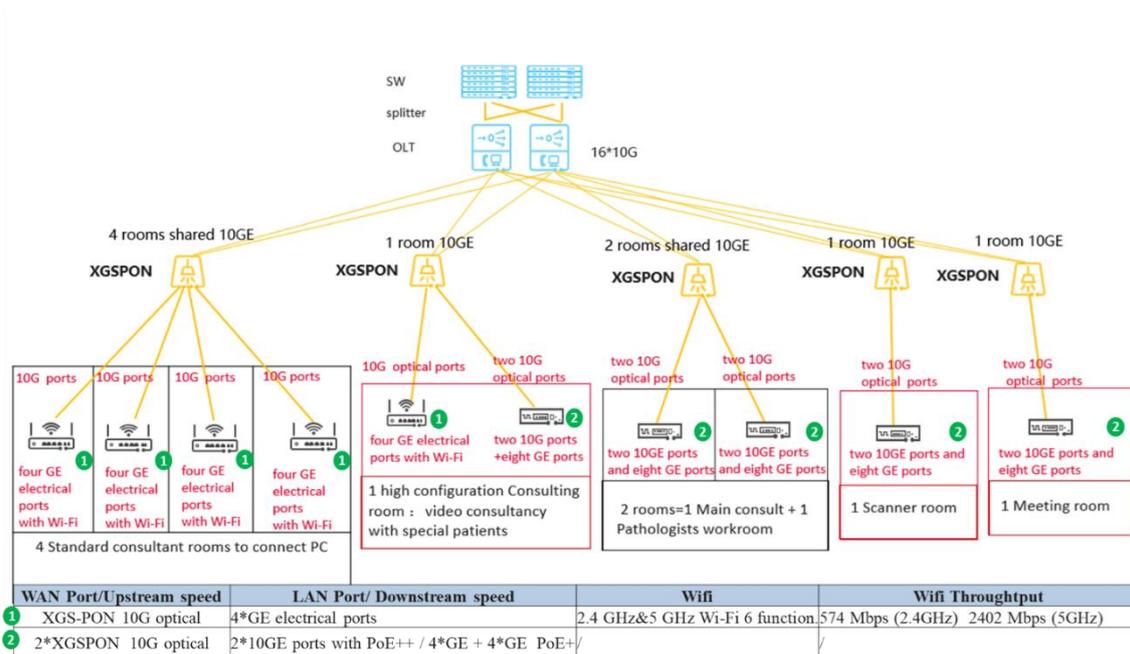


Figura 0 10. Arquitectura de red propuesta

• **Necesidades de infraestructura para el piloto:**

- Espacio en Rack con un mínimo de dos unidades de Rack para ubicar OLT con alimentación en AC, en RITI planta -1.
- Dos pares de fibra óptica libres para comunicar OLT con Switch CORE ARUBA ubicados en sala CPD
- Tendido nuevo de fibra óptica por patinillo vertical desde planta -1 hasta las correspondientes alturas.
- Ubicación de Splitter pasivo en patinillo vertical para acceso horizontal según esquema de red.
- Tendido nuevo de fibra óptica horizontal por falso techo desde cada Splitter hasta cada ubicación o espacio final definido en el piloto.
- Caja terminal de fibra óptica y ONU GPON en AC en cada espacio final.

## All5. Conclusiones

**Puntos problemáticos y nuevas demandas**

- Servicios de alto ancho de banda, baja latencia y alta disponibilidad
- Acceso lento a imágenes y dificultades para acceder a bases de datos en horas pico.
- Nuevos requerimientos de sostenibilidad y ahorro energético.

- Reducción de los tiempos de resolución de incidencias y aumento de la disponibilidad global de la red.

#### **Beneficios generales para la operativa de red del hospital**

La nueva red hospitalaria basada en tecnología POL, totalmente óptica, tiene un alto ancho de banda, baja latencia, alta confiabilidad y muy bajo consumo energético, lo que proporciona un entorno de red de alta calidad y adecuada para requisitos de eficiencia energética. Se trata de una red multiservicio unificada, que permite una administración unificada, sencilla y eficiente de operación y mantenimiento, reduciendo los tiempos de indisponibilidad de la red y en gran medida la carga de trabajo.

## Anexo III. Principales compromisos del PRTR en el ámbito de la Salud Digital

#	Nombre del Programa	Descripción Resumida	Indicadores Cualitativos	Indicadores Cuantitativos	Fecha Objetivo	Responsabilidad	Descripción de Hitos y Objetivos
284	Health data lake operational	Creación de un lago de datos de salud operativo para análisis masivo de datos para diagnóstico y tratamiento.	Estado operativo del lago de datos de salud.	Número de regiones/ciudades involucradas (al menos 17).	Q4 2023	Ministerio para la Transformación Digital y Función Pública	Implementación de un sistema de datos de salud disponible para 17 regiones autónomas o ciudades.
283	Plan to rationalise the consumption of pharmaceuticals and promote sustainability	Implementación del sistema VALTERMED y plataforma para la evaluación de tecnologías de salud.	Entrada en operación del sistema y red de evaluación.	Operación alización del sistema VALTERMED.	Q4 2023	Ministerio de Sanidad	Operación del sistema VALTERMED y creación de plataforma para la evaluación de tecnologías de salud.
279	Investment plan for high-tech equipment in the National Health System	Renovación e instalación de 750 nuevos equipos de alta tecnología en el Sistema Nacional de Salud.	Listado detallado de nuevos equipos instalados.	Al menos 750 nuevos equipos instalados.	Q4 2023	Ministerio de Sanidad	Instalación de al menos 750 nuevos equipos a través de renovaciones y nuevas instalaciones en todo el país.
252	National AI Strategy	Financiación de al menos 7 proyectos con soluciones innovadoras basadas en IA para resolver problemas específicos.	Publicación de adjudicaciones de proyectos.	Financiamento de proyectos colaborativos (10-15 millones EUR).	Q1 2026	Ministerio para la Transformación Digital y Función Pública	Financiamiento de al menos 7 proyectos en áreas como salud, industria, medio ambiente, etc. con soluciones basadas en IA.

#	Nombre del Programa	Descripción Resumida	Indicadores Cualitativos	Indicadores Cuantitativos	Fecha Objetivo	Responsabilidad	Descripción de Hitos y Objetivos
238	Strengthening connectivity in centres of reference, socio-economic drivers and sectoral digitalisation projects	Mejora de la conectividad en centros clave y sectores estratégicos.	Mejora de la conectividad en centros y sectores clave.	Al menos 16.100 entidades con conectividad mejorada.	Q4 2023	Ministerio para la Transformación Digital y Función Pública, Comunidades Autónomas y Ciudades Autónomas	Mejora de conectividad a velocidad de 1-Gigabit en 16,100 entidades, incluyendo centros de salud, educación y otros sectores.
180	Sectoral data spaces to digitise strategic production sectors.	Creación de espacios de datos sectoriales interoperables de alto valor en sectores estratégicos.	Creación de al menos 4 espacios de datos sectoriales.	4 espacios de datos sectoriales creados.	Q2 2026	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico	Implementación de espacios de datos sectoriales en sectores como agroalimentario, movilidad sostenible, salud y comercio.
165	Specific projects to digitalise the central government	Adjudicación de proyectos para apoyar la digitalización de la Administración Pública Central.	Publicación de adjudicaciones de proyectos.	Al menos 1205 millones EUR en adjudicaciones.	Q4 2023	Varios Ministerios	Transformación digital en áreas como salud, justicia, empleo, inclusión, seguridad social, migración y otros sectores.
163	Specific projects to digitalise the central government	Plataformas interoperables para el intercambio de datos de seguridad social y salud.	Certificados de funcionalidad de las plataformas.	Operación completa de las plataformas.	Q3 2023	Ministerio de Sanidad	Plataformas completamente interoperables para el intercambio de datos en cuidados primarios, hospitalizaciones y otros.

PASSIVE  
PASSIVE

# INDUSTRY WHITE PAPER ON SMART HOSPITALS POL (PASSIVE OPTICAL LAN) NETWORK APPLICATIONS

FEB 2025

## OFICINA MADRID

PRÍNCIPE DE VERGARA, 74, 4ª PLANTA  
28006 - MADRID  
TEL. 91 590 23 00

## OFICINA BARCELONA

AVDA. SARRIÀ, 28, 1º-1ª  
08029 - BARCELONA  
TEL. 93 241 80 60

**Ametic**  
LA VOZ DE LA INDUSTRIA DIGITAL

[www.ametic.es](http://www.ametic.es)