





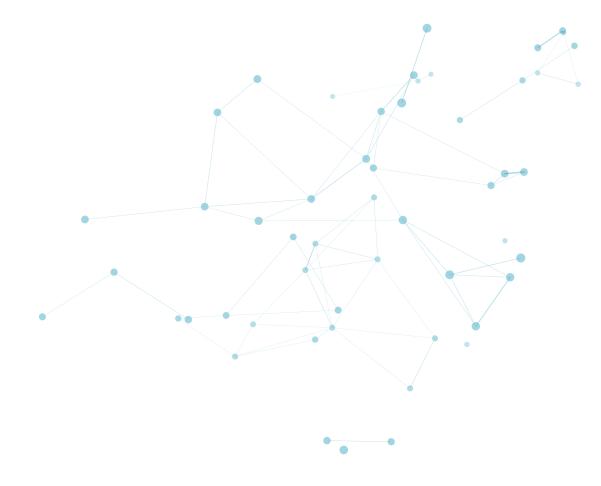


En colaboración con:









El contenido de esta guía no podrá ser reproducido, ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito de los propietarios.

Todos los derechos reservados

© Copyright 2020

Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

C/ Hernán Cortés, 13 28004 Madrid.

91 531 55 83

Edición: Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros

Industriales de Madrid

Diseño y maquetación: Clover Soluciones Globales de

Marketing, S.L

Depósito legal: M-22091-2020

Para cualquier información sobre esta guía contactar con E-mail: comunicacion@coiim.org

Citar como:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Libro Blanco del Smart Hospital. Madrid: COIIM y AIIM; 2020





REDACTORES

Pablo Alonso Sánchez. Estudiante del máster habilitante de Ingeniería Industrial, consultor junior del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid.

Jesús Álvarez Ojeda. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Joan Barrubés Sol. Socio director en Antares Consulting.

Marian Bas Villalobos. Coordinadora de gestión del Instituto Cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos de Madrid

Beatriz Blanco Burguillo. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Julio Bonis Sanz. Vocal de la Junta Directiva del Colegio Oficial de Médicos de Madrid

Guillermo Burillo Putze. Médico urgenciólogo en el Hospital Universitario de Canarias.

Ana Cabrero López. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

María Codesido López. Directora Gerente del Hospital Vithas Madrid Pardo de Aravaca.

Angel Colao Patón. Business Development Manager de Air Liquide.

Pablo Crespo de la Cruz. Director del Departamento Legal de la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria.

Pedro De Blas García. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Ana del Prado Catalina. Subdirectora de Gestión Económica del Hospital Universitario La Paz.

Laura-Andrea Gómez Delgado. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Andrés Gómez Blanco. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Javier Guijarro Hueso. Secretario general de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Carlos Jiménez Alonso. Presidente de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Iría Miguens Blanco. Médico urgencióloga del Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

Agustín Montes Posada. Director de Servicios, Proyectos Integrales en GE Healthcare.

Luis Mosquera Madera. Presidente Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria.

Ignacio Narváez Jareño. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Juan José Pérez Blanco. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

José Rincón Hernández. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Jesús Rollan Trigos. Director de RRHH de Air Liquide Healthcare Iberia.

Carmen Vázquez Cáceres. Secretaria técnica de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

ÍNDICE

1. PREÁMBULO E INTRODUCCIÓN	6
 1.1. Objetivos y alcance 1.2. Metodología y estructura 1.3. Audiencia 1.4. Alcance de esta guía: Bloque quirúrgico, servicio de urgencias y facility management 	7 7 8 8
2. EL CONCEPTO DE SMART HOSPITAL	9
 2.1. Definición de Smart Hospital 2.2. Retos y Oportunidades del Smart Hospital 2.3. Tecnologías del Smart Hospital 2.3.1. Internet de las Cosas (Internet of Things - IoT) 2.3.2. Inteligencia Artificial (IA) 2.3.3. IoT e IA: Una potente combinación como base para el smart hospital 2.3.4. Activos y capacidades del Smart Hospital 2.3.5. Punto de partida en España 	9 9 11 11 13 16 16
3. RETOS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO, URGENCIAS Y FACILITY MANAGEMENT	20
 4. SMART BLOQUE QUIRÚRGICO 4.1. Estado del arte y retos del bloque quirúrgico 4.2. Las respuestas del Bloque Quirúrgico Smart 4.3. Por dónde empezar 	21 21 22 25
5. SMART URGENCIAS	26
5.1. Estado del arte y retos del servicio de urgencias5.2. Las respuestas del Servicio de Urgencias Smart5.3. Por dónde empezar	26 27 31





6. SMART FM (FACILITY MANAGEMENT)	31
6.1. Estado del arte y retos del FM	31
6.2. Las respuestas del Smart Facility Management	34
6.3. Por dónde empezar	37
7. DESPLIEGUE DE UN SMART HOSPITAL: DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA	38
7.1. Compra Pública de Innovación	38
7.2. Compra pública innovadora	40
7.3. Conclusiones	43
8. LA CONTRIBUCIÓN DEL SMART HOSPITAL EN LA GESTIÓN DE CRISIS SANITAR	IAS 43
9. ABREVIATURAS, DEFINICIONES Y BIBLIOGRAFÍ A	46
9.1. Abreviaturas	46
9.2. Definiciones	46
9.3. Bibliografía y fuentes de información	48
9.4. Lista de tablas y figuras	49

1. PREÁMBULO E INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, los sistemas de salud se enfrentan a una presión asistencial sin precedentes, principalmente catalizada por el rápido envejecimiento de la población, la mayor prevalencia de las enfermedades crónicas y las demandas cada vez mayores por parte de los pacientes, los cuales ejercen un papel más relevante en los procesos asistenciales y demandan una atención más cercana y personalizada. Además, en los últimos tiempos ha sido preciso hacer frente también a la pandemia por COVID-19, que ha llevado al límite la resistencia de nuestro estado de bienestar. Así, en una época de estancamiento del crecimiento económico, los países luchan con la casi imparable dirección ascendente de sus gastos sanitarios, que incluso en tiempos de bonanza económica suelen crecer más rápido que la tasa de crecimiento económica básica. En este contexto, los hospitales como punto de referencia de los sistemas sanitarios luchan por adaptarse, evolucionar y redefinir su rol en un nuevo entorno.

El internet de las cosas o loT (*Internet of Things*) está revolucionando el mundo de las TIC, ofreciendo la capacidad de interconexión de todos los elementos materiales y humanos mediante la creación de nuevos servicios. En los centros sanitarios, la continua y rápida evolución de la tecnología hace que los profesionales tengan que evolucionar y adaptarse también para desempeñar sus funciones de manera eficaz y eficiente. La adaptación a estas tecnologías requiere de la asimilación de nuevos conceptos, mediante la comunicación e interrelación de datos y la conectividad entre equipos y personas.

Por otro lado, el internet de las cosas combinado con tecnologías de analítica avanzada (principalmente basándose en el desarrollo de la inteligencia artificial) están revolucionando múltiples industrias, ofreciendo la capacidad de conectar multitud de objetos, de analizar los datos que generan y habilitando así el desarrollo de nuevos servicios.

Así pues, parece lógico pensar que al igual que está ocurriendo en otras industrias, el mundo de la salud y, particularmente, los hospitales, pueden aprovechar esta combinación virtuosa de tecnologías para transformarse y afrontar en mejores condiciones los grandes retos que tienen por delante. De esta forma, el aprovechamiento de estas nuevas tecnologías (IoT, IA), puede ser un catalizador de la transformación del sector de la salud, mejorando la **experiencia del paciente**, de los familiares y del propio profesional, así como los **resultados en salud** durante el proceso asistencial e impactando positivamente en la **sostenibilidad** del hospital. Si esta aplicación de la tecnología se hace de forma global e intensiva dentro del centro hospitalario, estaríamos hablando de un *smart hospital*.

La tecnología, además de utilizarse para mejorar la prestación de asistencia sanitaria, puede utilizarse para conectar al *smart hospital* con un sistema de salud más amplio, en el que los hospitales jueguen un papel importante pero menos central. Como resultado, el paradigma del sector de la salud está cambiando, y los cambios probablemente se acelerarán en los próximos años. Los hospitales, tradicionalmente el centro de los sistemas de prestación de servicios de salud, se verán forzados a redefinirse a sí mismos. El conocido como "hospitalocentrismo" del sistema de salud debe evolucionar.

Uno de los mayores retos es que ciertas innovaciones disruptivas tienen un alto coste, al menos a medio plazo desde que son introducidas, y su incorporación puede desestabilizar los presupuestos de los sistemas sanitarios y comprometer su viabilidad. No se trata de un reto nuevo, ni uno que la sociedad y los profesionales quieran, ni puedan renunciar a abordarlo. Todo ello ha de ser compatible con la debida transparencia y seguridad en el uso de recursos colectivos, además de llegar de forma equitativa a toda la población, en un sistema pactado y, por supuesto, sostenible.

Por todo lo indicado anteriormente, en el año 2019, desde la Comisión de Ingeniería Médica y InSanitaria del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, con el apoyo de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria y la colaboración de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES), Air Liquide Healthcare y Antares, se propuso lanzar un trabajo de reflexión, mediante la congregación de un nutrido grupo de expertos del sector de la salud, para analizar y debatir en una serie de sesiones de trabajo, las posibilidades que el *smart hospital* brinda a la hora de





hacer frente a los desafíos que enfrentan a día de hoy los centros hospitalarios. Así pues, el presente documento es el fruto de esas sesiones de trabajo y de las reflexiones, debates y análisis llevados a cabo en las mismas.

1.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo de este Libro Blanco es profundizar en el concepto del *smart hospital* (el cual es ampliamente analizado a lo largo del presente documento), analizando en detalle como las tecnologías del loT, la analítica avanzada y la IA pueden facilitar el desarrollo y la implantación de soluciones en los hospitales, con el objetivo de impactar de forma positiva en 3 ejes claves:

- > Mejorar los resultados en salud durante el proceso asistencial.
- > Mejorar la experiencia de los pacientes, de los familiares y de los propios profesionales.
- > Facilitar la sostenibilidad de los hospitales y, por tanto, del sistema sanitario en su conjunto.

A fin de facilitar el análisis y siguiendo un enfoque práctico basado en metodologías *Lean*, en el presente documento se ha focalizado la evaluación de soluciones en 3 áreas clave dentro del ámbito hospitalario: Urgencias, bloque quirúrgico y *facility management*.

1.2. METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA

El presente documento es el resultado de un trabajo de reflexión colaborativo y multidisciplinar llevado a cabo por un grupo de más de 20 expertos en el ámbito hospitalario, dentro del contexto del *Think Tank Smart Hospital* organizado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid y la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

A lo largo de los últimos 10 meses, se han llevado a cabo 4 sesiones de trabajo en las que a partir de la focalización en un área concreta del hospital (urgencias, bloque quirúrgico o facility management) se trabajó de forma conjunta siguiendo la siguiente estructura:

- > Revisión del estado del arte.
- > Análisis de retos, problemáticas y desafíos.
- > Identificación de soluciones (tecnologías habilitantes).
- > Matriz de impacto (esfuerzo beneficio).

A fin de facilitar la evaluación tanto de retos como de soluciones en las distintas áreas, se definieron grupos de trabajo independientes para focalizar el análisis en torno a 3 ejes de impacto: mejora de resultados en salud, mejora de experiencia de paciente y eficiencia operativa.

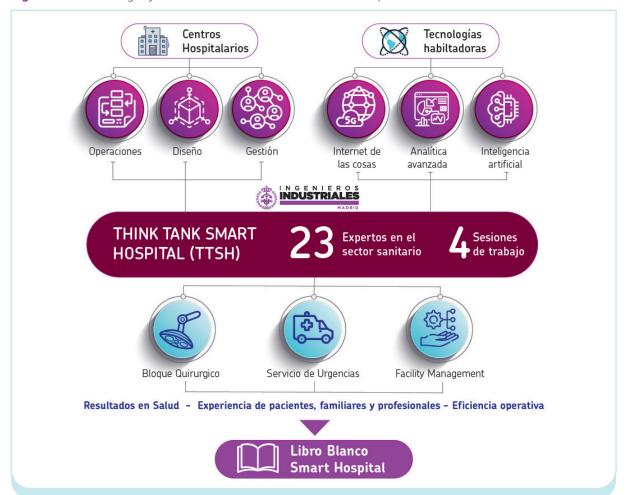


Figura 1. Metodología y estructura del Think Tank Smart Hospital

1.3. AUDIENCIA

El objetivo clave de este documento es ofrecer una serie de indicaciones a toda aquella persona interesada en evaluar cómo las tecnologías del IoT, la analítica avanzada y la inteligencia artificial pueden transformar el sector hospitalario en los próximos años. Además, se ofrece un primer análisis de evaluación de esfuerzo – beneficio de las distintas soluciones, que sirve de base para la definición de una hoja de ruta de implantación.

1.4. ALCANCE DE ESTA GUÍ A: BLOQUE QUIRÚRGICO, SERVICIO DE URGENCIAS Y FACILITY MANAGEMENT

Esta iniciativa estuvo marcada por la filosofía *agile* y *Lean*, buscando generar el mayor impacto con el menor *lead time* posible. Por ello optamos por acotar el alcance del estudio en aras de conseguir, en menos de 12 meses desde la constitución del **Think Tank Smart Hospital**, la publicación de un libro blanco que sirva de guía útil al gestor sanitario a la hora de enfocar el rumbo de su organización hacia el *smart hospital*.

En esta línea entendimos que las áreas seleccionadas eran las óptimas para alcanzar los objetivos descritos. El bloque quirúrgico y las urgencias cubren un tramo muy relevante de la producción asistencial en atención especializada y el *facility management* es transversal a toda la actividad de un centro sanitario.



2. EL CONCEPTO DE SMART HOSPITAL

2.1. DEFINICIÓN DE SMART HOSPITAL

El *smart hospital* tiene como objetivo prioritario el cuidado óptimo de los pacientes aprovechando al máximo las TIC más avanzadas. En él, los objetos e incluso las personas están intercomunicados y es posible conocer multitud de datos sobre ellos. A través de estos datos se puede, por ejemplo (y de forma ilustrativa, no necesariamente exhaustiva).

- > identificar personas y situaciones, actualizar historias clínicas en tiempo real,
- > conocer el estado operativo de los equipos tecnológicos y su forma de trabajo en cada momento,
- > disponer de información actualizada y/o de expertos en el momento oportuno,
- > diseñar procesos de diagnóstico y/o tratamiento eficientes, eficaces y seguros

Así pues, una definición del término smart hospital puede ser:

"Smart hospital es un hospital basado en procesos optimizados y automatizados construidos en un entorno de activos y personas interconectadas, particularmente basados en el internet de las cosas (IoT) y en el análisis de los datos capturados (por ejemplo, mediante la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial – IA), para mejorar los procedimientos existentes de atención al paciente e introducir nuevas capacidades".

En definitiva, lo que hace que un hospital sea inteligente es la capacidad de, por un lado, capturar una cantidad ingente de datos procedentes de múltiples fuentes (personas, dispositivos, etc.) y, por otro, la de procesar dichos datos para extraer información y conocimiento de ellos. De esta forma, este conocimiento será la base para nuevos modelos de toma de decisiones, los cuales permitirán acercar a las organizaciones sanitarias a una gestión de la salud y de los diferentes medios empleados más eficiente, segura y de mayor calidad.

Además, es importante tener en cuenta que los hospitales actuales necesitan integrar estas nuevas tecnologías de manera gradual, rediseñar la forma en que prestan los cuidados, replantearse la forma en que interactúan con otros proveedores del sector salud y ceder las actividades que pueden ser transferidas a otros agentes que puedan realizarlas de manera más eficiente y eficaz.

2.2. RETOS Y OPORTUNIDADES DEL SMART HOSPITAL

El desarrollo del IoT, la analítica avanzada y la inteligencia artificial, junto con su paulatina adopción por parte de las organizaciones sanitarias están fomentando la aparición de nuevos retos y oportunidades en el sector sanitario. Estos son:

Mejorar los procesos asistenciales.

El desarrollo y la adopción del IoT y la analítica avanzada basada en algoritmos de inteligencia artificial, puede tanto mejorar los métodos de tratamiento existentes como facilitar el desarrollo de otros nuevos. De esta forma, estas tecnologías (combinadas con otras tecnologías habilitantes como la genómica, la nanotecnología o la bioingeniería) serán la base para la evolución del paradigma de la asistencia sanitaria desde un modelo generalista a una suprapersonalización de la asistencia.

Optimizar el flujo de pacientes.

Las organizaciones sanitarias en todo el mundo son cada vez más conscientes de la importancia de optimizar la gestión de los flujos de pacientes en las distintas áreas de los hospitales (urgencias, bloque quirúrgico, consultas externas) como medida para reducir los tiempos de espera y de estancia, reducir los errores, maximizar el uso de los recursos y mejorar la experiencia tanto de pacientes como de los propios trabajadores sanitarios. En este ámbito, la captura de datos detallados del flujo (por

ejemplo, patrones de llegada de pacientes a los servicios de urgencias) y los movimientos de pacientes en los hospitales, así como su análisis y procesamiento avanzado, pueden permitir identificar cuellos de botella y puntos de optimización a fin de obtener un flujo continuo de pacientes.

Consolidar la atención sanitaria a distancia.

La capacidad de ampliar las fronteras de los hospitales y proporcionar atención médica a distancia se debe consolidar. El hospital debe de trascender a sus paredes. Diversos dispositivos médicos móviles, introducen la capacidad de realizar la vigilancia del paciente en tiempo real mediante la medición de los signos vitales y ponerlas a disposición del personal a través de conexiones de red, lo que permite actuar precozmente sobre el paciente en función de su estado y tratarlo en su domicilio. Por tanto, la admisión de pacientes en los hospitales se limita a los casos que se consideren necesarios, traduciéndose en una reducción de costes y mejor experiencia del paciente.

Incrementar la seguridad del paciente.

La seguridad del paciente debe mejorar a la par que la prestación de asistencia sanitaria y el flujo de pacientes. Los dispositivos médicos pueden aumentar la seguridad del paciente si están interconectados y son capaces de avisar con mayor antelación.

Garantizar la seguridad de los datos (seguridad cibernética).

Los hospitales son infraestructuras críticas. El logro de muchos de los objetivos clave asociados con los hospitales inteligentes depende en gran medida de la disponibilidad de sistemas de información clínica y dispositivos médicos fiables y conectados en red. Los hospitales almacenan información confidencial de pacientes, como el diagnóstico de enfermedades, historias clínicas, información de contacto, información de seguro médico y número de seguro social. Los profesionales de las TIC deben garantizar que los médicos puedan acceder fácilmente a los datos y que estén lejos de ciberataques.

Mejorar la experiencia del paciente.

A través de una relación basada en el respeto y la empatía, el sanitario puede ofrecer una mejor asistencia que mejore la experiencia del paciente y lo empodere. Esta relación profesional-paciente es necesariamente asimétrica: implica un elemento de incertidumbre y riesgo para el paciente que depende de la competencia e intenciones del profesional sanitario. Pero la capacidad de acceder a información relevante sobre su condición médica, diagnóstico y tratamiento facilita este proceso de empoderamiento, y las tecnologías de la información y comunicación pueden contribuir a mejorar la experiencia del paciente durante el proceso asistencial

Mejorar las condiciones de trabajo de los profesionales.

Sin lugar a duda, el pilar fundamental del sistema sanitario son sus profesionales (médicos, enfermería, auxiliares, celadores, servicios auxiliares, etc.). En la actualidad, la carga de trabajo a la que se ven sometidos se ve incrementada en muchos casos por procesos poco eficientes, pudiendo ser optimizados mediante la aplicación de tecnologías que faciliten el acceso a la información relevante cuándo y dónde es requerida.

En resumen, los hospitales inteligentes son aquellos que, a través de la innovación tecnológica y organizativa –a través, en definitiva, de un cambio cultural–, optimizan, rediseñan o definen nuevos procesos clínicos y sistemas de gestión, gracias al aprovechamiento de las nuevas tecnologías disruptivas (IoT, IA), para proporcionar un incremento de valor en los servicios prestados, o bien poder ofrecer nuevos servicios que antes no eran posibles.

Y todo ello para mejorar la atención al paciente: mejores resultados en salud, incrementar la eficiencia operativa y mejorar su experiencia.





2.3. TECNOLOGÍ AS DEL SMART HOSPITAL

Durante los últimos años hemos vivido el desarrollo de diversas tecnologías con un fuerte impacto transformador en diferentes industrias. Desde el desarrollo de las tecnologías móviles hasta el *cloud computing* pasando por el *business intelligence* o los sistemas de información sectoriales, todas ellas han traído consigo la aparición de nuevos servicios y modelos de negocio que han transformado nuestra manera de vivir.

No obstante, más recientemente estamos viendo como dos de las tendencias tecnológicas con más poder transformador de nuestra historia reciente como son el loT (*Internet of Things* – internet de las cosas) y la IA (inteligencia artificial), están llegando a un nivel de madurez que hace pensar en un futuro completamente diferente a partir de las posibilidades que brindan.

2.3.1. INTERNET DE LAS COSAS (INTERNET OF THINGS - IOT)

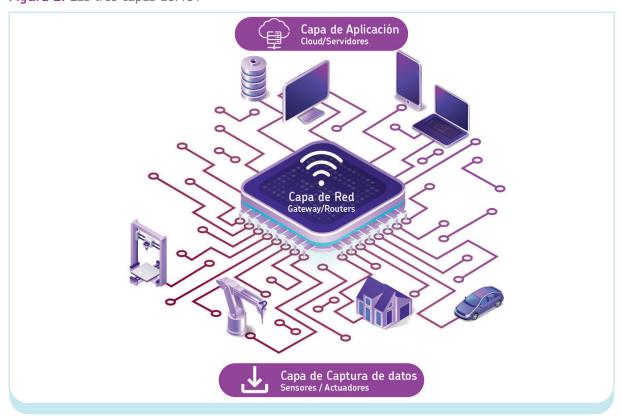
¿Qué es el loT?

Mediante el concepto del "Internet de las Cosas" o su versión en inglés "Internet of Things – IoT", se hace referencia a la interconexión de dispositivos u objetos a través de las redes de comunicaciones. De esta forma, se establece una comunicación y monitorización constante, lo cual permite avanzar hacia la automatización de los procesos (ya no es necesario que una persona registre la información del dispositivo de forma manual, sino que es el propio dispositivo el que la envía de forma autónoma).

Aunque existen muchas arquitecturas diferentes, desde un punto de vista de alto nivel, el modelo más sencillo de arquitectura para una aplicación de IoT sería un modelo de 3 capas:

- > Capa de captura de datos: Sensores, actuadores u otros dispositivos que interactúan con el entorno.
- > Capa de red: Comunica y conecta a los dispositivos a través de una red con la capa de aplicación.
- > Capa de aplicación: Almacena y procesa los datos capturados para ofrecer servicios y funcionalidades a los usuarios.

Figura 2. Las tres capas del IOT



Como puede apreciarse en la imagen, es necesario que las distintas capas se comuniquen entre ellas, lo cual ha llevado en los últimos años a un enorme desarrollo de diversos estándares de comunicación (especialmente inalámbricos). De esta forma, estándares como LoRa, Sigfox, NB-IoT y otros, están permitiendo el desarrollo de sensores inalámbricos con unos consumos energéticos muy bajos (pudiendo llegar a tener autonomías de varios años) y cuyo coste no para de reducirse. Así, cada vez es más sencillo y barato poder sensorizar diferentes parámetros a fin de capturar información que pueda ser utilizada para optimizar los procesos de negocio.

El IoT en el mundo de la salud

De acuerdo con un estudio de Gartner¹ llevado a cabo mediante entrevistas a más de 500 responsables de IT de empresas de distintas industrias, la adopción del loT se está generalizando. Esto se refleja en el hecho de que el 86% de los encuestados indicaba ya tener desplegada alguna arquitectura loT para alguna línea de negocio. Además, el 11% de los encuestados trabajaban para organizaciones sanitarias, por lo que se puede concluir que el mundo de la salud no es una excepción. De hecho, según el estudio, el 79% de las organizaciones sanitarias tienen ya algún proyecto de loT en marcha.

Las aplicaciones del IoT en el mundo de la salud son múltiples y muy variadas, desde la monitorización de las temperaturas, los flujos de aire o la operación de los dispositivos médicos, hasta la monitorización de los pacientes tanto dentro como fuera de los centros hospitalarios.

Dentro de estas distintas aplicaciones, una de las áreas de más rápido crecimiento son las relacionadas con la monitorización de las infraestructuras hospitalarias. Según un informe de IDC², el 29% de los centros hospitalarios en Europa están pilotando soluciones de IoT para la monitorización y la gestión de sus infraestructuras. Además, estas aplicaciones pueden enlazarse entre sí como por ejemplo cuando los sensores de presencia se utilizan para ajustar las condiciones ambientales en ciertas áreas del hospital con el objetivo de reducir los consumos energéticos.

Otro ejemplo relevante de aplicación del IoT en los hospitales son los sistemas de geolocalización en tiempo real (Real-Time Location Systems – RTLS), los cuales permiten geolocalizar a personas o activos en tiempo real dentro del hospital. Por ejemplo, mediante la asignación de pulseras en admisión, los pequeños chips incluidos en ellas transmiten de forma inalámbrica (generalmente utilizando Bluetooth Low Energy) en tiempo real la ubicación de los pacientes. A partir de esta información es posible optimizar los flujos de pacientes y poder ofrecer información tanto a los profesionales como a los acompañantes del punto en el que se encuentran los pacientes dentro del proceso asistencial. Además, estos chips, pueden utilizarse no sólo para localizar pacientes, sino también para trazar el equipamiento móvil (equipos portátiles de rayos, sillas de ruedas, etc.), lo cual permite ahorrar tiempo a la hora de localizar los equipos cuando son requeridos a la vez que habilita la puesta en marcha de iniciativas para optimizar su uso.

No obstante, no es posible analizar el impacto del IoT en el mundo de la salud sin hacer referencia a la incorporación del IoT a los dispositivos médicos (lo que se ha dado en llamar *Internet of Medical Things* o IoMT). Sensores de constante vitales, marcapasos, medidores de glucosa y muchos otros dispositivos están empezando a incorporar chips que permiten que dichos dispositivos transmitan los datos que miden para que puedan ser incorporados de forma automática a las historias clínicas electrónicas de los pacientes. De esta forma, estos datos están disponibles para los profesionales sanitarios en tiempo real, permitiendo así ofrecer una mejor atención asistencial. Además, dado el desarrollo de las tecnologías inalámbricas de las que se hablaba anteriormente, esta monitorización de los parámetros clínicos no sólo es posible dentro del propio hospital, sino que se abre la puerta a todo un nuevo mundo para la atención remota. De hecho, una de las grandes revoluciones en este ámbito vendrá dada por la proliferación de los llamados dispositivos wearables (especialmente los smartwatches), los cuales combinados con las apps móviles de salud, están permitiendo que los propios pacientes sean generadores de una cantidad ingente de información, la cual puede ser utilizada para hacer un seguimiento más preciso y constante de la salud de las personas más allá de las paredes del propio hospital.

¹ Gartner. Forecast Analysis: Healthcare Providers Internet of Things Endpoint Electronics and Communications Revenue, Worldwide. Oct 2019 Aug 2019

² IDC. Global IoT Decision-Maker Survey, 2019: First Look. IDC Survey - Doc # US45407319



A modo de resumen se espera que el número de dispositivos IoT usados por los hospitales y los propios pacientes crecerá de forma exponencial en los próximos 10 años, cubriendo entre otros los siguientes casos de uso:

- > Seguimiento de pacientes con patologías crónicas: la monitorización mediante dispositivos loT de personas con patologías crónicas crecerá desde 1 de cada 100 en 2018 a 1 de cada 17 en 2028.
- > Las residencias y los centros de atención a dependientes optimizarán sus escasos recursos incrementando el número de dispositivos loT, pasando de 1,5 dispositivos por residente en 2018 a 12 dispositivos por residente en 2028.
- > Los hospitales localizarán activos y personas (optimizando así su uso y su flujo, respectivamente) más que triplicando el número total de chips de localización desplegados entre 2018 y 2028.

2.3.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

¿Qué es la IA?

Con el término genérico de Inteligencia Artificial (IA) se hace referencia a la capacidad de dota de inteligencia a las máquinas. Esto implica que las máquinas puedan aprender a partir de la experiencia, se puedan ajustar a nuevas aportaciones y realicen tareas como lo hacen los humanos.

A día de hoy los ejemplos de ordenadores que juegan al ajedrez o coches que se conducen por sí solos son ampliamente conocidos por el público. Estos ejemplos (así como casi todas las particularizaciones de la inteligencia artificial como el procesamiento del lenguaje natural o la visión artificial) se sustentan principalmente en el aprendizaje automático (machine learning).

Machine Learning

Se trata de un tipo de IA que permite a los programas informáticos ser más precisos a la hora de ofrecer respuestas sin haber sido explícitamente programados para devolver un resultado específico. Para ello, los algoritmos de machine learning usan datos históricos como base para predecir nuevos resultados.

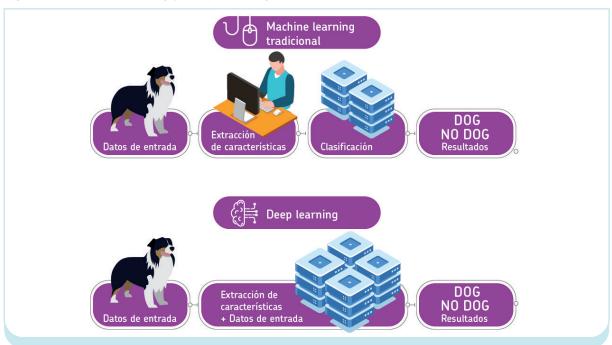
Figura 3. Pasos de un proyecto de Machine Learning



Aunque los algoritmos de *machine learning* son algo que ha estado ahí desde hace décadas, no ha sido hasta hace relativamente pocos años, cuando han alcanzado una mayor popularidad y han empezado a aplicarse en múltiples industrias para cubrir múltiples casos de uso (sistemas de recomendación, sistemas de detección del fraude, mantenimiento predictivo, etc.).

En esta adopción masiva que el *machine learning* ha tenido en los últimos años, ha tenido un papel muy relevante el aprendizaje profundo (*deep learning*), el cual se trata de un tipo específico de machine learning en el que se van añadiendo más capas de decisión (redes neuronales). Debido a esta mayor complejidad, las aplicaciones en las que se usa el *deep learning*, suelen obtener resultados con una mayor precisión, pero a expensas de requerir un mayor poder de computación. Por ello, no ha sido hasta los últimos años cuando se ha popularizado su uso en paralelo al desarrollo de equipos de computación más potentes. Cabe destacar también, que el deep learning suele alcanzar resultados especialmente buenos cuando se usa en aplicaciones en las que es preciso trabajar con datos no estructurados (como por ejemplo imágenes o sonidos).

Figura 4. Machine Learning y Deep Learning



A modo de ejemplo, si los algoritmos de *deep learning* se utilizan para identificar imágenes estaríamos hablando de visión artificial, mientras que si los utilizamos para identificar el significado de una frase pronunciada por una persona estaríamos hablando de procesamiento del lenguaje natural *(Natural Language Processing – NLP)*.

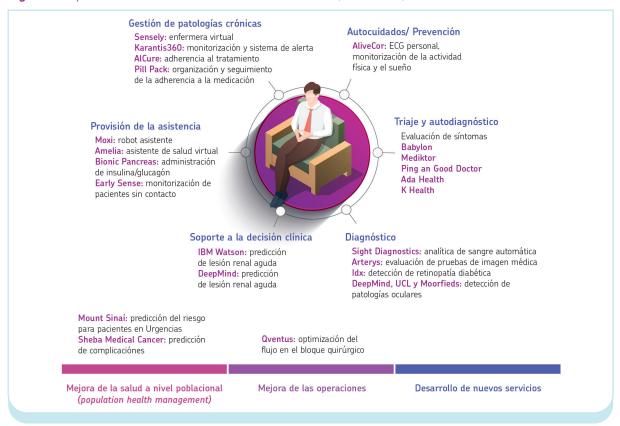
La IA en el mundo de la salud

La idea de que los programas informáticos puedan extraer conclusiones de forma automática a partir de los datos almacenados en los sistemas de gestión hospitalaria, con el objetivo de incrementar la eficiencia operativa y la toma de decisiones clínicas ha supuesto una gran motivación para los científicos de datos durante décadas. No obstante, esta idea ha generado tradicionalmente dudas y recelos en la comunidad médica. Sin embargo, el aumento de la calidad y la cantidad de los datos disponibles (incrementada de forma exponencial por la adopción del IoT), combinado con una mayor capacidad de cómputo y avances relevantes en los algoritmos, está habilitando el desarrollo de aplicaciones que están consiguiendo el apoyo tanto de la comunidad científica como de la comunidad médica. Así, este interés creciente queda reflejado en las expectativas de que el mercado de IA en el mundo de la salud

a nivel global se multiplique por 11 en el periodo 2014 – 2021, pasando de unos 600M\$ a más de 6.600M\$ creciendo a un ritmo de un 40% anual.³

Dado que el concepto de IA es intrínsecamente amplio, las aplicaciones de la misma al mundo de la salud son también amplias y variadas. Tomando como referencia el análisis hecho por EIT Health en el informe publicado en marzo de este año, es interesante aplicar un *framework* que permita establecer las áreas claves de impacto de la IA en el mundo de la salud, ubicando al paciente en el centro y desplazándose a lo largo de toda la cadena de valor. Cabe destacar también que además de en el propio paciente, la IA puede tener un impacto en el mundo de la salud desde un punto de vista más amplio, por ejemplo, mejorando la salud a nivel poblacional *(population health)*, mejorando las operaciones de las organizaciones sanitarias o habilitando nuevos modelos de prestación de servicios. En la siguiente imagen puede verse un resumen de algunos de los casos de uso más destacados, así como empresas activas en cada uno de ellos.

Figura 5. Aplicaciones destacadas de la IA en la salud. (EIT Healht)



Aun cuando la recopilación anterior no pretende ser exhaustiva, sí que permite visualizar el amplio rango de áreas donde la IA está teniendo y puede tener un impacto en el mundo de la salud.

En todo caso, a pesar de la repercusión mediática que estas iniciativas puedan tener, la realidad es que el impacto hasta ahora de la IA en las organizaciones sanitarias ha sido muy limitado. Esto queda reflejado en el hecho de que incluso entre grupos de profesionales sanitarios con especial orientación hacia la innovación, más del 44% no ha participado nunca en un desarrollo o despliegue de una solución de IA.

Así pues, queda un largo camino por delante para que la IA sea un elemento transformador en el mundo de la salud, pero no cabe duda de que las aplicaciones ya existentes a día de hoy, junto con los enormes desarrollos que se están llevando a cabo tanto en el ámbito de la propia IA como en otras tecnologías complementarias (por ejemplo, el IoT), hacen presagiar un futuro prometedor.

^{3.} Accenture. ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI): HEALTHCARE'S NEW NERVOUS SYSTEM. 2017

2.3.3. IOT E IA: UNA POTENTE COMBINACIÓN COMO BASE PARA EL SMART HOSPITAL

Como se desprende de la definición tanto del IoT como de la IA, los mismos son plenamente compatibles y complementarios. Así, la combinación del IoT (captura y almacenamiento de datos) con la IA (análisis "inteligente" de los mismos) se presenta como una de las mayores disrupciones de nuestra historia reciente.

En el ámbito hospitalario, esta disrupción tiene una gran capacidad de ser canalizada hacia aplicaciones que impacten positivamente en los principales objetivos y retos de los hospitales, por lo que es por ello que se han tomado de forma general el IoT y la Inteligencia Artificial como las principales tecnologías habilitadoras para el desarrollo del concepto del *Smart Hospital* que se lleva a cabo en el presente libro blanco.

No obstante, tal y como se describe en el siguiente apartado, estas nuevas aplicaciones basadas en loT e IA, deben sustentarse en una serie de activos y capacidades básicas que den soporte al desarrollo de las distintas iniciativas que vayan conformando el *Smart Hospital*.

2.3.4. ACTIVOS Y CAPACIDADES DEL SMART HOSPITAL

Existe una amplia gama de activos esenciales para el funcionamiento de los hospitales tradicionales que deben ser protegidos. El *Smart hospital*, además, posee ciertos activos específicos que lo caracterizan, algunos de los cuales permiten tomar decisiones de manera autónoma. Estos activos son:

- 1. Las tecnologías de atención a distancia comprenden el ecosistema de las TIC que permite al smart hospital ampliar sus fronteras y prestar servicios asistenciales a los pacientes en lugares remotos (por ejemplo, en el hogar).
- 2. Los dispositivos médicos conectados, siendo éste un activo clave del smart hospital. Los dispositivos implantables, como los marcapasos, pueden actualizarse, lo que reduce los motivos para su sustitución. Los dispositivos fijos y móviles, en el contexto de los hospitales inteligentes, están interconectados con los componentes de los sistemas de identificación y los de información clínica, aumentando el nivel de automatización y la capacidad de tomar decisiones correctas.
- 3. Los sistemas de identificación que se utilizan tanto para rastrear como para autentificar al personal, a los pacientes o el equipamiento del hospital, como por ejemplo, las camas. Los sistemas de seguridad de circuito cerrado junto con los escáneres biométricos desempeñan un papel esencial a la hora de autentificar y autorizar (por ejemplo, permitiendo el acceso a zonas específicas).
- 4. El equipo de red proporciona la columna vertebral de la conectividad para sostener al smart hospital, por poseer características mejoradas con respecto a las de un equipo estándar de un hospital tradicional. Este activo se refiere al conjunto de equipos conectados entre sí por medio de dispositivos inalámbricos o físicos, para el transporte de datos, con el objetivo de compartir información (archivos), recursos (impresoras, CD-ROM, etc.) y ofrecer servicios (correo electrónico, acceso a internet, etc.).
- **5.** Los dispositivos móviles se integran en los smart hospital para que la información pertinente esté disponible en el lugar y el momento adecuados.
- **6.** Los sistemas de información clínica interconectados son desplegados junto con dispositivos médicos y de identificación para permitir procesos inteligentes de atención al paciente de extremo a extremo. Estos a su vez, gracias al machine learning, tienen más capacidad de tomar decisiones de forma autónoma.
- 7. Los datos tienden a considerarse activos importantes desde el punto de vista de la seguridad de la información. Principalmente las decisiones que un dispositivo inteligente tomará se basan en el análisis de los datos recogidos.
- **8.** Los edificios y las instalaciones son fundamentales ya que algunas de las funciones cruciales relacionadas con la seguridad del paciente dependen de la capacidad de los sistemas para gestionar de manera inteligente el uso de las instalaciones.



En la figura 6 se pueden apreciar algunos ejemplos de los principales activos existentes en un *Smart hospital*.

Figura 6. Activos del smart hospital (Adaptado de Enisa, Smart Hospitals)



2.3.5. PUNTO DE PARTIDA EN ESPAÑA

Como se ha descrito anteriormente, el *Smart Hospital* puede ser una respuesta a los retos y desafíos que enfrentan las organizaciones sanitarias actualmente. No obstante, como se indicaba en el punto anterior, para poder poner en marcha un *Smart Hospital*l, hacen falta una serie de activos y capacidades, y por tanto se requiere tanto de una inversión adecuada como de una adaptación por parte de los usuarios finales para evolucionar en la forma en la que las tareas del día a día se llevan a cabo.

En este sentido, desde el punto de vista de puesta en marcha de iniciativas en los hospitales que permitan ir evolucionando hacia el *Smart Hospital*, la posición de partida en España se caracteriza por tener:

- 1. Buen punto de partida en la digitalización del hospital.
- 2. Poca capacidad de inversión en innovación (deuda y déficit público con alto impacto en el sistema sanitario)
- 3. Estructuras organizativas muy rígidas (el hospital público de gestión directa, que es excepcional en el panorama europeo).

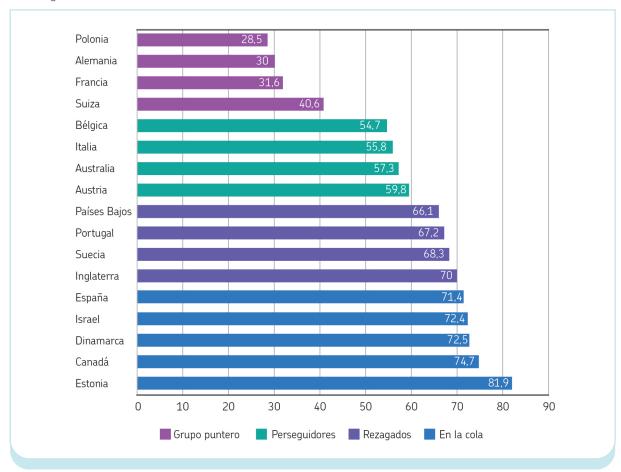
Buena base tecnológica

España se encuentra en el conjunto de países con un mayor índice de madurez digital en el sector sanitario, según diversos estudios comparados internacionalmente. Esto no implica necesariamente que el sistema sanitario español, público y privado, sea excelente en términos de digitalización, sino que, en términos comparados, España está mejor situada en este ámbito a nivel europeo.

Existen diversos índices que miden el nivel de madurez digital del sistema sanitario español. Según un estudio publicado recientemente por la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (Fenin), en colaboración con la Fundación Cotec, tiene en cuenta cuatro dimensiones:

- 1. El empoderamiento de la ciudadanía/paciente.
- 2. La disponibilidad de herramientas/servicios de salud digital para el profesional clínico.
- 3. La evaluación del avance tecnológico de la infraestructura IT de las organizaciones sanitarias para desarrollar nuevos servicios de salud digital.
- 4. Las herramientas de análisis de datos para la toma de decisiones aplicado a la gestión sanitaria/ planificación, gestión de la salud poblacional, salud pública-epidemiología e investigación.

Figura 7. Índice de Madurez Digital comparado en países de la UE (máximo 100). Bertelsmann Stiftung (2019)



Los resultados agregados de cada una de las dimensiones de este informe indican que el sistema sanitario español dispone de infraestructura y herramientas suficientes, pero aún no se han puesto suficientemente al alcance del paciente. El parque tecnológico del hospital y los servicios digitales para profesionales son los más desarrollados, mientras que los servicios digitales para pacientes todavía están en una fase baja de desarrollo.





Dificultad de inversión en innovación

La situación macroeconómica de España se caracteriza por un elevado endeudamiento y déficit público. Este contexto es poco favorable para acometer grandes proyectos de innovación en el sector público, tanto por la vía del incremento del gasto público o de la deuda.

Se constata que la inversión en innovación sanitaria genera un retorno para el sistema, hasta del 30%, y que las tendencias de futuro apuntarían – en la línea del *Smart hospital* – por la nanotecnología, la tecnología móvil, la analítica (*big data*) y la personalización/customización. El concepto de innovación se basaría en la capacidad de generar valor para el paciente.



Figura 8. Deseguilibrio presupuestario de los países de la UE. (Eurostat, EL PAÍS)

El sector sanitario es uno de los más innovadores. Sin embargo, el acceso a la innovación se plantea como un reto, sobre todo por el acceso a la financiación como apuntan algunos trabajos que profundizan en este asunto. Este reto se resolvería transformando el impacto de las innovaciones en mejoras significativas para las organizaciones, que contribuyesen a financiar el elevado coste de la innovación. Así, la innovación y la tecnología deberían ser (para el sistema sanitario) no el problema, sino la solución.

Estructuras organizativas rígidas

Los hospitales públicos españoles adolecen de fuertes rigideces organizativas, ancladas en un modelo casi funcionarial de sus profesionales, con estructuras muy jerárquicas y poco matriciales, con escaso trabajo de equipo y multidisciplinar (se trabaja en "silos "organizativos, funcionales y corporativos). A esto se le une un régimen económico-financiero basado, en general, en la contabilidad presupuestaria pública y un marco de compra pública fuertemente condicionado por las rigideces de la normativa de contratación pública.

Es necesario dotar a los hospitales públicos de instrumentos de gestión más flexibles que les permitan hacer frente a las rigideces actuales que impiden captar el valor generado por la innovación.

La rigidez estructural característica de los hospitales tiene orígenes de diversos tipos:

- > Debido a la propia organización.
- > Dentro del marco de gestión de las relaciones laborales.
- > Derivada de la profesión sanitaria.
- > Asociada a la gestión económica, ligada a un presupuesto anual y a la dificultad de movilizar partidas entre capítulos del presupuesto.
- > La que es propia del modelo de compra de la innovación.

3. RETOS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO, URGENCIAS Y FACILITY MANAGEMENT

El smart hospital debe orientarse a la aportación de valor en los tres principales retos de los sistemas sanitarios, y en consecuencia de sus organizaciones sanitarias, sean hospitales o centros de salud:

- > Mejorar los resultados en salud alcanzados para los pacientes tratados.
- > Mejorar la experiencia del paciente durante el proceso asistencial.
- > Mejorar la eficiencia operativa de las organizaciones, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema sanitario.

En la siguiente figura se muestran, a modo de resumen, los desafíos de las dimensiones seleccionadas para elaborar este informe (resultados en salud, experiencia del paciente y sostenibilidad), en cada una de las tres áreas identificadas del hospital (bloque quirúrgico, servicio de urgencias y facility management):

Tabla 1. Desafíos del smart hospital en cada una de las dimensiones del BQ, Urgencias y FM

	Bloque quirúrgico	Urgencias	Facility Management
Resultados en salud	 Mayor precisión quirúrgica Seguridad y reducción del daño anestesia 	 > Gestión de las personas mayores frágiles pluripatológicas > Cuidados inapropiados ligados a la espera de cama > Mayor riesgo de incidentes adversos por la saturación 	> Control de infecciones.> Salud laboral
Experiencia paciente	 > Ansiedad preintervención > Información sobre el estado del proceso de cirugía (para el familiar) 	 Tiempo de espera y tiempo de atención Disponibilidad de camas para ingresar posturgencias Interlocutor poco definido Información sobre el estado del paciente 	 Habitabilidad, confort y privacidad de los espacios de espera y de atención asistencial Experiencia del paciente de los servicios de hostelería
Sostenibilidad	 Rotación de quirófanos: número de IQ por sala y año Coste por paciente (inclu- ye el coste de cancelacio- nes y reintervenciones) 	 Recursos consumidos por atender a pacientes que espera a hospitalizar Costes asociados a la espera y las duplicidades Coste por cuidados no apropiados en urgencias poco complejas 	 > Eficiencia energética de las infraestructuras sanitarias. > Polivalencia y flexibilidad de los espacios





4. SMART BLOQUE QUIRÚRGICO

4.1. ESTADO DEL ARTE Y RETOS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO

No hay otra área asistencial donde se concentren más recursos sanitarios, humanos y de alta tecnología por metro cuadrado. Desde el punto de vista económico, el bloque quirúrgico supone el 35% de los gastos de cualquier hospital y el 60% de sus ingresos en los centros privados. Ello conlleva una gran complejidad y como consecuencia de todo ello, pequeñas mejoras en la gestión generan importantes beneficios y mejoras en la eficiencia.

La importancia del bloque quirúrgico y su complejidad derivan de la actuación en el mismo de profesionales de diferentes perfiles y de diferentes especialidades quirúrgicas, cuya coordinación entre ellos y con el resto del hospital es fundamental para un funcionamiento adecuado del mismo.

Existen trabajos que profundizan en la actividad y gestión del bloque quirúrgico en España, y que apuntan las tendencias más importantes en esta área del hospital -fuertemente influenciada por el desarrollo tecnológico (robotización, integración de imagen médica, etc.), la mejora de los sistemas de información y de los procesos organizativos- entre las que destacan la consolidación de la cirugía mínimamente invasiva o la transformación del diseño de los quirófanos "inteligentes" (quirófanos híbridos e integrados).

Si además tenemos en cuenta que la actividad quirúrgica conlleva de manera intrínseca una actuación invasiva, es una zona de alto riesgo para el usuario, en la que aspectos como la seguridad y calidad tiene el máximo sentido. En esta área tiene especial sentido el esfuerzo en la prevención de aparición de eventos adversos, por la gravedad que pueden tener los mismos en este entorno.

En el ecosistema del área quirúrgica conviven profesionales sanitarios altamente especializados: cirujanos, anestesistas y enfermería, quienes deberán adaptar sus roles y competencias al impacto de la robótica, el internet de las cosas, la personalización de la medicina, el *big data*, y la inteligencia artificial

La inteligencia artificial, la robótica, la integración de dispositivos y la conectividad tendrán un elevado impacto para los cirujanos dentro del área quirúrgica. Actualmente ya existen iniciativas de Inteligencia Artificial (Watson de IBM; Verb Robt de Johnson & Johnson, Ethicon, Google y Verily), que permiten la asistencia en tiempo real al cirujano. Las impresoras 3D permiten preparar modelos predictivos para la cirugía, y en pocos años serán capaces de generar órganos, tejidos, stents, trabajar en nanotecnología. Por otro lado, el uso de imágenes en el quirófano ya es una realidad en los quirófanos híbridos, que se irá generalizando en los próximos años. Al igual que la cirugía robótica, que actualmente está todavía limitada por su elevado coste y un numero pequeño de indicaciones y que tenderá a extenderse en los próximos años. Y finalmente, y sin ánimo de ser exhaustivos en todos los impactos de las tecnologías en la actividad quirúrgica, la consolidación del 5G permitirá dar un impulso a la telecirugía, facilitando la presencia a distancia de un cirujano experto y especializado que participen y de soporte en una intervención quirúrgica.

En el caso de los anestesistas, el big data y la Inteligencia Artificial contribuirán a una mejor valoración del riesgo de intervención, cruzando la información del paciente, su genética, la experiencia previa en casos similares. Una mejora en la accesibilidad al paciente y su entorno en los días anteriores a la intervención quirúrgica garantizará una preparación óptima, con sistema de recordatorios para cuándo dejar el anticoagulante o iniciar con el tratamiento de colirio antibiótico los días previos a la cirugía. En la anestesia intra operatorita la IA aportará conocimiento en múltiples áreas como la fluidoterapia, las técnicas anestésicas mejores para esa cirugía y ese paciente, identificación de procesos con más riesgo de dolor postoperatorio o náuseas y vómitos, hipotensión arterial postoperatoria. Conoceremos autoajustes en tiempo real de las bombas de perfusión intra y postoperatorias según algoritmos cada vez más complejos y personalizados. Los datos recogidos de todas las bombas de perfusión aportarán un conocimiento exponencial. En el periodo postoperatorio la IA aportará softwares específicos de anticipación a la sepsis y una mejor adecuación de pautas de analgesia a cirugía y paciente, entre otras aplicaciones.

En el caso de la enfermería, la tecnología aplicada al proceso quirúrgico permitirá reforzar la seguridad del paciente, mediante sistemas de *checklist* quirúrgico con soporte tecnológico o de infección quirúrgica cero. La aplicación *Big Data* a la programación quirúrgica no solo permitirá disponer de programas quirúrgicos más precisos en tiempo (según las condiciones de cada paciente, patología y equipo quirúrgico), sino que también permitirá a enfermería mejora la correlación de la programación quirúrgica con los medios humanos (habilidades necesarias para una determinada cirugía, participación de personal MIR...) y materiales disponibles (número de cajas quirúrgicas en la institución, alta tecnología compartida,...).

En este entorno de alta complejidad tecnológica y organizativa, se podrían plantear algunos retos, vinculados al *Smart hospital* en cada una de las dimensiones con las que se está trabajando en el presente Informe:

Resultados en salud:

- > Conseguir una mayor precisión quirúrgica.
- > Incrementar la seguridad y reducir el daño de la anestesia

Experiencia paciente:

- > Disminuir la ansiedad preintervención.
- > Suministrar información sobre el estado del proceso de cirugía (para el familiar).

Sostenibilidad:

- > Optimizar la rotación de quirófanos: número de intervenciones quirúrgicas por sala y año.
- > Disminuir el coste por paciente (incluye el coste de todas las cancelaciones y reintervenciones).

4.2. LAS RESPUESTAS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO SMART

Resultados en salud:

- Prescripción quirúrgica adecuada a evidencia, mediante algoritmos de IA. La aplicación de la IA (a través, por ejemplo, de soluciones algorítmicas o de la integración de imágenes) permitirán ajustar la prescripción.
- > Planificación y simulación de las intervenciones. A través de la realidad virtual, las capacidades técnicas de los profesionales se pueden entrenar. Deben desarrollarse sistemas de formación y planificación de intervenciones quirúrgicas basados en la realidad virtual y en la visualización de imágenes médicas.
- > Anticipar eventos adversos con monitorización predictiva. El evento adverso (suceso no deseado e imprevisto) puede intentar evitarse a través de la monitorización predictiva.
- > Seguridad avanzada: integración y autorización checklist. Una revisión sistemática realizada recientemente estima que aproximadamente 1 de cada 20 pacientes quirúrgicos experimenta un evento adverso prevenible, la mayoría de los cuales están relacionados con el cuidado perioperatorio y no con errores de la técnica quirúrgica.

La seguridad del paciente en el bloque quirúrgico, siempre importante, se consolidó internacionalmente en 2008, a través del programa de la OMS "Safe surgery saves lives".

A partir de la constatación de que un 25% de las intervenciones quirúrgicas pueden presentar complicaciones, la OMS considera la práctica de la cirugía como un asunto de salud pública y promueve establecer una serie de estándares mínimos, que pueden ser aplicados universalmente, definiendo un "entorno de seguridad en el proceso quirúrgico", que se concreta en la difusión y aplicación de un *checklist* o listado de verificación quirúrgica. El *Smart hospital*, en este entorno, debe promover la digitalización y la integración del *checklist* en los sistemas de información del bloque quirúrgico inteligente, no permitiendo el inicio de los procesos quirúrgicos sin la autorización y validación previa del *checklist*.



> Medir resultados postintervencionismo a través de IoT. Deben aprovecharse todas las potencialidades del IoT para la medición de resultados en salud, más allá de los tradicionales indicadores de resultados ligados al bloque quirúrgico (encuestas de satisfacción a profesionales, estancia media hospitalaria o complicaciones operatorias y posoperatorias).

Experiencia del paciente:

- > Información en tiempo real de la intervención para familiares. Los familiares han de tener acceso a información sobre la persona que está dentro del quirófano. Durante la cirugía, se producen largos períodos de tiempo durante los que no reciben ninguna indicación de en qué momento se encuentra la cirugía. El hospital inteligente debe permitir la información en tiempo real de la intervención, existiendo ya centros que están implantando proyectos de este tipo, a través de la telefonía móvil (sms)⁴ o de pantallas en las salas de espera del bloque quirúrgico⁵.
- > Reducir el estrés preintervención con mayor comunicación. La ansiedad, el miedo al dolor, a lo desconocido, ante una intervención quirúrgica puede influir sobre la inducción y recuperación del paciente, así como sobre la satisfacción del paciente con los cuidados anestésicos perioperatorios.
 - La información puede ayudar a reducir esta ansiedad del paciente, a través de programas de intervención previa tradicionales (por ejemplo, en la consulta de preanestesia) o a través de la tecnología, propia del *Smart Hospital*. Existen ya aplicaciones en algunos hospitales españoles⁶, cuyo objetivo es preparar física y psicológicamente a los pacientes que van a ser sometidos a un procedimiento quirúrgico para informar, orientar y asesorar al paciente y a su núcleo familiar, así como aumentar su conocimiento sobre su proceso quirúrgico y disminuir la ansiedad que todo ello le pueda suponer.
- > **Seguridad durante la intervención.** Las medidas que permiten la seguridad durante la intervención quirúrgica están ampliamente difundidas, desarrolladas y sistematizadas y deben abarcar, al menos, los siguientes aspectos:
 - Prevención de la infección de la herida quirúrgica.
 - Uso de la profilaxis antibiótica.
 - Prevención de complicaciones cardiovasculares.
 - Prevención del tromboembolismo venoso.
 - Aspectos derivados de la transfusión sanguínea.
 - Mantenimiento de la normotermia.
 - Aspectos derivados de la anestesia.

En el entorno del *Smart Hospital*, la tecnología y los sistemas de información deben permitir el cumplimiento de los objetivos de seguridad quirúrgica, con una monitorización y control de estos.

> Seguridad posthospital (monitorización remota con dispositivos/sensores). Una vez recibida el alta hospitalaria, el paciente puede ser controlado y monitorizado a distancia, con el seguimiento de diferentes variables clínicas a través de tecnología (dispositivos, lectores, sensores y medidores). El Smart Hospital deberá promover, ineludiblemente, estas estrategias, aprovechando el potencial de las nuevas tecnologías y el valor añadido de las mismas, tanto para el paciente (incremento de su satisfacción, ahorro de desplazamientos al hospital, por ejemplo) como para el profesional (control en tiempo real de la evolución del paciente).

Eficiencia operativa y sostenibilidad

> Programación del quirófano inteligente, basada en tiempos reales por intervención y equipo. La programación de la actividad del bloque quirúrgico debe tener en cuenta numerosas variables (preoperatorio, indicación quirúrgica, criterio y prioridad clínicos, tratamiento de las urgencias diferidas, diferentes especialidades, criterios de reducción de lista de espera quirúrgica...). En el Smart Hospital, la programación quirúrgica inteligente debe ser capaz de parametrizar a través de sistemas de información avanzados los criterios de la organización sanitaria y monitorizar los tiempos reales de intervención, de tal manera que el sistema se retroalimenta para optimizar el tiempo de utilización del bloque quirúrgico. A través de cuadros de mando, se podrá comparar la actividad y los tiempos programados con la realidad conseguida, de tal manera que se puedan emprender con la información obtenida acciones de mejora.

^{4.} www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-avisara-como-operacion-quirurgica-familiares-paciente-201903041645_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F

^{5.} https://www.parcdesalutmar.cat/es/noticies/view.php?ID=997

^{6.} https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/01/06/enfermeras-hospital-fundacion-alcorcon-disenan-app-pacientes-quirurgicos

- > Reducir variabilidad de los procesos, anticipar cuellos de botella, reducir cancelaciones. La estandarización de los procedimientos a través del desarrollo e implementación de quías de práctica clínica es el camino - constatado - para la reducción de la variabilidad de los procesos guirúrgicos. Esta estandarización permitirá, sin duda, una mejor y más fiable programación del bloque quirúrgico. En esta programación deben integrarse necesariamente los procesos de apoyo a la actividad guirúrgica (limpieza y desinfección entre intervenciones, disponibilidad de instrumental/central de esterilización, disponibilidad de material sanitario/implantes), cuyo óptimo funcionamiento permitirá maximizar el rendimiento quirúrgico, evitando cuellos de botella o cancelaciones, por ejemplo.
- > Trazabilidad del coste por proceso. Los sistemas de información del Smart Hospital deben ser capaces de alimentar un potente sistema de contabilidad analítica, capaz de determinar el coste por proceso en el seno del bloque guirúrgico. No solo deben hacerse bien los procesos, se debe conocer el coste de estos para medir la eficiencia de la organización en la utilización de sus recursos, en comparación con otras (acciones de benchmarking). El cálculo preciso y fiable del coste por proceso reguerirá de una integración de los diferentes subsistemas de información del Smart hospital (información clínica, información económico-financiera, información logística, información de recursos humanos, información de farmacia).
- > Mejorar disponibilidad quirófano (integrando GMAO en la programación). Los sistemas informáticos vinculados a la gestión del mantenimiento de instalaciones y equipos en el hospital inteligente (GMAO), deberán garantizar la disponibilidad permanente del bloque quirúrgico en condiciones óptimas de funcionamiento, a través de la planificación adecuada del mantenimiento programado (preventivo) y del mantenimiento de sus condiciones de climatización y ventilación (calidad del aire, temperatura, humedad). La explotación de los datos del GMAO y su integración en la programación de la actividad del bloque quirúrgico, permitirán una optimización de ésta, al tenerse en cuenta factores como la disponibilidad o no disponibilidad de equipos (por avería, por ejemplo).

A modo de resumen:

Figura 9. Retos del Bloque Quirúrgico Smart

RESULTADOS EN SALUD

- · Preinscripción quirúrgica adecuada a evidencia, mediante algoritmos de IA.
- Planificación y simulación de las intervenciones.
- Anticipar eventos adversos con monitorización predictiva.
- Seguridad avanzada (checklist)
- Medir resultados postintervención.

EXPERIENCIA DE PACIENTE

- Informacion en tiempo real de la intervención para familiares.
- · Reducir estrés preintervención con más comunicación.
- Seguridad durante la intervención
- Seguridad posthospital (monitorización remota con dispositivos/ sensores)

EFICIENCIA OPERATIVA

- · Programación del quirófano inteligente (basada en tiempos reales por intervención y equipo)
- Reducir la variabilidad de los procesos, anticipar cuellos de botella, reducir cancelaciones.
- Trazabilidad del coste por proceso.
- Mejorar la disponibilidad del quirófano (integración con sistemas GMAO).

En la siguiente tabla se recogen soluciones tecnológicas concretas que puedan dar soporte a las respuestas presentadas:



Tabla 2. Contribución de las tecnologías del *Smart Hospital* en el bloque guirúrgico

	Tecnologías
Comunicación	 > APP de seguimiento IQ en tiempo real > APP de asistente virtual de intervención (información pre, peri, post)
	> Teleconsulta y comunicación multidisciplinar
Digitalización	> Integración imagen médica, quirófano hibrido
IOT	> RTLS, captura de datos en tiempo real
	> Monitorización del paciente integrando dispositivos y sensores
	> Monitorización outcomes post-intervención con sensores / dispositivos en casa
IA	> Programación inteligente
	> Monitorización predictiva
	> Prescripción quirúrgica basada en algoritmos
	> Anticipar el daño terapéutico con algoritmos
Robotización	> Robots quirúrgicos
Telemedicina y atención remota	> Intervenciones a distancia, tele cirugía
Realidad virtual y aumentada	> Planificación y simulación de intervenciones
Impresión 3D	> Prótesis adaptadas
	> Biotintas

4.3. POR DÓNDE EMPEZAR

Al analizar las posibilidades de actuación utilizando una matriz de prioridades, que clasifica las intervenciones combinando el esfuerzo, la inversión, los tiempos necesarios y la facilidad o dificultad de implantación de las mismas, se pueden citar las siguientes:

Retorno alto en poco tiempo:

En el *Smart hospital* ya se pueden utilizar tecnologías, como la aplicación de seguimiento de itinerario de pacientes, que permite el seguimiento a familiares del mismo en el bloque quirúrgico (paciente en preoperatorio, paciente en quirófano y en salida de quirófano). También se utilizarán sistemas de seguimiento digital de los pacientes, en estos casos, el paciente lleva una pulsera con un tag que, conectado vía *bluetooth* a un conjunto de balizas repartidas por la zona quirúrgica, permite al equipo médico y a los familiares tener información en tiempo real sobre dónde se encuentra⁷.

Las nuevas tecnologías permitirán en el *smart hospital* el rediseño de procesos, consensuados y compartidos entre profesionales, a través de herramientas como *Real-Time Location System* (RTLS), que permiten medir tiempos de procesos, variabilidades y cuellos de botella o a través de la IA, consiguiendo, por ejemplo, la programación con tiempos estándares por intervenciones y equipos.

El sistema GMAO, en el *smart hospital*, se integrará en la gestión del bloque quirúrgico, garantizando la disponibilidad de las instalaciones y del equipamiento necesarios, así como las condiciones de climatización (temperatura, humedad, renovaciones de aire).

La tecnología permitirá la trazabilidad productos sanitarios, tanto del material implantado a un paciente, por ejemplo, como del resto del material que se utiliza en el bloque quirúrgico.

Retorno positivo, pero con tiempo y/o inversión:

En el *Smart hospital* se integrará la imagen médica necesaria en el bloque, con un único repositorio central de imágenes, que permitirá el almacenamiento y el acceso de cualquier imagen o estudio desde cualquier punto de la red.

La IA permitirá algoritmos clínicos predictivos pre e intraoperación y también la simulación con realidad virtual ayudará a entrenar a los médicos en procedimientos quirúrgicos nuevos o muy complejos.

^{7.} https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/vall-d-hebron-y-telefonica-presentan-un-nuevo-sistema-de-seguimiento-digital-de-los-pacientes-quirurgicos

El smart hospital adecuará las infraestructuras del bloque quirúrgico a las tecnologías, integrando aspectos tales como la robótica o las telecomunicaciones en el mismo, y adecuando sus espacios, intentando completar el contenido de un quirófano inteligente, en el que el paciente deberá recibir una atención personalizada. Esto, en muchos casos, requerirá de reformas importantes en hospitales diseñados con otro concepto del proceso quirúrgico y de la atención y satisfacción del paciente.

5. SMART URGENCIAS

5.1. ESTADO DEL ARTE Y RETOS DEL SERVICIO DE URGENCIAS

El volumen creciente de demanda de asistencia hospitalaria urgente hace que uno de los mayores problemas de las urgencias hospitalarias sea el de la saturación de pacientes y, por lo tanto, la existencia de una muy elevada presión asistencial (basada en niveles asistenciales "previos" ineficaces). Sin embargo, aunque esta demanda varíe en determinadas franjas horarias y épocas del año, es posible predecirla. Ello requiere una actualización de competencias, habilidades y conocimientos en la práctica médica de atención urgente, especialmente para introducir y potenciar elementos de gestión sanitaria que mejoren la seguridad de los pacientes.

Se pone de manifiesto, que este enorme volumen de demanda urgente dificulta la correcta atención sanitaria al paciente, cuando el tiempo de instauración del tratamiento es fundamental, provoca retrasos diagnósticos, se relaciona con un aumento de la morbimortalidad, favorece el error humano, incrementa la mortalidad hospitalaria, e incrementa la estancia media hospitalaria. Por otro lado, reduce la satisfacción del usuario, por lo que incrementa el número de quejas y eleva el porcentaje de pacientes que abandona la urgencia sin ser atendidos. La sobredemanda e hiperfrecuentación de estos servicios por causas que no se corresponden con la labor de estas unidades, además, se traduce en un crecimiento exponencial de costes.

Casi un 12% de las urgencias atendidas en la Comunidad de Madrid son ingresadas, a pesar de la implementación en los últimos años de dispositivos alternativos a la atención con hospitalización: Hospital de día, Hospitalización a domicilio.

esto es, se necesita una cama en el área de hospitalización para que el servicio de urgencias pueda "liberar" al paciente que tiene que pasar a planta. En épocas de alta saturación de las unidades/plantas de hospitalización (por ejemplo, con epidemia de gripe), la no disponibilidad de camas en las mismas puede llegar a colapsar las urgencias generales, al no poder drenarse los pacientes de este espacio.

El nivel de satisfacción de los pacientes con la atención recibida en los servicios de urgencia hospitalaria de la Comunidad de Madrid es bajo (82,3%), si lo comparamos con la satisfacción manifestada con el resto de las prestaciones hospitalarias, superior en todos los casos al 90%. Por ello, se plantea el área de urgencias como área de mejora preferente en los hospitales, con el objeto de incrementar ese nivel de satisfacción.

Así, el fin último del servicio de urgencias hospitalario debe ser atender a cualquier ciudadano que demande asistencia sanitaria urgente, en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia.

Los principales **retos** en el servicio de urgencias son:

Resultados en salud:

- > Gestión de las personas mayores frágiles pluripatológicas.
- > Cuidados inapropiados ligados a la espera de cama.
- > Mayor riesgo de incidentes adversos por la saturación.





Experiencia del paciente:

- > Tiempo de espera y tiempo de atención.
- > Disponibilidad de camas para ingresar posturgencias.
- > Interlocutor poco definido.
- > Información sobre el estado del paciente.

Eficiencia operativa y sostenibilidad:

- > Uso inapropiado de recursos, dedicado a atender a pacientes que espera a hospitalizar.
- > Costes asociados a la espera y las duplicidades.
- > Coste por cuidados inapropiados en urgencias poco complejas.
- > Costes relacionados con medicina defensiva

5.2. LAS RESPUESTAS DEL SERVICIO DE URGENCIAS SMART

Resultados en salud:

El smart hospital puede aportar respuestas a los retos de los servicios de urgencias tanto en la preurgencia (demanda), la organización del servicio de urgencias, y la atención posturgencias. Algunas de estas respuestas son:

1. Anticipar la demanda

Los desequilibrios entre la oferta y la demanda en los servicios de urgencias hospitalarios, que causan en muchas ocasiones saturación y cuellos de botella en la organización de la asistencia, hacen necesario su modelización de tal manera que sea posible predecir, en la medida de lo posible, los ingresos hospitalarios (urgentes) y, por ende, la necesidad de camas. El hospital inteligente debe ser capaz de explotar sus sistemas de información para organizar la urgencia hospitalaria y cuantificar los recursos necesarios en cada franja horaria, de tal manera que los tiempos de espera de los pacientes, tanto en el triaje como en la espera de cama para ingreso, sean mínimos e incrementen su satisfacción. Esta integración debería permitir, incluso, informar del tiempo de espera en urgencias antes de llegar al hospital.

2. Coordinación con el ámbito social

A través del área de trabajo social del smart hospital debe establecerse un adecuado nivel de coordinación, para integrar sistemas de información que sean capaces de detectar la problemática social de los pacientes llegados a urgencias o de buscar recursos al alta y coordinación con servicios sociales de zona.

Esta coordinación con el ámbito social es necesaria para la atención a personas en situación vulnerable: inmigrantes en situación irregular, menores de edad, mayores con déficit cognitivo, personas con enfermedad mental, personas con discapacidad o enfermos crónicos.

3. Reducir los riesgos inherentes a la actual saturación

La saturación de las urgencias hospitalarias es una realidad que se produce con frecuencia, sobre todo en algunas épocas determinadas del año. Las causas de la saturación de las urgencias – muy estudiadas – tienen carácter exógeno al servicio, algunas como demanda inadecuada, y otras obedecen a motivos internos (sobre todo la falta de camas para el ingreso). Esta saturación implica espera para recibir la atención, con un mayor riesgo de peores resultados clínicos, cifrándose en un aumento de la mortalidad del 1,5% por cada hora de espera. La incidencia de aparición de eventos adversos (EA) en dichos servicios se estima entre un 1,6 y un 14% según diferentes estudios y metodologías.

El smart hospital ofrecerá soluciones inteligentes, que permitirán conocer en tiempo real la disponibilidad de camas para ingreso desde la urgencia, así como la disponibilidad de alternativas (hospital a domicilio, hospital de día), de tal manera que se puedan mejorar los tiempos de espera y de atención en la urgencia.

En el smart hospital existirán herramientas tecnológicas que permitirán el autotriaje de los pacientes desde el domicilio. A través de plataformas de telemedicina, y con unos algoritmos (árboles de decisión) previamente definidos, el paciente conocerá la importancia o gravedad de su dolencia introduciendo sus síntomas, y conocerá la necesidad o no de acudir a la urgencia hospitalaria. De esta manera, se filtrará mucha patología leve, más propia de otros niveles asistenciales (atención primaria, urgencia extrahospitalaria). La utilización de la IA en el triaje (robotización, atención telefónica automatizada, triaje prehospitalario) será un elemento clave en el *smart hospital* y su utilidad ya se ha puesto a prueba en la pandemia COVID-19.

4. Monitorización en tiempo real de la disponibilidad de camas para ingreso

La saturación de la urgencia hospitalaria por la clásica y crónica falta – real o aparente – de camas en las plantas de hospitalización es un problema que debe resolverse en el *smart hospital* a través de la IA, mediante herramientas como los algoritmos de predicción de camas libres o los modelos de predicción de ingresos hospitalarios (desde la urgencia).

No es infrecuente que, por un deficiente funcionamiento e integración de los sistemas de información del hospital, no se conozca en tiempo real la disponibilidad de camas, lo que contribuye a colapsar la urgencia, al frenar el flujo de salida de esta, por una "aparente" falta de camas. En el smart hospital, todos los procesos vinculados al alta del paciente en planta de hospitalización (y liberación de la cama) deberían agilizarse a través de herramientas informáticas integradas: alta/informe médico, transporte sanitario, traslados internos, limpieza de la habitación, etc.

5. Reforzar la hospitalización a domicilio, como alternativa al ingreso hospitalario post urgencias.

Por otra parte, y como vía de solución – inteligente- a la falta de camas para ingreso, ya está evidenciado que podría obviarse el período de hospitalización convencional y todos los pacientes candidatos, tras un período de observación en urgencias, podrían ingresar directamente en hospitalización domiciliaria.

En este contexto, el *smart hospital* deberá, sin duda, potenciar la monitorización remota en domicilio, tras el alta de la urgencia hospitalaria, permitiendo un seguimiento y control remoto de los síntomas mediante un sistema de alertas, que permite adelantarse a complicaciones y establecer pautas adecuadas de seguimiento para evitar reingresos hospitalarios. Ya están en marcha experiencias en nuestro país, que ponen de relieve las ventajas de este sistema, conectado a una web para profesionales y a una aplicación para pacientes.

Experiencia del paciente:

En este punto conviene diferenciar las líneas de actuación en función de la parte interesada a la que afecta:

> Información en tiempo real sobre tiempo de espera

El motivo más frecuente de insatisfacción de los pacientes en la urgencia es la demora excesiva y, por tanto, el tiempo de espera en ser atendidos. El hospital inteligente debe centrar sus esfuerzos en reducir este tiempo de espera, una vez que el paciente ha llegado a la puerta del hospital, con la utilización de herramientas tecnológicas que ya permiten, por ejemplo, informar del tiempo de espera antes de llegar al hospital, facilitando información en tiempo real al usuario sobre los tiempos de espera de su centro más cercano.

La insatisfacción se da no solo con la espera para la primera atención (triaje), sino también con las esperas intermedias que suelen darse en los diferentes pasos que integran el proceso asistencial de la urgencia (pruebas, observación, resultados, traslados). Para ello ya existen tecnologías, a utilizar en el smart hospital, que permiten seguir el proceso del paciente en el área de urgencia (App) o que permiten la trazabilidad del mismo. Al disponer de la trazabilidad de los pacientes, los hospitales pueden identificarlos de forma segura durante el proceso clínico y pueden conocer los tiempos de espera y cuellos de botella en los servicios de urgencia, y así optimizar los procesos internos para ofrecer una mejor calidad de servicio y aumentar la eficiencia.

Una herramienta fundamental para que los flujos de trabajo sean ágiles (y las esperas, menores) será, en el smart hospital, la HCE interoperable, en pleno desarrollo en la actualidad, con un modelo basado en la Norma ISO 13606.





> Mejora de la privacidad en el servicio de urgencias

En los servicios de urgencias hospitalarios, en ocasiones por defectos estructurales y de diseño de estos, y en ocasiones por prácticas profesionales poco adecuadas (transmisión de datos de viva voz, informar delante de otros pacientes...), se producen vulneraciones de la dignidad e intimidad (acústica y visual) de los pacientes, que atentan contra la privacidad.

Al margen de las mejoras funcionales y de infraestructuras que se puedan acometer, la mejora de las prácticas profesionales puede potenciarse en el smart hospital con el e-learning, a través de cursos online, abiertos y masivos (MOOC).

> Interlocutor: ¿Quién es?

Los estándares y recomendaciones ministeriales señalan que el hospital adoptará las medidas necesarias para garantizar la identificación de su personal y la diferenciación del mismo según su titulación y categoría profesional ante los usuarios o sus acompañantes, de modo que a estos les sea posible conocer quién los atiende.

En un entorno desconocido para el paciente, y frecuentemente en una situación de vulnerabilidad, es importante que tenga una referencia clara de quién es el conductor de su proceso asistencial en la urgencia. Esto reducirá su ansiedad e inseguridad, e incrementará su satisfacción con la atención recibida.

Ya existen experiencias en centros hospitalarios españoles, que utilizan la tecnología en este contexto. Si el usuario de urgencias, en la primera atención sanitaria o triaje se clasifica con valores 4 ó 5, que implican menor necesidad de atención inmediata y su espera será algo mayor que la de otros pacientes más graves, está dado de alta en un portal del paciente, a su llegada a urgencias recibirá un SMS invitándole a cumplimentar un formulario mientras espera, que llega al facultativo que le atenderá, ayudándole en su atención y, consecuentemente, al propio paciente⁸.

> Información para el familiar sobre los tiempos y etapas de la atención

Al igual que en el bloque quirúrgico, en las urgencias hospitalarias es importante la información a familiares y/o acompañantes, sobre el estado y evolución del paciente. El hospital inteligente debe permitir al familiar información en tiempo real del proceso de atención al paciente en la urgencia. En el entorno del smart hospital, ya existen centros que cuentan, por ejemplo, con pantallas táctiles de información que permiten hacer el seguimiento del estado de pacientes que están siendo valorados por el servicio de urgencias y que actualiza la información de manera automática a medida que se desarrolla la asistencia.

Eficiencia operativa y sostenibilidad:

La eficiencia operativa, sin la cual no es posible la sostenibilidad (del servicio de Urgencias), solo se producirá cuando se minimicen los costes asociados a: las esperas de pacientes sin camas para ingresar en hospitalización, por ejemplo, o a los tiempos internos del proceso (pruebas, resultados, traslados, tiempo de observación, tiempo de intervención), o a las duplicidades en el proceso de atención o a los cuidados inapropiados a pacientes poco complejos.

La eficiencia operativa – la excelencia en los procesos – puede alcanzarse en el smart hospital a través:

- > Estandarizar y mejorar procesos (lean management, por ejemplo) con el apoyo de la tecnología
- > Monitorización en tiempo real de los pacientes en urgencias y del grado de ocupación de camas del servicio y de la hospitalización, a través de plataformas tecnológicas como los command centers (plataformas tecnológicas para el control centralizado de procesos clínicos),
- > La trazabilidad de pacientes a través del loT, reduciendo tiempos de espera
- > Algoritmos de apoyo a decisiones clínicas, para reducir duplicidades y ayudar a definir trayectorias clínicas.
- > Algoritmo predicción de demanda y de predicción de camas libres a través de la inteligencia artificial y el big data.

La tecnología se utiliza para apoyar las decisiones clínicas, optimizar el uso de recursos y enriquecer la calidad y seguridad de la atención.

A modo de resumen:

^{8.} https://www.quironsalud.es/es/comunicacion/notas-prensa/tiempo-util-paciente-urgencias-posible-participar-proceso-m

^{9.} https://www.torrevieja-salud.com/pantallas-tactiles/#

Figura 10. Retos del Servicio de Urgencias Smart

RESULTADOS EN SALUD

- Anticipar la demanda.
- · Coordinación con el ámbito social.
- Reducir los riesgos inherentes a la actual saturación.
- Monitorización en tiempo real de las camas disponibles para ingreso.
- Reforzar la hospitalización a domicilio.

EXPERIENCIA DE PACIENTE

- Informacion en tiempo real sobre el tiempo de espera.
- Mejora de la privacidad.
- Identificación clara del interlocutor (información fluida y constante).
- Información para familiares sobre los tiempos y etapas de atención.

FF,

EFICIENCIA OPERATIVA

- Monitorización en tiempo real de la ocupación y las camas disponibles para ingreso.
- Trazabilidad de pacientes para reducir los tiempos de espera.
- Reducción de duplicidades y ayuda a la toma de decisiones.
- Predicción de la demanda para poder optimizar los recursos disponibles.

En la siguiente tabla se recogen soluciones tecnológicas concretas que puedan dar soporte a las respuestas presentadas:

Tabla 3. Contribución de las tecnologías del smart hospital en el Servicio de Urgencias

	Tecnologías
Comunicación	 Informar del tiempo de espera en urgencias antes de llegar al hospital App de seguimiento del proceso de pacientes Cursos MOOC y e-learning
Digitalización	 > HCE interoperable para no duplicar pruebas > Command Centers en urgencias > Alertas de tiempos muertos en el proceso de atención, y de duplicidades > Automatizar admisión > Estandarizar procesos
ЮТ	 > Trazabilidad intrahospitalaria > Simulación / e-learning > Monitorización remota a la alta domiciliaria > Trazabilidad de pacientes
IA	 > Previsión de la demanda > Algoritmo de predicción de camas libres > Lanzar pruebas tras el triaje
Robotización	> Autotriaje o robot triaje
Telemedicina y atención remota	> Telemedicina con AP > Información post alta

5.3. POR DÓNDE EMPEZAR

El impacto en **resultados en salud** se puede conseguir, en el *smart hospital*, con intervenciones dirigidas a mejorar – a través de la tecnología – la atención en el servicio de urgencias, comenzando por potenciar, por ejemplo, la monitorización remota (tras el alta) del paciente en su domicilio. Esta acción, evitará reingresos o nuevas atenciones, contribuyendo a aliviar la saturación del área. La saturación tan propia del servicio de urgencias se podrá disminuir, en el *smart hospital*, a través de la utilización de modelos de previsión de demanda, que permitirán una planificación adecuada de recursos para atenderla, incluso en el caso de "picos de demanda". Si se conoce cuándo van a ocurrir, se reforzarán en ese tramo horario los recursos. Finalmente, otras acciones, como la utilización de la



simulación/e-learning, serán capaces de potenciar la capacitación y la formación de los profesionales del área, que se completará con la existencia de una historia clínica electrónica interoperable.

Para mejorar la **experiencia del paciente**, el *smart hospital* implantará una aplicación de seguimiento de pacientes en el área de urgencias, de tal manera que los familiares, en tiempo real, puedan conocer la situación del proceso de atención. También se utilizará una herramienta de gran potencial, como la telemedicina, con el nivel asistencial de atención primaria. Este papel de consultor del hospital resolverá la atención al paciente en su origen (atención primaria), evitando la llegada del mismo al hospital. En el *smart hospital* la integración de los sistemas de información permitirá una gestión en tiempo real de la disponibilidad de camas para ingreso de pacientes desde la urgencia, haciendo los procesos más fluidos, evitando demoras e incrementando, en definitiva, la satisfacción del paciente.

Si se quisieran emprender intervenciones que impactasen en la **eficiencia operativa** del servicio de urgencias del *smart hospital*, se podría comenzar con la puesta en marcha (IA) de algoritmo en triaje, que permitiesen lanzar las pruebas complementarias necesarias y, de esta manera, agilizar el proceso de atención al paciente. Sobre la eficiencia operativa y la sostenibilidad del *smart hospital* también impactan otras intervenciones ya citadas, como la predicción de la demanda de urgencias y las necesidades de camas posurgencias o la comunicación a familiares de tiempos de espera y situación del proceso de atención.

6. SMART FM (FACILITY MANAGEMENT)

6.1. ESTADO DEL ARTE Y RETOS DEL FM

Facility management (FM) es la gestión integral de todos los servicios que dan soporte al negocio principal (al core) de una organización, en este caso, un hospital. Un buen FM marca una gran diferencia en la eficiencia y productividad de una empresa, su personal e incluso sus clientes.

EL FM gestionará todo aquello que no conforma el "core business" de la actividad del hospital, pero es absolutamente necesario para poder llevar a cabo esta actividad.

Según la Asociación Internacional de Facility Management (IFMA), se define como aquella disciplina que engloba diversas áreas para asegurar y gestionar el mejor funcionamiento de los inmuebles y/o infraestructuras y de sus servicios asociados, a través de la integración de personas, espacios, procesos y de las tecnologías propias de dichos inmuebles o infraestructuras.

El facility management incorpora una parte hard (servicios que se relacionan con la parte física del edificio/instalaciones: climatización, energía, fontanería, seguridad contra incendios, mantenimiento preventivo...) y una parte soft (servicios que mejoran la seguridad y el bienestar de los usuarios del edificio/instalaciones: limpieza, seguridad, gestión de residuos, diseño de espacios, interiorismo...)

En los hospitales, los servicios de apoyo y soporte y la gestión del FM suelen estar bajo la responsabilidad directa de la dirección económica y/o de servicios generales, que cuenta con unidades técnicas especializadas en la gestión de infraestructuras, gestión del mantenimiento de equipos e instalaciones y gestión de los suministros energéticos.

En general, el modelo que impera en la gestión del FM en los hospitales es el de la externalización de servicios. Son operadores especializados los que realizan la gestión del FM, siendo el papel del hospital el de seguimiento y control de esta externalización, de tal manera que se cumplan los estándares de calidad requeridos. Por ello la relevancia para el hospital, y para el *smart hospital* también, en este marco contractual con terceros, de los Acuerdos de Nivel de Servicios o de los Indicadores Claves de Desempeño, de los que se hablará más adelante.

Las áreas encargadas de las actividades y servicios de soporte (FM) son parte integral del esfuerzo por la calidad y la seguridad en la atención clínica y también contribuyen a la triple línea de base para la atención médica:

- 1. Mejor salud de la población a través de mejores impactos sociales y ambientales.
- 2. Mejor experiencia de atención del paciente.
- 3. Mejor desempeño financiero.

Asimismo, mediante el FM se deben explotar los beneficios de la comunidad sanitaria (empleados, pacientes y usuarios) para crear espacios de trabajo saludables liderando el camino que organizaciones de otros sectores sigan en esta línea de trabajo. Los beneficios se devolverán rápidamente en términos de mejores resultados de salud para los pacientes y los empleados.

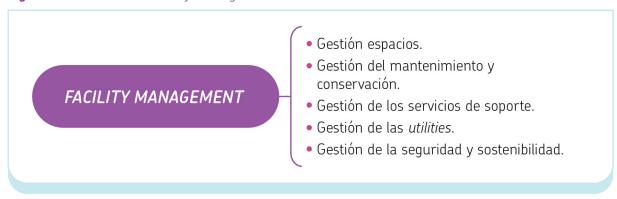
Durante la pandemia por COVID-19 se ha puesto de manifiesto la importancia del FM, en su más amplia concepción. Todos los servicios de apoyo y soporte de los hospitales (logística, mantenimiento de instalaciones e infraestructuras, hostelería, limpieza, esterilización) han contribuido de una manera muy significativa a la respuesta asistencial de la pandemia.

El facility management dispone de algunas herramientas que permitirán dar soporte a los servicios core del smart hospital (la asistencia sanitaria):

- > Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), software que permite la gestión integral de activos (infraestructuras, instalaciones y equipamiento) de cualquier organización, con numerosas funcionalidades, que van desde la gestión de toda la gama de mantenimientos hasta la gestión de inventarios, pasando por la gestión de compras o la gestión de costes.
- > Sistemas de Gestión de Edificios (BMS Building Management System) que, permiten la automatización de sistemas e instalaciones a través de equipamiento y software: control de suministros energéticos, sistemas de tratamiento y renovación de aire, supervisión de instalaciones en tiempo real/alarmas/incidencias, control de accesos, alarmas de incendios, grupos de presión...). También el FM dispondrá de IoT, que es el habilitador tecnológico que permitirá generar valor en los hospitales a través de la sensorización, conectividad y análisis de datos. Los sensores colocados de manera estratégica alrededor del edificio (o el espacio físico) recolectan datos y lo mandan al cerebro del BMS, donde es almacenado en la base de datos. Además, es una tecnología no invasiva, ya que es capaz de funcionar en paralelo a las infraestructuras actuales.

Tanto en el sector público como en el privado, el facility management tiene un gran recorrido en el ámbito hospitalario español.

Figura 11. Ambitos del Facility Management¹⁰



En la sanidad pública, se aprecia potencial de mejora en la gestión por indicadores y en la agrupación de servicios o centros. Para ello, se debería dotar a los gestores de recursos técnicos adecuados para el control y apostar por el uso de nuevas fórmulas de contratación.



En los hospitales privados impera la concentración creciente en grandes grupos. Los análisis y la gestión de infraestructuras están enfocadas hacia la ingeniería y el coste-beneficio. Se aprecia el valor del FM pero, a menudo, la - falta de - alineación de los gestores de infraestructuras con el negocio, resta recursos al proceso de transformación desde un modelo tradicional hacia un modelo de FM en la gestión de infraestructuras.

La base que da consistencia a la disciplina abarca dos conceptos fundamentales, si tenemos en cuenta que la mayoría de los hospitales han externalizado en todo o en parte el FM. Por lo tanto, existen relaciones contractuales entre el comprador (hospital) y el proveedor de servicio de FM, en las cuales será muy importante fijar:

Service Level Agreement (SLA) o Acuerdo de Nivel de Servicio (ANS)

A través del ANS, se fijan los estándares de calidad y requisitos de rendimiento/productividad que el proveedor del servicio se obliga a cumplir, como condición del contrato. El incumplimiento del ANS puede conllevar la imposición de penalizaciones o sanciones al proveedor:

- > Representa el acuerdo del servicio deseado y previamente acordado.
- > Constata los límites adicionales al servicio.
- > Establece el rendimiento del servicio mínimo acordado y garantizado.

KPI - Indicador clave de desempeño

Para poder evaluar la ejecución de la estrategia de la organización, y por lo tanto, el cumplimiento de los objetivos estratégicos (medio y largo plazo) y de los objetivos tácticos (corto plazo), es necesario un sistema de indicadores. En el caso de que el FM esté externalizado, estos indicadores permitirán monitorizar también al proveedor del servicio (por ejemplo, midiendo el cumplimiento del ANS). Estos indicadores deberán permitir:

- > Calcular la eficacia y eficiencia de las acciones sobre un servicio.
- > Documentar el estado de operación de un servicio.
- > Establecer una medida cuantitativa/cualitativa de los resultados.

El facility management ha tenido un gran desarrollo en las últimas décadas, ampliando su campo de acción, hasta llegar en la actualidad a la gestión de edificios inteligentes y el cumplimiento medioambiental. En este entorno, ya se habla de workplace management (gestión del espacio de trabajo), en el que se pretende lograr la eficiencia y la productividad en los espacios de trabajo (asignación de espacios, protocolos de seguridad y salud, logística), promoviendo el cambio en la gestión los mismos y la creación de espacios de trabajos sostenibles.

Ya se plantean las tendencias de evolución y transformación del mercado de FM.

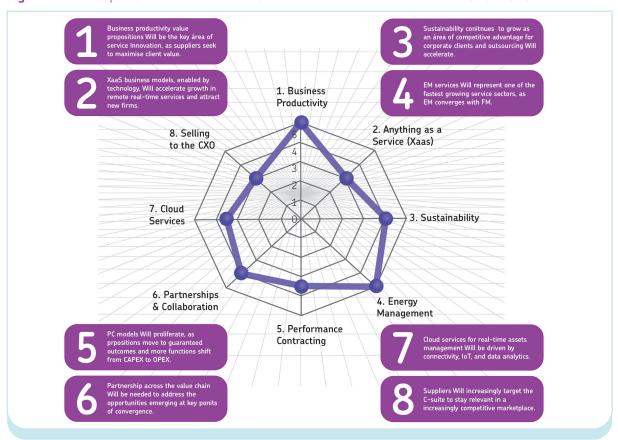


Figura 12. Principales tendencias de transformación en el mercado de FM 2016-2025

En el sector sanitario, el mercado de facility management es un mercado poco regulado, con empresas intermediadoras de servicios, y con poco conocimiento desarrollado en el propio sector.

6.2. LAS RESPUESTAS DEL SMART FACILITY MANAGEMENT

Las **respuestas** consideradas, en cuanto a *facility management* se refiere, son las siguientes:

Resultados en salud:

Los hospitales inteligentes deberán participar plenamente en la agenda de salud, liderando el camino en sus comunidades mediante la promoción de la salud, la provisión de lugares de trabajo saludables y seguros, además del trabajo hacia la sostenibilidad ambiental.

En el *smart hospital*, mediante el FM se deben explotar los beneficios de la comunidad sanitaria (empleados, pacientes y usuarios) para crear espacios de trabajo saludables. Los beneficios se devolverán rápidamente en términos de mejores resultados de salud para los pacientes y los empleados, así como el reclutamiento y la retención de la fuerza laboral en los espacios de trabajo sanitarios.

El FM garantizará la excelencia en el mantenimiento de los equipos e infraestructura, así como los servicios contratados, proporcionando la reducción de errores e incidencias en el ambiente hospitalario, y por tanto en los pacientes.

En el *smart hospital*, se deberá monitorizar el estado del paciente de forma continuada durante su ingreso en el centro (a nivel clínico), pero también monitorizando otras variables. Ya se habla de "habitación inteligente"^{11,12}. Así, desde el control de enfermería, se podrá hacer el seguimiento a distancia del paciente en la habitación (existen sensores que detectan la presencia o no en la cama del paciente y sus posturas, lo que resulta de gran utilidad en los casos de reposo relativo o total). Hay otros sensores que miden la agitación durante el sueño, la deambulación por la habitación y las posibles caídas.

^{11.} https://www.tucanaldesalud.es/es/tecnologia/articulos/habitacion-inteligente-hospitales

^{12.} https://enconfianza.psn.es/-/el-hospital-del-futuro-la-habitacion-inteligente

También se mide la intensidad de la luz, la temperatura de la habitación y la humedad relativa del aire, que pueden afectar a determinadas patologías. Igualmente, se mejorará la comunicación bidireccional con el paciente.

En el *smart hospital*, y aprovechando la tecnología existente, existirán pulseras inteligentes, para el seguimiento y atención a los pacientes. Con este tipo de dispositivos, se podría saber dónde se encuentra un paciente en cada momento, cuando debe someterse a pruebas o una intervención, la evolución de su estado y la carga de los resultados de su estado directamente en un sistema, lo que supone informes e historiales médicos actualizados en tiempo real y más completos.

Experiencia del paciente:

El facility management debe, sin ninguna duda, mejorar la experiencia del paciente en el smart hospital, consiguiendo unas condiciones de habitabilidad, seguridad y confort que satisfagan sus expectativas e incrementen su satisfacción.

Existen márgenes de mejora para incrementar la satisfacción del paciente en este ámbito y el smart hospital debe poner en marcha acciones vinculadas al FM, que consigan este objetivo.

Figura 13. Satisfacción del paciente en servicios vinculados al FM (Sermas. Madrid)¹³

83,9%
80,2%
80,4%
77,1%
72,6%
Muy satisfecho + Satisfechos Base total opiniones expresad

En las habitaciones inteligentes (también llamadas habitaciones "amables") el paciente podrá recibir video-visitas de sus familiares y amigos y tendrá a su disposición nuevas formas de ocio y entretenimiento.

Eficiencia operativa y sostenibilidad:

Es evidente que el facility management cobra todo su sentido cuando en el smart hospital se trate de incrementar la eficiencia operativa y de garantizar la sostenibilidad del centro. El arsenal tecnológico disponible permitirá maximizar el rendimiento y la utilización de las infraestructuras, instalaciones y equipamiento, en un entorno, además, de eficiencia energética y gestión medioambiental.

Los servicios del FM en el *smart hospital* (mantenimiento de activos inmobiliarios y mobiliarios, gestión energética, gestión de espacios, conservación del edificio) estarán muy condicionados por la antigüedad de las infraestructuras, instalaciones y equipamientos. No será lo mismo el FM en un hospital de nueva construcción o con un equipamiento renovado/actualizado que en un hospital consolidado, construido hace décadas o con un equipamiento obsoleto.

¹³ Evaluación de la satisfacción de los usuarios de los servicios de asistencia sanitaria pública de la Comunidad de Madrid 2018: Informe de resultados. Conseieria de Sanidad.

La red hospitalaria española, antigua, en general, se ha ido modernizando a través de Planes Directores de Hospitales¹⁴ y a través de planes de renovación de infraestructuras sanitarias, adaptando no solo las estructuras físicas, sino también la organización funcional y modos de hacer las cosas, tanto asistenciales como no asistenciales.

Por lo tanto, en el *smart hospital* se deberán priorizar las inversiones en infraestructuras (siempre detrás de las prioridades asistenciales, en el contexto actual de falta de recursos para invertir), asumiendo una visión a medio y largo plazo de las mismas, aprovechando los resultados positivos que se van a derivar del *facility management*.

En cuanto al equipamiento hospitalario, según algunos informes¹⁵, España mantiene un importante deterioro del equipamiento sanitario hospitalario, con altos niveles de obsolescencia, hecho que dificulta la captura de datos para su análisis y uso inteligente.

En el *smart hospital* se deberá, en la medida de lo posible, revertir esta tendencia y lograr – utilizando, en los hospitales públicos, todas las posibilidades de la normativa de contratación – una renovación tecnológica que permita explotar todas las potencialidades del *facility management*. Ya existen ejemplos en algún servicio de salud¹⁶, en los que la inversión se materializa a través de un servicio de "disponibilidad" del equipamiento.

En el *smart hospital*, si existieran diversos proveedores de FM, con sistemas no abiertos (que no intercambian información), se deberá trabajar para lograr la interoperabilidad entre los mismos, en el camino hacia una gestión integral del FM. Esta interoperabilidad se concibe como la capacidad de varios sistemas o componentes para intercambiar información, entender estos datos y utilizarlos. De este modo, la información es compartida y está accesible desde cualquier punto de la red en la que se requiera su consulta y se garantiza la coherencia y calidad de los datos en todo el sistema. La pieza fundamental de la interoperabilidad de sistemas es la utilización de estándares que definan los métodos para llevar a cabo estos intercambios de información.

El *smart hospital* se preocupará especialmente por la gestión medioambiental y la eficiencia energética. Ya existen proyectos y estrategias autonómicas, nacionales e internacionales en este sentido, cuyo objetivo principal es demostrar que la implantación de diversas tecnologías en los hospitales puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y proteger la salud pública.

Una eficiencia energética óptima permite reducir costes, contribuyendo a una mejor gestión económica del centro hospitalario y un mayor cuidado del medio ambiente.

A modo de resumen:

Figura 14. Retos del Facility Management Smart

Espacios de trabajos saludables. Reducción de errores e incidencias. Monitorización de variables y parámetros de la habitación (Habitación Inteligente).

Monitorización y trazabilidad de



- Mejora de la habilidad, seguridad y confort.
- Mejora del nivel de satisfacción y comodidad del paciente durante su estancia mediante servicios inteligentes en la propia habitación (videoconferencias con familiares, regulación de parámetros ambientales, ocio y entretenimiento, etc.).



EFICIENCIA OPERATIVA

- Maximizar el rendimiento y la utilización de las infraestructuras y el equipamiento.
- Mejorar la gestión medioambiental.
- Maximizar la eficiencia energética.



⁴ https://www.elsevier.es/es-revista-revista-administracion-sanitaria-siglo-xxi-261-articulo-la-capitalizacion-hospitales-del-insalud-13070132

^{15.} https://www.fenin.es/resources/notas-de-prensa/623

^{16.} https://www.juntadeandalucia.es/temas/contratacion-publica/perfiles-licitaciones/detalle/00000105870.html

En la siguiente tabla se recogen soluciones tecnológicas concretas que puedan dar soporte a las respuestas presentadas:

Tabla 4. Contribución de las tecnologías del Smart Hospital al facility management

	Tecnologías
Comunicación	 > Redes de datos > Aplicaciones móviles para el seguimiento y atención a distancia del paciente > Tecnología 5G
Digitalización	 Actualización de los sistemas de información Interoperabilidad sistema de gestión abiertos de infraestructuras OCR de última generación Servicios Web para personal y pacientes
IOT	 > Sensorización y monitorización > Sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) > Sistemas de localización en tiempo real (RTLS) > Disparadores de eventos (triggers) > Tecnología LIFI
IA	> Sistemas para el análisis preventivo y predictivo> Plataformas de BBDD
Servicios	 > Servicios basados en KPI's > Modelos de contratación más avanzados (y con mayor retorno de inversión) > Nuevas formas de ocio y entretenimiento en las habitaciones > Nuevas formas de interactuar con otros servicios (cocina, aparcamiento, cafetería) > Posibilidad de recibir video-visitas de familiares y amigos > Habitación inteligente

6.3. POR DÓNDE EMPEZAR

En el caso del facility management, se podrían plantear intervenciones para impactar en el funcionamiento y organización del smart hospital, con diferentes horizontes temporales.

En el corto plazo, se debería trabajar en la construcción de una batería de indicadores (KPI) que permitiesen el seguimiento de la estrategia del hospital en el área de FM así como la evaluación y control de los proveedores de servicios, en el caso de que los mismos estuviesen externalizados. Esos indicadores, a través del *benchmarking* con otras organizaciones similares, permitirían la introducción de medidas de mejora.

A medio plazo, se deberá intervenir a través de la tecnología IoT (sensores), conectando los dispositivos con distintas plataformas para conseguir la interoperabilidad de los datos y los procesos. Igualmente, el *smart hospital* dispondrá analítica avanzada, *predictiva y prescriptiva*, basada en algoritmos estadísticos y reglas matemáticas, que no solo analicen los históricos del hospital, sino que busquen predecir escenarios hipotéticos futuros, teniendo la capacidad de, en dichos escenarios, modificar diferentes indicadores para analizar su incidencia directa en las decisiones principales y poder tomar la decisión óptima.

Finalmente, a largo plazo, las acciones en el *smart hospital* deberán tender a implantar la digitalización integral de los sistemas de gestión, entendida esta digitalización como proceso por el que las organizaciones pueden disponer de toda la información relevante (datos) para el proceso o servicio, en tiempo adecuado, proporcionada en un entorno conectado en toda la cadena de valor. El *smart hospital* deberá utilizar modelos de contratación avanzada, utilizando (en el caso de los hospitales públicos) todas las posibilidades abiertas en la normativa de contratación. En este sentido, deberá emplear las posibilidades enormes de las últimas tendencias (compra basada en valor), pensando en impactar positivamente tanto en resultados en salud como en la experiencia del paciente.

A largo plazo, los sistemas en el *smart hospital* deberán ser interoperables, deberán ser capaces de intercambiar datos o información detallada entre diferentes ellos, utilizando estándares de comunicación.

7. DESPLIEGUE DE UN SMART HOSPITAL: DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA

A lo largo de las diferentes sesiones del *Think Tank*, ha quedado patente que uno de los elementos clave para poder poner en marcha las distintas iniciativas que deben ir conformando el *smart hospital*, es la evolución en la relación entre las organizaciones sanitarias y la industria, a fin de pasar de un modelo de simples clientes-proveedores, a un modelo más basado en la colaboración mutua y la búsqueda de servicios finalistas que tengan un impacto directo y medible en la atención sanitaria prestada. Cobra en este punto especial relevancia el concepto de "servitización", el cual lleva a pasar de proveer un simple producto o suministro a ofrecer un servicio integral de valor añadido, en el que se incluyen, si es preciso, los correspondientes productos y suministros.

En este sentido, el ámbito privado lleva ventaja, ya que su ámbito regulador más flexible (regido por el derecho mercantil) ha permitido que desde hace años se hayan puesto en marcha diferentes modelos de colaboración basados en alcanzar resultados que tengan un impacto directo y cuantificable en el negocio.

En cambio, el ámbito público, con su marco regulador más estricto, aún no ha sido capaz de adoptar este modelo de forma relevante. No obstante, a partir de la entrada en vigor en 2018 de la nueva Ley de Contratos del Sector Público (LCSP) como transposición al ordenamiento jurídico español de las Directivas del Parlamento y el Consejo Europeo, se han reforzado algunos puntos que pueden hacer que tanto la compra pública de innovación (comprar soluciones innovadoras) como la compra pública innovadora (comprar de forma innovadora), cobren un mayor protagonismo en los próximos años.

7.1. COMPRA PÚBLICA DE INNOVACIÓN

En este caso, se estaría hablando de la adquisición por parte de los organismos públicos no de una solución concreta y definida, sino de unos servicios para el desarrollo o la creación de una solución innovadora que dé respuesta a una necesidad que, o bien hoy en día no está cubierta o bien, no está siendo atendida de una forma óptima. De esta forma, este concepto lleva aparejado la necesidad de crear o desarrollar algo que no exista hoy en día en el mercado o que requiera de adaptaciones relevantes para la puesta a disposición de los clientes.

En este sentido, en la LCSP se han dispuesto una serie de instrumentos que facilitan la contratación de estas soluciones innovadoras:

Consulta preliminar al mercado.

Orientada a obtener información sobre el mercado con vistas a una contratación posterior e informar a los potenciales proveedores sobre las necesidades de las autoridades.

Contratación precomercial (CPC).

Contratación de servicios de I+D, incluyendo las fases de prototipos o las primeras pruebas de producción. La CPC puede incluir la contratación de prototipos limitados y/o el desarrollo de pruebas de producto, pero no incluye la compra de grandes cantidades de soluciones finales en fase comercial y no debe constituir ayuda de estado.





Diálogo competitivo.

Orientado a adjudicar un contrato de obras, servicios o suministros tras un diálogo con los licitadores seleccionados. En vez de responder a unas prescripciones únicas prefijadas, cada licitador presenta una oferta basada en su propia solución para las necesidades que la autoridad contratante ha definido. Se puede acceder a la experiencia previa de los proveedores en la fase de diálogo. Normalmente el diálogo competitivo se emplea en proyectos grandes y complejos en los que no se pueden definir anticipadamente de modo adecuado las prescripciones técnicas.

Asociación para la innovación.

Investigar, desarrollar, y contratar a escala comercial nuevos productos y servicios. La asociación para la innovación permite la adjudicación de un contrato por fases cubriendo todas las etapas desde la I+D hasta la contratación de un volumen comercial de productos o servicios terminados, con la participación de uno o más operadores económicos en cada fase.

Procedimiento de licitación con negociación.

Contratación de obras, servicios o suministros que incluyan elementos de adaptación, diseño, innovación u otras características que hagan inadecuada la adjudicación del contrato sin previa negociación. Al contrario que en el diálogo competitivo aquí es requisito previo que la autoridad contratante especifique desde un primer momento las características de los bienes o servicios a contratar.

De cara a clarificar cómo estos instrumentos pueden ser usados a la hora de poner en marcha procedimientos para la adquisición de soluciones innovadoras, se adjunta el siguiente esquema:

Figura 15. Procedimientos para la adquisición de soluciones innovadoras (Abby Semple)

,	SI	NO		
		Consulta preliminar del mercado		
	aria I+D antes del p			
SI		NO		
¿Desea adquirir productos o servicios innovadores a escala comercial dentro del mismo procedimiento?		¿Se pueden desarrollar las prescripciones técnicas de los productos o servicios finales a contratar?		
SI	NO	SI	NO	
Asociación para la innovación	Contratación precomercial	Procedimiento de licitación con negociación	Diálogo competitivo	

7.2. COMPRA PÚBLICA INNOVADORA

La compra pública innovadora se basa en el concepto de comprar soluciones de forma innovadora, yendo más allá de una mera compra de suministros, obras o servicios. Para ello la LCSP se dota de una serie de elementos, que debidamente configurados, permiten poner en marcha mecanismos de compra innovadora.

Tipología contractual, objeto del contrato y prestaciones.

Dentro del concepto de servitización al que se hacía referencia antes y en pos de incrementar la eficiencia en la contratación pública, se dispone en la LCSP de la tipología de contratos mixtos, los cuales permiten dar cabida a la licitación de soluciones integrales, que puedan cubrir por ejemplo el suministro de un determinado equipamiento, su instalación, su puesta en marcha y su mantenimiento posterior durante la duración del contrato.

Este carácter mixto ha de quedar claramente reflejado en el objeto del contrato, siendo necesario también describir con claridad las distintas prestaciones incluidas dentro del mismo. Cabe destacar aquí que las normas de licitación aplicables serán las de la prestación (suministro, obra o servicio) que tenga un mayor peso económico dentro de la licitación.

Como se puede ver en los ejemplos anteriores, dentro de esta idea de servitización de los servicios prestados por los proveedores tecnológicos a las organizaciones sanitarias, se podría pasar de un modelo en el que se adquieran unos equipos (suministro) y su consiguiente mantenimiento (servicio), a un modelo en el que lo que se adquiera sea el servicio integral de disponibilidad de equipos en los centros que sea preciso.

Figura 16. Ejemplos Objeto de Contrato en Compra Publica Innovadora

Servicio Andaluz de Salud

 Servicio de disponibilidad de 68 equipos de Tomografía Computarizada en distintos centros del Servicio Andaluz de Salud durante 96 meses, cada equipo

Servicio de Salud de Castilla La Mancha

 Suministro, obra, instalación, puesta en funcionamiento, mantenimiento de un Tomógrafo Computarizado para el Servicio de Radioterapia de la Gerencia de Atención Integrada de Albacete

Además, dentro del ámbito específico de la atención sanitaria, se puede hacer referencia a los servicios sanitarios como aquellos que dan respuesta al tratamiento integral de la necesidad del paciente. De esta forma, el concepto "integral" se refiere a la posibilidad de incluir diversas prestaciones dentro del mismo procedimiento para dar respuesta de forma óptima a una necesidad que por naturaleza es compleja.





Figura 17. Ejemplo de Objeto del proyecto (Ritmocore)

2. OBJETO DEL PROYECTO

2.1 Objeto y necesidades a satisfacer

- **2.1.1.** Las necesidades que justifican la definición del objeto de esta contratación están debidamente descritas en la Memoria que se publica en la Plataforma de Contratación, junto con el residente PCAP al que acompaña y del que forma parte.
- **2.1.2.** A fin de poder hacer frente al incremento de pacientes con bradicardias que necesitan un marcapasos, consecuencia inevitable del progresivo envejecimiento de la población, RITMOCORE pretende un cambio de enfoque en la compra de productos y servicios necesarios para su tratamiento, evolucionando de una compra tradicional de material (marcapasos, material de explantación...) a una compra innovadora de servicios integrales complementarios al tratamiento médico de estos pacientes, implementando un nuevo modelo de atención que ofrezca una atención continuada y centrada en los pacientes, a la vez que mejore la eficiencia de los servicios de cardiología de los hospitales.

Los criterios de valoración y el régimen de remuneración

A la hora de establecer cuáles van a ser los criterios de valoración y cómo los proveedores van a ser remunerados por los servicios prestados, cobra especial relevancia la idea de orientación a resultados. Es decir, una vez que lo que se está contratando es un servicio integral, tanto los criterios de valoración como el régimen de remuneración se pueden vincular a indicadores muy cercanos al negocio.

Por ejemplo, si lo que se está contratando es un servicio de disponibilidad de equipos, los criterios de valoración y el régimen de remuneración se podrían vincular a dicha disponibilidad, asegurándose así el contratante que en caso de que no se cumpla dicho compromiso (lo que tendría un impacto en la atención sanitaria), la remuneración se vería afectada.

Figura 18. Ejemplo de criterios de valoración y régimen de remuneración

A estos efectos se aplicará el sistema de horas de disponibilidad establecidas en el apartado 1 del Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), que rige este expediente, que regula un sistema de disponibilidad operacional a fin de controlar el número de horas que el equipo está efectivamente disponible, estableciéndose una disponibilidad mínima del 95%, conforme se especifica en el citado apartado y salvo que se haya ofertado un compromiso de disponibilidad mayor por adjudicado. Caso que la disponibilidad baje de dicho mínimo se aplicaran las deducciones previstas en el apartado 18 del Cuadro Resumen.

Este modelo, en el caso de servicios sanitarios puede llevarse no sólo a criterios de valoración o modelos de remuneración vinculados a la disponibilidad de un servicio, sino añadir elementos adicionales como:

> La actividad: se puede vincular la facturación a la actividad real objeto del servicio licitado, pudiendo tener un efecto incremental (más actividad de la prevista) o reductor (menos actividad de la prevista). Además, la forma en la que el contratista asuma esta variación en la actividad puede ser incorporada como criterio de valoración.

> Los resultados alcanzados: siempre que sea posible establecer un mecanismo que permita de forma real y proporcionada evaluar los resultados alcanzados por el contratista, estos pueden ser tenidos en cuenta para determinar la remuneración, lo cual podrá ser un claro incentivo para la óptima ejecución contractual. Además, los compromisos adquiridos con respecto a la obtención de unos determinados resultados se pueden incorporar también como criterios de valoración.

Figura 19. Ejemplo de Participación conjunta en el riesgo (Ritmocore)

3.4. Participación conjunta en el riesgo: la aceptación de fluctuaciones en la actividad de referencia

Se han previsto una serie de indicadores que permiten evaluar y singularizar la actividad y los resultados concretos que se derivan de la prestación del servicio. Más allá de la línea fija de actividad según la población de referencia de cada hospital, se prevén unos umbrales de modulación que permiten medir la actividad real de acuerdo con las posibles fluctuaciones que produzcan:

- El contratista asume los incrementos en la actividad prevista de acuerdo con índice de absorción de actividad.
- El contratista asume los decrementos en la actividad prevista de acuerdo con un índice de compensación de actividad.

La existencia de estos dos índices reafirma el carácter compartido de los beneficios y riesgos que nutre esta licitación.

Dado que la tendencia general es el envejecimiento de la población, se prevé un crecimiento progresivo del número de pacientes. Por lo tanto, la actividad anual de referencia se revisará por la Mesa Técnica (órgano paritario integrado por los representantes del contratista y del contratante)

Figura 20. Ejemplo de Garantía de un servicio de Calidad

3.5. Garantía de un servicio de cualidad: sistema de pago por resultados

Para incentivar una óptima ejecución contractual se ha establecido un sistema de pago por resultados que permite, de forma real y proporcionada, evaluar los resultados obtenidos por el contratista:

• Los indicadores que permiten evaluar los resultados de la prestación se modulan en función de la capacidad real del contratista de incidir en su desempeño. La Mesa Técnica emitirá un informe anual sobre la ejecución.





7.3. CONCLUSIONES

A modo de resumen, en base a lo descrito en los puntos anteriores se pueden destacar los siguientes puntos:

Innovación.

Necesaria para poner en marcha las distintas alternativas que deban ir construyendo el Smart Hospital, puede venir dada por dos mecanismos complementarios pero independientes: la compra pública de innovación (comprar soluciones innovadoras) o la compra pública innovadora (comprar de forma innovadora).

Servitización.

Dentro del concepto de compra pública innovadora, la búsqueda de soluciones integrales que vayan más allá de la mera provisión de un suministro, una obra o un servicio específico, tiene una respuesta clara dentro de la LCSP en los contratos mixtos. Además, en el ámbito específico de la atención sanitaria, toda vez que un servicio se oriente a un tratamiento integral de la necesidad del paciente, permite incluir diferentes prestaciones dentro de un contrato de servicios.

Evolución en la relación cliente - proveedor.

Con el fin de poner en marcha iniciativas basadas en compra pública de innovación o en compra pública innovadora, se hace necesario evolucionar en la forma en que las organizaciones sanitarias se relacionan con la industria, pasando de un modelo típico de cliente – proveedor a un modelo basado en la colaboración. Este nuevo modelo se puede traducir en contratos en los que existan cláusulas de riesgo compartido y en los que la valoración de las propuestas y el régimen de remuneración vaya vinculados a la obtención de resultados con impacto en el negocio.

8. LA CONTRIBUCIÓN DEL SMART HOSPITAL EN LA GESTIÓN DE CRISIS SANITARIAS

Resulta relevante -casi imprescindible -incorporar en este libro blanco las lecciones aprendidas por parte del sector sanitario en general, y del equipo redactor en particular, de la crisis ocasionada por el SARS-CoV-2. Se trata de una fase importante de la gestión de las crisis y que abarca muchos factores, todavía en evolución, por lo que todavía no se puede llegar a conclusiones definitivas.

A pesar de ello, sí que se puede analizar el sistema de gestión de crisis que contempla nuestro sistema sanitario previo a la pandemia actual. El modelo sanitario español tiene limitaciones ya que está diseñado para gestionar crisis epidemiológicas de menor envergadura. Por eso debe dirigirse hacia entornos más transversales, preventivos e integrados.

En este capítulo analizaremos algunas de las lecciones aprendidas durante la pandemia, y se expondrá la capacidad de respuesta del *smart hospital* ante los desafíos que comporta la gestión de una pandemia.

En cuanto a lecciones aprendidas durante la primera fase de la pandemia, y centrándonos en aquellas que afectan a las tecnologías y potencialidades del *smart hospital*, podemos destacar:

- > La importancia de los autocuidados y responsabilidad social en el control de los contagios.
- > La necesidad de disponer de infraestructuras hospitalarias flexibles y polivalentes donde los servicios puedan modificarse tanto a nivel estructural como a nivel de personal.
- > La importancia de monitorizar en tiempo real la actividad, los pacientes atendidos y en espera, y la ocupación de los distintos recursos (camas, respiradores, cuidados intensivos), que no siempre se ha podido realizar en condiciones óptimas.

- > El papel clave de la asistencia a domicilio remota o no presencial, para poder controlar los pacientes crónicos a domicilio (y alejarlos del hospital) y los pacientes con síntomas leves de COVID-19
- > En paralelo, el papel también clave de las consultas de salud (médicas, de enfermería, etc..) no presenciales, aunque no siempre se ha podido realizar en las condiciones tecnológicas y de calidad asistencial deseables.
- > La necesidad de disponer de herramientas de comunicación ágiles entre profesionales, que vayan más allá del WhatsApp.
- > La importancia de la digitalización e integración interdepartamental e interhospitalaria de la información clínica.

Frente a una crisis sanitaria originada por la pandemia del SARS-CoV-2, la contribución de las tecnologías es imprescindible. Y en este caso, ya no solo deberíamos hablar de *smart hospital* (objeto de este Libro Blanco) sino del *smart healthcare system*.

- 1. La inteligencia artificial aplicada a modelos predictivos sobre la evolución de la pandemia.
- 2. Big data aplicado a la investigación.
- 3. La telemedicina en general y la consulta de salud no presencial en particular.
- 4. La importancia de la historia clínica interoperable.
- 5. Las aplicaciones para la comunicación e información a la población.
- 6. Las aplicaciones de autodeclaración de síntomas, triaje y/ rastreo de contactos.
- 7. Los sistemas de monitorización en tiempo real de la ocupación de los recursos críticos del sistema a nivel de red hospitalaria.

IA en modelos predictivos

En un contexto de propagación acelerada de un virus desconocido, es importante crear rápidamente conocimiento del grado de propagación del virus y, por lo tanto, la tasa de contagio y los casos graves.

Durante la pandemia del SARS-CoV-2 hemos asistido en directo a la construcción de modelos de inteligencia artificial que aprendían, semana a semana con la incorporación de nuevos datos y variables en los modelos, a mejorar la predicción y evolución de la pandemia.

Investigadores de todo el mundo han utilizado el aprendizaje automático para desarrollar modelos que simulan y predicen la propagación del virus. Y los epidemiólogos han utilizado herramientas de monitoreo en tiempo real para comprender mejor el virus y retrasar la propagación de la enfermedad.

Big data aplicado a la investigación.

Ante un nuevo virus, desconocido y con una alta tasa de contagio, se ha requerido una investigación acelerada para entender la biología del virus y su comportamiento con la doble finalidad de disponer de un tratamiento eficaz de manejo o cura del virus, y/o una futura vacuna que confiera una cierta inmunidad. En este sentido, ha sido necesario combinar el conocimiento tradicional de la investigación médica (pero a un ritmo muy rápido) con el de *big data* y la inteligencia artificial (con datos de población relacionados con la salud).

Telemedicina y consulta de salud no virtual.

Durante la gestión de la pandemia originada por el SARS-CoV-2, la telemedicina y la consulta de salud no presencial han demostrado su utilidad para el seguimiento de pacientes con COVID-19 en el domicilio; el seguimiento médico de pacientes con tratamientos de larga duración, que estaban siendo monitorizados en consultas presenciales antes de la crisis sanitaria; y consulta médica de pacientes no COVID-19.

El sistema sanitario público y privado, durante la crisis sanitaria del SARS-CoV-2, ha adoptado la telemedicina como nunca lo había hecho hasta la fecha, si nos referimos al volumen de actividad realizado de forma virtual. De hecho, la atención no presencial ha sido uno de los pilares clave para evitar la propagación del virus en pacientes que necesitaban atención médica.





Historia clínica interoperable.

La disponibilidad de la historia clínica electrónica e interoperable es fundamental para organizar de forma coordinada el proceso asistencial del paciente a lo largo de las distintas etapas de su itinerario entre los diferentes niveles asistenciales. Pero en el caso de una pandemia es todavía más crítico, para poder garantizar la correcta transición entre casos leves (seguimiento en Atención Primaria), graves (ingresó hospitalario) y su posterior retorno a domicilio; y también para poder realizar una adecuada monitorización a domicilio o consultas médicas no presenciales para patologías no relacionadas con la Covid-19; e incluso facilitar la prescripción de tratamientos electrónicos con receta electrónica y su dispensación directa en las oficinas de farmacia.

Aplicaciones para la comunicación e información a la población

Se han desarrollado aplicaciones para comunicar información y consejos sanitarios a la población: información sobre la situación de la crisis, los recursos de salud y procesos a seguir, mensajes de prevención y consejos para el autocuidado, respeto de las normas de confinamiento / cuarentena para la población general o las personas infectadas.

Aplicaciones de autodeclaración de síntomas, triaje y/ rastreo de contactos

Además de las aplicaciones de información y consejo sanitario, también se han desarrollado aplicaciones para:

- > Autodeclaración de síntomas y screening de casos sospechosos de COVID-19.
- > Identificación de la localización de los pacientes infectados y posibilidad de establecer un perímetro de seguridad y alertas de proximidad con estos pacientes (geofencing).
- > Rastrear los movimientos históricos de los pacientes infectados para conocer los contactos realizados y poder actuar sobre esas personas.

En estos casos, su aplicación ha sido muy desigual entre países, en gran medida por las cuestiones éticas, de derecho y privacidad relacionadas con estas aplicaciones, en lo que se refiere al uso de la tecnología de la información y las aplicaciones móviles.

Los sistemas de monitorización en tiempo real de la ocupación de los recursos críticos del sistema a nivel de red hospitalaria.

La monitorización y control en tiempo real del grado de ocupación de los recursos críticos para atender una pandemia, en el caso del SARS-CoV-2 las camas de hospitalización, de uci y los respiradores, es fundamental para la toma de decisiones. Además, si este sistema de monitorización en tiempo real permite realizarlo a nivel de red hospitalaria, dando una perspectiva global del grado de ocupación en cada momento de todos los hospitales de la red, aporta una información fundamental para gestionar la crisis sanitaria.

9. ABREVIATURAS, DEFINICIONES Y BIBLIOGRAFÍ A

Q.1. ABREVIATURAS

IoT: (Internet of Things). Internet de las Cosas

IoMT: (Internet of Medical Things). Internet de las Cosas Médicas, Internet de la Salud

IA.: Inteligencia Artificial
FM: Facility Management

HCE: Historia Clínica Electrónica

TIC: Tecnologías de le Información y la Comunicación

FENIN: Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria

BQ: Bloque Quirúrgico

OMS: Organización Mundial de la Salud

GMAO: Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador

RTLS: (Real Time Location System). Sistemas de Localización en Tiempo Real

APP: Aplicación Móvil

MOOC: (Massive Open Online Course). Formación (cursos masivos) en línea.

BMS: (Building Management System). Sistemas de Gestión de Edificios SLA: (Service Level Agreement) o ANS (Acuerdo de Nivel de Servicio)

KPI: (Key Performance Indicator). Indicador Clave de Desempeño

OCR: (Optical Character Recognition). Reconocimiento óptico de caracteres

BBDD: Base(s) de datos

LIFI: (Light Fidelity).

Q.2. DEFINICIONES

IoT: Agrupación e interconexión de dispositivos y objetos (sensores, dispositivos mecánicos) a través de Internet, dónde todos ellos podrían ser visibles e interaccionar sin necesidad de la intervención humana.

IA: Combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano. la IA es el intento de imitar la inteligencia humana usando un software.

Analítica avanzada: Análisis de las bases de datos, con el objeto último de predecir (analítica predictiva) o automatizar la toma de decisiones (prescriptiva).

Big Data: Disciplina que trata formas de analizar, extraer información de manera sistemática o tratar con conjuntos de datos que son demasiado grandes o complejos para ser tratados por el software tradicional de aplicación de procesamiento de datos.

Machine Learning: El aprendizaje automático es una aplicación de inteligencia artificial (IA) que proporciona a los sistemas la capacidad de aprender y mejorar automáticamente a partir de la experiencia sin ser programado explícitamente. El aprendizaje automático se centra en el desarrollo de programas informáticos que pueden acceder a los datos y usarlos para aprender por sí mismos.



Checklist (quirúrgico): Lista de verificación de cirugía. Pensada como herramienta para los profesionales clínicos interesados en mejorar la seguridad de sus operaciones y reducir el número de complicaciones y de defunciones quirúrgicas innecesarias (OMS).

Command Centers: Plataformas tecnológicas para el control centralizado de procesos clínicos.

Smart Hospital: Es un hospital que se basa en procesos optimizados y automatizados construidos en un entorno de activos y personas interconectadas, particularmente basados en el internet de las cosas (IoT) y en el análisis de los datos capturados (por ejemplo, mediante la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial – IA), para mejorar los procedimientos existentes de atención al paciente e introducir nuevas capacidades.

Experiencia del paciente: Se basa en la satisfacción y la calidad asistencial, y tiene en cuanta las vivencias de este y sus expectativas.

Resultados en salud: Resultado global del conjunto del proceso asistencial realizado sobre las personas o pacientes (recuperación parcial o completa del estado de salud, proceso de recuperación y sostenibilidad de la salud recuperada).

Sostenibilidad: Capacidad de desarrollo, asegurando las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones, tanto desde el punto de vista económico-financiero, como desde el punto de vista social y ambiental.

Bloque Quirúrgico (BQ): (Definición del Ministerio de Sanidad) El BQ se define, desde el punto de vista estructural, como el espacio en el que se agrupan todos los quirófanos, con los equipamientos y características necesarios para llevar a cabo todos los procedimientos quirúrgicos previstos. El BQ comprende los locales donde se desarrolla el proceso asistencial del procedimiento quirúrgico (quirófano y unidad de recuperación posanestésica) y los locales de soporte que precisa. Desde la perspectiva organizativa el BQ se define como: una organización de profesionales sanitarios, que ofrece asistencia multidisciplinar a procesos asistenciales mediante cirugía, en un espacio funcional específico donde se agrupan quirófanos con los apoyos e instalaciones necesarios, y que cumple unos requisitos funcionales, estructurales y organizativos, de forma que garantiza las condiciones adecuadas de calidad y seguridad para realizar esta actividad.

Servicio de Urgencias Hospitalarias (Definición Ministerio de Sanidad): Se define como una organización de profesionales sanitarios que ofrece asistencia multidisciplinar, ubicada en un área específica del hospital, que cumple unos requisitos funcionales, estructurales y organizativos, que garantizan condiciones de seguridad, calidad y eficiencia para atender a la urgencia y la emergencia.

Facility Management: Disciplina que engloba diversas áreas para asegurar y gestionar el mejor funcionamiento de los inmuebles y/o infraestructuras y de sus servicios asociados, a través de la integración de personas, espacios, procesos y de las tecnologías propias de dichos inmuebles o infraestructuras.

Service Level Agreement (SLA) o Acuerdo de Nivel de Servicio (ANS): Estándares de calidad y requisitos de rendimiento/productividad que el proveedor del servicio se obliga a cumplir, como condición del contrato.

KPI (*Key Performance Indicator*) o Indicadores Clave de Desempeño: Indicadores que ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia, indicando el nivel de desempeño en base a los objetivos que se hayan establecido.

9.3. BIBLIOGRAFÍ A Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- > Abby Semple, Public Procurement Analysis. Guía para autoridades públicas sobre la Contratación Pública de Innovación, 1ª edición. Procurement of Innovation Platform.
- > Barrubés J, Honrubia L, de Vicente M, Nake A, Sopeña L, Vilardell C, Carrillo E, Triquell Ll, Portella E. Value Based Healthcare. De la teoría a la acción. Barcelona: Antares Consulting; 2019
- > Barrubés J, Honrubia L, Día O, de Vicente M. El reto del acceso a la innovación: Implantar procesos disruptivos en estructuras organizativas rígidas. Barcelona: Antares Consulting. 2018
- > Carnicero, J y Fernández, A (coord.). Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. SEIS, Sociedad Española de Informática de la Salud, 2012
- > Chen B, Baur A, Stepniak M, and Wang J. Finding the future of care provision: the role of smart hospitals. McKinsey and Company. June 2019
- > Esadecreapolis, Barcelona Health Hub. Estudio sobre la consulta de salud virtual y sus beneficios para el sistema sanitario. Propuestas para impulsar la consulta de salud virtual en el sistema sanitario. Barcelona: Barcelona Health Hub: 2020
- > EIT Healht. Transforming healthcare with Al. The impact on the workforce and organisations.. March 2020
- > Herrera M, Aguado F, Padilla N et alt. Una propuesta de modelo fisiológico de servicio de urgencias hospitalario. Principios de funcionamiento, tipificación de la saturación y pautas para el rediseño.
- > Indice Fenin de Madurez Digital en Salud. Fenin (2020)
- > Kamel Boulos, M.N., Berry, G. Real-time locating systems (RTLS) in healthcare: a condensed primer. Int J Health Geogr 11, 25 (2012). https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-25
- > Kane EM et al. Use of systems engineering to design a hospital command center. Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf., vol. 45, no. 5, pp. 370–379, 2019.
- > Kelley A. Wittbold, Colleen Carroll, Marco Lansiti, Haipeng Mark Zhang and Adam B. Landman. How Hospitals Are Using AI to Battle Covid-19 (April 03, 2020).
- > Libro blanco de la actividad y gestión del Bloque Quirúrgico en España. Antares Consulting & GE Healthcare
- > Madroñal, M y otros. El Facility Management en hospitales: gestión de espacios saludables. Universidad de Málaga. 2019
- > Portella E, Barrubés J, Honrubia L, Rodrigues P, Barreteau A, Dia O, Van Uytven M, de Vicente M. La pandemia del COVID-19. Implicaciones y reflexiones. Madrid Barcelona: Antares Consulting; 2020
- > Soria Aledo V, Ruiz Marín M. Madrazo Leal C. Programa de cirugía segura del Sistema Nacional de Salud. Protocolo, AEC.
- > Rodríguez L, Cortina L, Farjas P. Aportación de valor de las tecnologías en el sector sanitario, PWc y PricewaterhouseCoopers, informe 2014
- > Russell, L. M., Anstey, M. H. R., & Wells, S. (2015). Hospitals should be exemplars of healthy workplaces. Medical Journal of Australia, 202(8), 424-426.
- > Serra Sutton V, Solans Domènech M, Espallargues Carreras M. Eficiencia en la utilización de los bloques quirúrgicos. Definición de indicadores. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Ministerio de Ciencia e Innovación. Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut; 2011. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: AIAQS núm. 2010/04.
- > Smart Hospitals. Security and Resilience for Smart Health Service and Infrastructures. ENISA, European Union Agency For Network And Information Security, 2016
- > SmartHealthSystems. International comparison of digital strategies (ed 2019) Bertelsmann Stiftung (Ed). Rainer Thiel, Lucas Deimel, Daniel Schmidtmann, Klaus Piesche, Tobias Hüsing, Jonas Rennoch, Veli ReStroetmann, Karl Stroetmann.
- > Tomás S, Gimena I. La seguridad del paciente en urgencias y emergencias. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2010; 33 (Suppl 1): 131-148.





9.4. LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Í NDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desafíos del Smart Hospital en cada una de las dimensiones del BQ, Urgencias y FM	20
Tabla 2. Contribución de las tecnologías del Smart Hospital en el bloque quirúrgico	25
Tabla 3. Contribución de las tecnologías del Smart Hospital en el Servicio de Urgencias	30
Tabla 4. Contribución de las tecnologías del Smart Hospital al facility management	37

Í NDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología y estructura del <i>Think Tank Smart Hospital</i>	8
Figura 2. Las tres capas del IOT	11
Figura 3. Pasos de un proyecto de Machine Learning	13
Figura 4. Machine Learning y Deep Learning	14
Figura 5. Aplicaciones destacadas de la IA en la salud. (EIT Healht)	15
Figura 6. Activos del Smart Hospital (Adaptado de Enisa, Smart Hospitals)	17
Figura 7. Índice de Madurez Digital comparado en países de la UE (máximo 100). Bertelsmann Stiftung (2019)	18
Figura 8. Desequilibrio presupuestario de los países de la UE. (Eurostat, EL PAÍS)	19
Figura 9. Retos del Bloque Quirúrgico Smart	24
Figura 10. Retos del Servicio de Urgencias <i>Smart</i>	30
Figura 11. Ambitos del Facility Management	32
Figura 12. Principales tendencias de transformación en el mercado de FM 2016-2025	34
Figura 13. Satisfacción del paciente en servicios vinculados al FM (Sermas. Madrid)	35
Figura 14. Retos del Facility Management Smart	36
Figura 15. Procedimientos para la adquisición de soluciones innovadoras (Abby Semple)	39
Figura 16. Ejemplos Objeto de Contrato en Compra Publica Innovadora	40
Figura 17. Ejemplo de Objeto del proyecto (Ritmocore)	41
Figura 18. Ejemplo de criterios de valoración y régimen de remuneración	41
Figura 19. Ejemplo de Participación conjunta en el riesgo (Ritmocore)	42
Figura 20. Ejemplo de Garantía de un servicio de Calidad	42

