

Ingeniero Interno Residente: una necesidad del Sistema Nacional de Salud

Resident Engineer: a necessity for the National Health System

Francisco Jesús Reguera Gil¹, José Antonio Arenilla Rodríguez²

Resumen

Este documento propone la implantación de la figura del ingeniero interno residente (IIR) en el Sistema Nacional de Salud (SNS) como un modelo de formación especializada para ingenieros en el ámbito sanitario, análogo a la formación sanitaria especializada (FSE) de los profesionales clínicos. Se justifica la necesidad de esta figura ante la creciente complejidad tecnológica de los entornos hospitalarios y su impacto en la seguridad del paciente. Se identifican seis especialidades clave para la formación del IIR: mantenimiento de instalaciones industriales, proyectos y obras, ingeniería electromédica, ingeniería biomédica, tecnología de la información y comunicación e ingeniería de procesos y calidad.

El documento analiza el marco normativo vigente y las modificaciones necesarias para la incorporación del IIR en los centros sanitarios. Destaca la necesidad de regulación, acreditación de centros y definición de competencias. Asimismo, se resalta el impacto positivo que esta figura tendría en la calidad asistencial, la optimización de recursos y la innovación tecnológica en el sector salud. Finalmente, se concluye que la incorporación del IIR fortalecería la seguridad del paciente y la eficiencia operativa del SNS, y consolidaría un modelo de formación especializado para ingenieros en el ámbito sanitario.

Palabras clave

Ingeniero interno residente (IIR), formación sanitaria especializada (FSE), ingeniería sanitaria, seguridad del paciente, gestión hospitalaria, infraestructuras hospitalarias, equipamiento electromédico, innovación tecnológica en salud, normativa sanitaria, optimización de recursos, mantenimiento hospitalario, calidad asistencial, ingeniería biomédica.

Recibido/received: 21/02/2025

Aceptado/accepted: 17/03/2025

¹ Grado en Ingeniería Eléctrica. Ingeniero técnico industrial del Servicio de Ingeniería y Mantenimiento del Área de Gestión Sanitaria Jerez, costa noroeste y sierra de Cádiz del Servicio Andaluz de Salud. Profesor del departamento Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cádiz. Miembro de la Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud (ATISAS).

² Ingeniero técnico industrial. Graduado en Ingeniería Mecánica. Jefe de Servicio de Ingeniería y Mantenimiento del Área de Gestión Sanitaria Sur de Sevilla del Servicio Andaluz de Salud. Presidente de ATISAS.

Autores para correspondencia: josea.arenilla.sspa@juntadeandalucia.es; franciscoj.reguera.sspa@juntadeandalucia.es

Abstract

This document proposes the implementation of the Internal Resident Engineer (IRI) position in the National Health System (NHS) as a specialized training model for healthcare engineers, analogous to the Specialized Healthcare Training (SHT) for clinical professionals. The need for this position is justified in light of the growing technological complexity of hospital environments and its impact on patient safety. Six key specialties are identified for IRI training: industrial facility maintenance, projects and works, electromedical engineering, biomedical engineering, information and communications technology, and process and quality engineering.

The document analyzes the current regulatory framework and the necessary modifications for the incorporation of IRI positions in healthcare centers, highlighting the need for regulation, accreditation of centres, and definition of competencies. It also highlights the positive impact this position would have on the quality of care, resource optimization, and technological innovation in the healthcare sector. Finally, it is concluded that the incorporation of the IIR would strengthen patient safety and the operational efficiency of the NHS, consolidating a specialized training model for engineers in the healthcare field.

Keywords

Resident Internal Engineer (IIR), Specialized Healthcare Training (FSE), healthcare engineering, patient safety, hospital management, hospital infrastructure, electromedical equipment, technological innovation in healthcare, healthcare regulations, resource optimization, hospital maintenance, healthcare quality, biomedical engineering.



Hospital Universitario de Jerez de la Frontera. Imagen cedida por los autores del artículo.

1. INTRODUCCIÓN

Como punto de partida de este documento básico se va a ejemplificar con un suceso que acaece diariamente en los centros sanitarios:

En un quirófano actúan diferentes profesiones de la actividad asistencial como pueden ser cirugía, traumatología, anestesiología y enfermería quirúrgica. Los profesionales que ejercen dichas tareas, además de haber recibido formación universitaria en la materia, obligatoriamente han tenido que participar en una formación en residencia (formación sanitaria especializada, a partir de ahora FSE) en un centro sanitario del Servicio Nacional de Salud (SNS en adelante) durante determinados años (dependiendo de la especialidad elegida), lo cual ha contribuido a que hayan alcanzado un elevado nivel de destreza y de conocimientos de la profesión y de la especialidad, lo que redunda en una mejor atención al paciente.

Sin embargo, los profesionales que se dedican a la Ingeniería en el ámbito sanitario y que son responsables de las instalaciones (electricidad, climatización, etc.) y los equipos que están presentes en el quirófano (mesa de anestesia, arco quirúrgico, mesa quirúrgica y demás) y en contacto directo con pacientes y profesionales no han tenido esa opción, sino más bien todo lo contrario, pues han basado su aprendizaje en el comúnmente denominado método del ensayo y error, de tal forma que sería necesario que dicho profesional adquiriese de una manera reglada los conocimientos clínicos y la pericia

del entorno asistencial (Pérez-Mañanes, Rubén, 2024).

La figura del ingeniero interno residente (IIR a partir de ahora) podría resolver la cuestión planteada, aunque, naturalmente, no sería la única solución posible. Es la propuesta que se lanza desde la Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud (ATISAS a partir de ahora) a la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH, en adelante).

2. OBJETO

Se redacta el presente informe con el fin de establecer un documento básico inicial sobre la implantación de la figura IIR en el SNS. Se justificará la implantación de dicha figura mediante una analogía y comparación con la FSE.

También se realizará un breve análisis sobre el marco normativo existente y sus modificaciones necesarias con el fin de dar cobertura a la presencia del IIR en centros sanitarios.

3. ANTECEDENTES

La implantación de la FSE en España ha supuesto que el SNS tenga un alto prestigio y producción científica (Fernández Pardo, Jacinto, 2015); sin embargo, el recorrido ha sido largo y tortuoso con múltiples actualizaciones y cambios, todo ello enfocado a la mejora continua de la actividad asistencial y a la adaptación a las nuevas exigencias de la sociedad.

En la actualidad hay, legalmente, 57 especialidades sanitarias que se encuentran bajo el formato de la FSE y que se pueden desglosar de

la siguiente forma (Ministerio de la Presidencia, 2008):

- 42 especialidades de Medicina (acceso desde la titulación universitaria de Medicina).
- 7 especialidades de Enfermería (acceso desde la titulación universitaria de Enfermería).
- 1 especialidad de Farmacia (acceso desde la titulación universitaria de Farmacia).
- 1 especialidad de Psicología (acceso desde la titulación universitaria de Psicología).
- 6 especialidades multidisciplinares (acceso desde diversas titulaciones universitarias).

A dichas especialidades de FSE se ha llegado tras un camino largo y tortuoso del cual se expone una parte a continuación.

En 1955 se promulgó la primera normativa sobre especialidades (de tipo médico) (Jefatura del Estado, 1955); sin embargo, dicha disposición no produjo el resultado esperado debido al poco rigor a la hora de emitir las titulaciones de especialidades (Fernández Pardo, Jacinto, 2015).

Por ello, a mediados de la década de 1960 diversos grandes hospitales (Hospital General de Asturias y Clínica Puerta del Hierro, entre otros) decidieron optar por importar la metodología de formación en el lugar de trabajo que estaba implantada en Estados Unidos, pese a que entraba en contradicción con la normativa en vigor de 1955 (Morales Santos, A. et al., 2010).

Todo este movimiento auspiciado y promovido internamente por los hospitales consiguió que, a finales de

la década de 1970, primero mediante una Orden (Ministerio de Sanidad y Seguridad Social, 1977) y después mediante real decreto (Presidencia del Gobierno, 1978), se regularizase la formación de posgrado y en residencia.

En 1982 se regula la especialidad de Farmacia Hospitalaria (Presidencia del Gobierno, 1982). Ya en 1984, debido al desarrollo legislativo de las comunidades autónomas y a la integración en la Comunidad Económica Europea (Fernández Pardo, Jacinto, 2015), se promulga una nueva normativa en la cual se regula la formación médica especializada y la obtención del título de médico especialista (Presidencia del Gobierno, 1984).

Cabe destacar la polémica que surgió a mediados de la década de 1990 cuando se exigió por parte de la Administración la especialidad de Medicina Familiar y Comunitaria para poder ocupar plazas de medicina general en el SNS (Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, 1993), lo cual fue muy contestado por parte de los estudiantes de Medicina de la época (Ruiz, 1994), pues era necesario obtener la especialidad correspondiente para poder ejercer como médico general. Ello obliga a realizar una pequeña reflexión en este momento. ¿Sería posible hoy pensar en ejercer una actividad médica o asistencial sin haber recibido la correspondiente FSE?

Posteriormente, se empiezan a desarrollar las diferentes especialidades que completan el panorama actual de especialidades en Ciencias de la Salud como pueden ser:

- Radiofísica Hospitalaria (Ministerio de la Presidencia, 1997).
- Psicología Clínica (Ministerio de la Presidencia, 1998).
- Enfermería con siete especialidades (Ministerio de la Presidencia, 2005).

Incluso hoy en día se están tramitando o promoviendo cambios en las diferentes especialidades, bien sea por fusión de algunas de ellas como puede ocurrir con la especialidad de Análisis Clínicos y Bioquímica (Urrutia, 2024b), añadiendo nuevas especialidades a la formación de residencia en Medicina como Urgencias (Ministerio de Sanidad, 2024) y Ge-



Quirófano con luces quirúrgicas avanzadas, equipo médico, pantallas de computadora y preparación estéril para el próximo procedimiento quirúrgico. Foto: Shutterstock.

nética (Magraner, 2024) o mediante una especialidad hasta ahora inexistente como puede ser la de Fisioterapia (Urrutia, 2024a).

Todo ello quiere decir que la FSE tiene un carácter sumamente dinámico, puesto que se tienen en cuenta los avances de la tecnología y de la ciencia que se han ido produciendo, además de las necesidades de la sociedad y de los propios profesionales a la hora de actualizar y completar las diferentes especialidades del ámbito asistencial que se desarrollan bajo el ámbito de la FSE.

4. SEGURIDAD DEL PACIENTE

En la actualidad, la seguridad del paciente se ha convertido en un objetivo estratégico de cualquier organización dedicada al cuidado de la salud (Saura Llamas et al., 2021). En España, a partir de 2005 y promulgado por el Ministerio de Sanidad, se han establecido los objetivos de dicha estrategia orientados a mejorar la cultura de la seguridad y de la gestión del riesgo sanitario, la formación de los profesionales, la implementación de prácticas seguras y la implicación de los pacientes y ciudadanos (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2015).

Si se recupera el ejemplo que se ha mostrado en la introducción, es evidente que los profesionales del ámbito asistencial intervienen de forma directa sobre la seguridad de ese paciente que está siendo intervenido en

el quirófano. Y también es evidente la importancia de la formación que hayan recibido esos profesionales con el fin de que el proceso quirúrgico sea realizado con el mínimo riesgo para el paciente.

Sin embargo, ¿qué ocurre con el entorno físico del propio quirófano? ¿Qué ocurre con la instalación eléctrica? ¿Y con la climatización y la ventilación fundamental a para evitar infecciones nosocomiales (Saran et al., 2020)? ¿Y con los gases medicinales y la mesa de anestesia o la lámpara de quirófano? ¿Y con el instrumental que ha debido ser esterilizado previamente? Lógicamente, dicho entorno físico resulta crucial para garantizar también la seguridad del paciente (Carayon et al., 2006). De hecho, los episodios adversos relacionados con el equipamiento médico se sitúan entre las 10 primeras causas de estos, con lo cual es necesario que por parte de las instituciones sanitarias se garantice la seguridad, fiabilidad y la precisión de los dispositivos médicos (Wang, 2012). En España, el 17 % de los episodios adversos sufridos por los pacientes entre los años 2009 y 2017 tuvieron su origen en el equipamiento electromédico (Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, 2018).

En relación con este apartado merece mención especial la especialidad de Radiofísica Hospitalaria (Ministerio de la Presidencia, 1997), pues la necesidad de dicha formación es-

pecializada surge a raíz del accidente del acelerador lineal ocurrido en Zaragoza en diciembre de 1990 (Criado, 1991) como se puso de manifiesto por parte de la Sociedad Europea de Terapia Radiológica y Oncología (Argos, 1991).

5. ESPECIALIDADES

Para poder establecer las especialidades que podrían componer una formación en residencia del ingeniero sanitario, es necesario, como primer paso, acudir a la normativa estatal en vigor relacionada con el estatuto del personal de gestión y servicios (Ministerio de Trabajo, 1971) (aún en vigor en lo relacionado con las tareas encomendadas a cada una de las categorías definidas). En dicho estatuto, en lo concerniente a las funciones a desarrollar por el ingeniero técnico industrial se pueden destacar las siguientes:

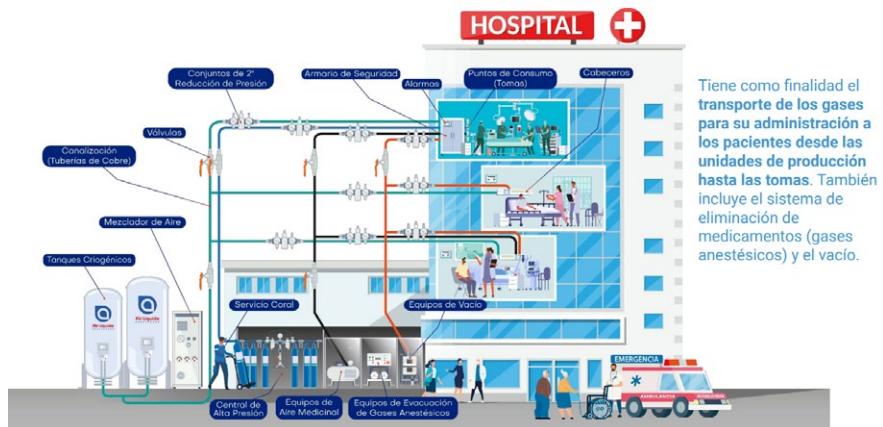
- Con dependencia jerárquica del administrador de la institución, le corresponde la organización y responsabilidad directa del mantenimiento y conservación de las instalaciones de todo tipo, así como las operaciones menores de entretenimiento de los edificios.
- Confeccionar proyectos presupuestarios de aquellas obras e instalaciones que sean necesarias en la institución.
- Conocer diariamente las pequeñas obras a realizar, señalando y dirigiendo el orden y la forma en que deben ser resueltas.

Además, en cuanto a normativa de organización y gestión sanitaria (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1987) se suscriben a la División de Gestión y Servicios Generales todo lo concerniente a obras y mantenimiento. Por tanto, se puede extraer de la normativa mencionada dos especialidades de manera muy clara:

- Mantenimiento y conservación de instalaciones.
- Proyectos y obras.

La especialidad relacionada con la instalación y el mantenimiento de equipamiento electromédico también se debe tener en cuenta, debido a la importancia de dichos equipos en los centros sanitarios, su complejidad y diversidad (Jamshidi et al., 2014) y un coste de mantenimiento que puede superar el de adquisición del

Sistema de Distribución de Gases Medicinales (SDGM)



Sistema de distribución de gases medicinales y vacío. Fuente: AIR LIQUIDE HEALTHCARE.

propio activo, además de que las instituciones sanitarias no se benefician de la excelencia en el mantenimiento relacionado con los equipos electromédicos, mientras que en otro tipo de sectores industriales sí se ha conseguido la excelencia en la gestión del mantenimiento correspondiente (Dhillon, 2011).

Para que quede clara la importancia de esta especialidad, se debe tener en cuenta que hay un grado superior de formación profesional relacionado con la Electromedicina (técnico superior en Electromedicina Clínica) creado en 2015 con sus correspondientes horas de formación en centro de trabajo (550 horas) (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015) de tal forma que actualmente 23 centros imparten ese ciclo formativo a lo largo del territorio español (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2025). ¿Por qué no formar también en el lugar de trabajo a los titulados universitarios de Ingeniería en este ámbito como sí ocurre con los técnicos de formación profesional?

En un sondeo realizado por ATISAS y presentado por la en AEIH (Reguera et al., 2023), se constató que las tareas relacionadas con el mantenimiento de instalaciones, de equipamiento electromédico y las relacionadas con proyectos y obras son las que más ocupan a los profesionales de Ingeniería en los centros sanitarios público, lo cual refuerza, sin duda alguna, la necesidad de la presencia de estas tres especialidades en el posible recorrido formativo a implantar.

Sin embargo, la evolución de la tecnología, de la informática y su necesidad de establecer protocolos de seguridad frente al ataque de terceros y las mayores exigencias en cuanto a los estándares de calidad en los procesos asistenciales, logísticos y de eficiencia hacen necesario plantearse otras especialidades más allá de las tres referenciadas anteriormente como:

- Biomedicina.
- Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).
- Procesos y calidad.

Desarrollando con más profundidad las seis especialidades que se proponen en cuanto a su contenido de funciones y tareas se tendrían las siguientes: Instalaciones Industriales, Proyectos y Obras, Ingeniería Electromédica/Clínica, Ingeniería Biomédica, Tecnología de la Información y Comunicación e Ingeniería de Procesos y Calidad.

5.1 Instalaciones Industriales

Instalaciones industriales es una especialidad en la que se incluiría todo lo relacionado con el mantenimiento preventivo, correctivo, técnico-legal y todas las acciones necesarias para mantener la funcionalidad y la seguridad de las instalaciones técnicas que dan soporte a la actividad asistencial y no asistencial (como cocina, lavandería, esterilización, etc.). Dentro de esta especialidad se pueden incluir los siguientes sistemas y subsistemas:

- Sistema eléctrico:
 - Instalaciones de baja tensión.
 - Instalaciones de alta tensión.
 - Suministros de emergencia

(grupos electrógenos, sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.).

- Quirófanos y salas de intervención (ITC-BT-38).

- Sistema mecánico:

- Instalaciones de producción de energía (calor, frío, vapor).
- Instalaciones de climatización y ventilación.
- Instalaciones de vapor.
- Instalaciones de gases medicinales.
- Instalaciones contra incendios.
- Instalaciones de aparatos elevadores.
- Instalaciones de transporte neumático.
- Instalaciones de gases y líquidos combustibles.

- Sistema fluido:

- Instalaciones de agua fría de consumo humano y agua caliente sanitaria.
- Instalaciones de tratamiento de agua para usos especiales (hemodiálisis).
- Prevención y control de legionela.

En esta especialidad sería conveniente tener en cuenta, para lo relacionado con la capacitación del ingeniero de mantenimiento, la norma UNE al respecto (AENOR, 2015a).

5.2 Proyectos y Obras

Las obras que se realizan en un centro sanitario deben tener en cuenta multitud de normativa aplicable, además de tener que garantizar la compatibilidad con la propia actividad asistencial, con lo cual se trata de actuaciones de gran complejidad organizativa.

Además, la humanización de los espacios es un objetivo que debe ser alcanzado por los servicios sanitarios hoy en día, dada la influencia que tiene el contexto físico sobre los pacientes (Ulrich et al., 2008). Por tanto, es natural pensar en esta especialización que, no hay que olvidar, siempre ha estado presente en las organizaciones y ahora se hace más necesaria que nunca, pues la infraestructura debe ser flexible para poder adaptarse a las nuevas necesidades sobrevenidas como pueden ser una pandemia. Las funciones de esta especialidad estarían relacionadas con:

- Planificación urbanística y ordenamiento de espacios.



Grupos electrógenos puestos en marcha, en 2021, en el Hospital de Jerez.

- Análisis de viabilidad de obras/reformas.
- Diseño de espacios e instalaciones.
- Redacción de proyectos y memorias técnicas.
- Seguimiento, gestión y control de obras.

5.3 Ingeniería Electromédica/ Clínica

El equipamiento electromédico, debido a su diversidad (desde los equipos más sencillos como pueden ser un pulsioxímetro o tensiómetro hasta activos de alta tecnología como pueden ser una tomografía computarizada, una resonancia magnética o un acelerador lineal), complejidad y trato directo con pacientes y profesionales del ámbito asistencial, requiere de una supervisión y control constante de un equipo de profesionales de la ingeniería. En esta especialidad se realizan las siguientes funciones y tareas:

- Instalación y configuración: instalar y poner en marcha equipos médicos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo: realizar inspecciones, calibraciones y reparaciones para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos.
- Gestión de la tecnología médica: supervisar y gestionar el inventario de equipos médicos, elaborar planes de mantenimiento y evaluar nuevas adquisiciones.
- Capacitación: entrenar al personal médico y técnico en el uso adecuado de los equipos.

- Asistencia técnica: brindar soporte técnico a los usuarios de los equipos médicos.

- Elaboración de documentación técnica: crear manuales de usuario, protocolos de mantenimiento y otros documentos técnicos.

- Control de calidad: asegurar que los equipos médicos cumplan con las normas de seguridad y calidad.

- Evaluación de riesgos: identificar y evaluar los riesgos asociados con el uso de la tecnología médica.

- Prevención de accidentes: implementar medidas para prevenir accidentes y garantizar la seguridad de los pacientes y el personal médico.

En esta especialidad sería conveniente tener en cuenta, para lo relacionado con la capacitación del ingeniero de mantenimiento, la norma UNE al respecto (AENOR, 2015a).

5.4 Ingeniería Biomédica

La especialidad de Ingeniería Biomédica se encuentra cada vez más instaurada en los centros sanitarios y les aporta un gran valor añadido (Acebillo y José Artells, 2004). En la actualidad se imparten en España 21 másteres universitarios (dentro del Plan Bolonia, no como título propio). relacionados con esta especialidad (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2025). Entre las tareas dentro de este ámbito se podrían enumerar las siguientes:

- Diseño y desarrollo de dispositivos médicos.

- Ingeniería de tejidos: desarrollo de tejidos y órganos artificiales utilizando células y biomateriales para reemplazar o reparar tejidos dañados.
- Biomateriales: investigación y desarrollo de materiales biocompatibles para su uso en implantes, dispositivos médicos y sistemas de administración de fármacos.
- Terapia génica: desarrollo de técnicas para la manipulación genética con fines terapéuticos, como la corrección de genes defectuosos.
- Ingeniería de proteínas: diseño y producción de proteínas con propiedades específicas para su uso en medicamentos y diagnósticos.
- Bioinformática: aplicación de la informática al análisis de datos biológicos, como secuencias de ADN y proteínas.
- Procesamiento de imágenes: desarrollo de algoritmos para el análisis y la visualización de imágenes médicas, como resonancias magnéticas y tomografías computarizadas.
- Procesamiento de señales: análisis de señales fisiológicas, como electrocardiogramas y electroencefalogramas, para el diagnóstico y la monitorización de pacientes.
- Modelos computacionales: creación de modelos matemáticos y computacionales para simular el funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo humano.
- Simulaciones: utilización de modelos para estudiar procesos fisiológicos, predecir la respuesta a



Cuadro general de baja tensión, en el Hospital de Jerez.

tratamientos y diseñar nuevos dispositivos médicos.

5.5 Tecnología de la Información y la Comunicación

No cabe duda de que la gestión de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) es fundamental en un centro sanitario, más si cabe cuando se pueden recibir ciberataques mediante los cuales, no solo se filtren datos sensibles de los usuarios, sino que se ponga en riesgo el funcionamiento de equipamiento e instalaciones. Por tanto, las tareas se encontrarían relacionadas con los ámbitos de:

- Redes de comunicaciones y ciberseguridad.
- Sistemas de información.
- Telemedicina e inteligencia artificial.

5.6 Ingeniería de Procesos y Calidad

La mejora continua, algo fundamental en el sector de la salud, se puede vertebrar a través de dos bloques diferenciados, pero relacionados entre sí:

- Procesos.
- Gestión de la calidad.

La Ingeniería de Procesos puede tener un impacto positivo en los procesos que ocurren en un centro sanitario tanto si son del ámbito asistencial (atención a pacientes, procesos quirúrgicos, etc.), como del no asistencial (logística, compras y demás). La implementación de diferentes metodologías, como puede ser LEAN,

suponen una mejora de los flujos de trabajo (Fuentes et al., 2023), una disminución de los tiempos de espera de pacientes (Martins Drei y Sérgio de Arruda Ignácio, 2022) y un ahorro de costes considerable (Sales Coll et al., 2024).

En cuanto a la gestión de la calidad, en la actualidad hay multitud de normativa que desarrolla diferentes procesos relacionados con la calidad en las organizaciones y se establecen los estándares pertinentes con el fin de asegurar su mejora continua y son de aplicación directa en los centros sanitarios los relacionados con:

- Servicios sanitarios (AENOR, 2017).
- Gestión medioambiental (AENOR, 2015b).
- Gestión de gases medicinales (AENOR, 2021).

6. ANÁLISIS NORMATIVO

La implantación de la formación de Ingeniería especializada en centros sanitarios para ingenieros residentes (similar al sistema MIR para médicos) requeriría de una serie de modificaciones normativas y de la implicación de diversos estamentos y Administraciones. A continuación, se realiza un análisis de las principales áreas a considerar.

6.1 Marco legal y normativo

Dentro del marco legal y normativo destacan:

- Creación de una nueva especialidad. Sería necesario modificar la Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de Ordenación de las profesiones sanitarias, para incluir la Ingeniería especializada en salud como una nueva profesión sanitaria o, alternativamente, crear una ley específica que regule el ejercicio de esta profesión en el ámbito sanitario.
- Definición de competencias. Se deberían establecer las competencias específicas de los ingenieros residentes en salud y diferenciarlas de las de otros profesionales sanitarios. Esto implicaría la creación de un real decreto que establezca el programa formativo de la especialidad, con sus objetivos, contenidos, duración y sistema de evaluación.
- Acreditación de centros. Se necesitaría un sistema de acreditación

de centros sanitarios para la formación de ingenieros residentes que garantice el cumplimiento de los requisitos mínimos de calidad. Esta acreditación podría ser otorgada por el Ministerio de Sanidad, en colaboración con las comunidades autónomas.

- **Sistema de acceso.** Se debería establecer un sistema de acceso a la formación de Ingeniería especializada, similar al examen MIR, que garantice la igualdad de oportunidades y la selección de los candidatos más idóneos.

6.2 Administraciones implicadas

Las Administraciones implicadas serían:

- Ministerio de Sanidad: tendría un papel fundamental en la elaboración y la aprobación de la normativa, la acreditación de centros y la gestión del sistema de acceso.
- Ministerio de Universidades: debería colaborar en la definición del programa formativo y en la integración de la formación especializada en los planes de estudio de las universidades.
- Comunidades autónomas: serían responsables de la gestión de los centros sanitarios acreditados y de la contratación de los ingenieros residentes.
- Colegios profesionales: los colegios de ingenieros deberían participar en la definición de las competencias profesionales y en la elaboración del programa formativo.
- Sociedades científicas: las sociedades científicas relacionadas con la ingeniería biomédica y la ingeniería clínica podrían aportar su experiencia y su conocimiento en la definición de las áreas de especialización y en la elaboración del programa formativo.
- Centros sanitarios: los hospitales y otros centros sanitarios tendrían que adaptarse para acoger a los ingenieros residentes y proporcionarles la formación práctica necesaria.

6.3 Aspectos a considerar

Entre los aspectos a considerar destacarían:

- **Financiación:** se debe definir un sistema de financiación para la formación de los ingenieros residentes que podría incluir la participa-

ción del Estado, las comunidades autónomas y los propios centros sanitarios.

- **Retribuciones:** es importante establecer unas retribuciones adecuadas para los ingenieros residentes que les permitan dedicarse plenamente a su formación.
- **Integración en el sistema sanitario:** una vez finalizada la formación, se debe facilitar la integración de los ingenieros especializados en el sistema sanitario, tanto en el ámbito público como en el privado.

7. CONCLUSIONES

La creciente complejidad tecnológica del entorno sanitario exige una formación especializada para los ingenieros que desarrollan su labor profesional en dicho ámbito. La figura del IIR surge como una respuesta a esta necesidad de formación en el lugar de trabajo (no tiene por qué ser la única posibilidad a tener en cuenta, obviamente), y permite a los profesionales de la Ingeniería adquirir competencias específicas en un contexto multidisciplinar, colaborando con los profesionales del ámbito asistencial. El IIR se formaría en las particularidades del entorno sanitario y se familiarizaría con tecnologías médicas, normativas de seguridad, gestión de riesgos y procesos clínicos.

Mediante la implantación del IIR se conseguiría:

- **Mejora de la calidad asistencial:** un ingeniero con formación específica puede optimizar el uso de la tecnología médica, contribuyendo a diagnósticos más precisos, tratamientos más efectivos y una mejor atención al paciente.
- **Aumento de la seguridad del paciente:** el IIR, con su conocimiento en seguridad industrial y gestión de riesgos, puede identificar y prevenir posibles fallos en equipos y sistemas y, de este modo, minimizar el riesgo de incidentes.
- **Innovación tecnológica:** la interacción con profesionales sanitarios fomenta la creatividad y la innovación e impulsa el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para la mejora de la atención sanitaria.
- **Optimización de recursos y procesos:** el IIR puede contribuir a la gestión eficiente de los recursos tecnológicos, optimizando su



Logotipo de la ATISA (Asociación Técnica de Ingenieros del SAS, Servicio Andaluz de Salud).

mantenimiento y prolongando su vida útil.

- **Desarrollo profesional:** creación de una carrera profesional atractiva para los ingenieros especializados en la materia. Estandarización de la categoría profesional de ingeniería en el SNS, pues hay una gran disparidad de funciones, tareas y responsabilidades que dependen del centro sanitario donde se encuentre el profesional (Reguera et al., 2023). (¿Por qué cualquier profesional del ámbito asistencial tiene clara sus funciones y tareas independientemente del centro sanitario donde se encuentre y un ingeniero no?)

REFERENCIAS

- Acebillo, J. y José Artells, J. (2004). “La Biomedicina como factor de creación de valor y crecimiento económico”, Revista de Administración Sanitaria Siglo XXI, 2(3), pp. 357-374. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-administracion-sanitaria-siglo-xxi-261-articulo-la-biomedicina-como-factor-creacion-13066636>.
- AENOR (2015a). Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento, UNE-EN 15628:2015. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0054662> (accedido: 7 de enero de 2025).

- AENOR (2015b). Sistemas de gestión medioambiental, UNE-EN ISO 14001:2015. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0055418> (accedido: 7 de enero de 2025).
- AENOR (2017). Sistemas de gestión de la calidad. Aplicación de la Norma EN ISO 9001:2015 en los servicios sanitarios, UNE-EN 15224:2017. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0059222> (accedido: 7 de enero de 2025).
- AENOR (2021). Gestión de gases de uso medicinal en el ámbito sanitario, UNE 179010:2021. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0066565> (accedido: 7 de enero de 2025).
- Argos, L. (1991). "El accidente del Clínico de Zaragoza, una cadena de fallos humanos única en el mundo, según los expertos", El País, 12 octubre. Disponible en: https://elpais.com/diario/1991/10/12/sociedad/68722014_850215.html (accedido: 16 de marzo de 2025).
- Carayon, P., Schoofs Hundt, A., Karsh, B.-T., Gurses, A. P., Alvarado, C. J., Smith, M. y Flatley Brennan, P. (2006). "Work system design for patient safety: the SEIPS model", Quality and Safety in Health Care, 15(suppl 1), p. i50. doi:10.1136/qshc.2005.015842.
- Colegio oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (2018). "Guía de gestión y mantenimiento de equipamiento electromédico". Disponible en: <https://www.coim.es/publicaciones/guia-de-gestion-y-mantenimiento-de-equipamiento-electromedico/> (accedido: 16 de marzo de 2025).
- Criado, A. (1991). "Tercera muerte por radioterapia en Zaragoza en el «accidente más grave del mundo», según el Insalud", El País, 22 febrero. Disponible en: https://elpais.com/diario/1991/02/22/sociedad/667177213_850215.html (accedido: 16 de marzo de 2025).
- Dhillon, B. S. (2011). "Medical equipment reliability: a review, analysis methods and improvement strategies", International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, 18(04), pp. 391-403. doi:10.1142/S0218539311004317.
- Fernández Pardo, Jacinto (2015). "Formación especializada en España: del internado rotatorio a la troncalidad", Educación Médica, 16(1), pp. 57-67. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2015.04.003>.
- Fuentes, L. B. E. H., Gardim, L., Silva, T. O. D., Moura, A. A. D. y Bernardes, A. (2023). "Applying Lean Healthcare in the hospitalization and patient discharge process: an integrative review", Revista Brasileira de Enfermagem, 76(5), p. e20220751. doi:10.1590/0034-7167-2022-0751.
- Jamshidi, A., Abbasgholizadeh Rahimi, S., Ait-Kadi, D. y Ruiz, A. (2014). "Medical devices inspection and maintenance; a literature review", en IIE Annual Conference and Expo 2014, pp. 3895-3904.
- Jefatura del Estado (1955). Ley de 20 de julio de 1955 sobre Enseñanza, título y ejercicio de las especialidades médicas, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1955-10411> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Magraner, X. (2024). "Genética nace como especialidad fechando en 2026 sus primeras plazas MIR", Redacción Médica, 5 diciembre. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/medicina/genetica-nace-como-especialidad-fechando-en-2026-sus-primeras-plazas-mir-4607> (Accedido: 25 de enero de 2025).
- Martins Drei, S. y Sérgio de Arruda Ignácio, P. (2022). "Lean healthcare applied systematically in a medium-sized medical clinic hospitalization", Journal of Health Organization and Management. Emerald Publishing Limited, 36(5), pp. 666-689. doi:10.1108/JHOM-05-2021-0194.
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2025). "Ingeniería Biomédica". Disponible en: <https://www.ciencia.gob.es/qedu.html> (accedido: 11 de marzo de 2025).
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Real Decreto 838/2015, de 21 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Electromedicina Clínica y se fijan los aspectos básicos del currículo, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2015/09/21/838> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2025). "Técnico Superior en Electromedicina Clínica". Disponible en: https://www.educacion.gob.es/centros/buscarCentros?ensenanzaFP=122_1005 (accedido: 11 de marzo de 2025).
- Ministerio de la Presidencia (1997). Real Decreto 220/1997, de 14 de febrero, por el que se crea y regula la obtención del título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/02/14/220> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de la Presidencia (1998). Real Decreto 2490/1998, de 20 de noviembre, por el que se crea y regula el título oficial de Psicólogo Especialista en Psicología Clínica, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1998/11/20/2490> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de la Presidencia (2005). Real Decreto 450/2005, de 22 de abril, sobre especialidades de Enfermería, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2005/04/22/450/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de la Presidencia (2008). Real Decreto 183/2008, de 8 de febrero, por el que se determinan y clasifican las especialidades en Ciencias de la Salud y se desarrollan determinados aspectos del sistema de formación sanitaria especializada, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/02/08/183/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno (1993). Real Decreto

- 853/1993, de 4 de junio, sobre ejercicio de las funciones de Médico de Medicina General en el Sistema Nacional de Salud, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1993/06/04/853/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Sanidad (2024). "Acceso Extraordinario al título de Especialista en Medicina de Urgencias y Emergencias". Disponible en: [https://www.sanidad.gob.es/areas/profesionesEspecialista/home.htm](https://www.sanidad.gob.es/areas/profesionesSanitarias/profesiones/tituloEspecialista/home.htm) (accedido: 25 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Sanidad y Consumo (1987). Real Decreto 521/1987, de 15 de abril, por el que se aprueba el Reglamento sobre Estructura, Organización y Funcionamiento de los Hospitales gestionados por el Instituto Nacional de la Salud, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1987/04/15/521/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Sanidad y Seguridad Social (1977). Orden de 9 de diciembre de 1977 por la que se regula la formación de postgraduados en las Instituciones de la Seguridad Social, Administración Institucional y otros Centros hospitalarios, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1977-29881> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Trabajo (1971). Orden por la que se aprueba el Estatuto de Personal no Sanitario al Servicio de las Instituciones Sanitarias de la Seguridad Social, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1971-913 (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministro de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2015). "Estrategia de Seguridad del Paciente del Sistema Nacional de Salud". Disponible en: https://seguridaddelpaciente.sanidad.gob.es/docs/Estrategia_Seguridad_del_Paciente_2015-2020.pdf (accedido: 29 de noviembre de 2024).
- Morales Santos, A., del Cura Rodríguez, JL y Vieito Fuentes, X. (2010). "Normativa de la formación del residente de Radiodiagnóstico: estatuto del residente y ley de especialidades", *Radiología*, (52), pp. 58-66.
- Pérez-Mañanes, Rubén (2024). "La necesidad de crear el INIR, una formación reglada para los ingenieros que están en el corazón del sistema sanitario", *Primero de Medicina*, 3, pp. 10-11.
- Presidencia del Gobierno (1978). Real Decreto 2015/1978, de 15 de julio, por el que se regula la obtención de títulos de especialidades médicas, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1978-22162> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Presidencia del Gobierno (1982). Real Decreto 2708/1982, de 15 de octubre, por el que se regulan los estudios de especialización y la obtención del título de Farmacéutico Especialista, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1982-28299 (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Presidencia del Gobierno (1984). Real Decreto 127/1984, de 11 de enero, por el que se regula la formación médica especializada y la obtención del título de Médico Especialista, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1984-2426> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Reguera, F., Arenilla, J. A., Giraldo, J. M. y Montiel Santiago, F. J. (2023). "Análisis de la presencia de los ingenieros en los centros sanitarios públicos", en. 40º Seminario de Ingeniería Hospitalaria, A Coruña, España.
- Ruiz, R. (1994). "Los alumnos de medicina arrancan a Sanidad una solución en cinco años a su conflicto", *El País*, 23 diciembre. Disponible en: https://elpais.com/diario/1994/12/23/sociedad/788137201_850215.html (accedido: 25 de noviembre de 2024).
- Sales Coll, M., De Castro, R., Ochoa De Echagüen, A. y Martínez Ibáñez, V. (2024). "Economic Impact of Lean Healthcare Implementation on the Surgical Process", *Healthcare*, 12(5), p. 512. doi:10.3390/healthcare12050512.
- Saran, S., Gurjar, M., Baronia, A., Sivapurapu, V., Ghosh, P. S., Raju, G. M. y Maurya, I. (2020). "Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) in intensive care unit", *Critical Care*, 24(1), p. 194. doi:10.1186/s13054-020-02907-5.
- Saura Llamas, J., Astier Peña, M. P. y Puntes Felipe, B. (2021). "La formación en seguridad del paciente y una docencia segura en atención primariaPatient safety training and a safe teaching in primary care", *Atención Primaria*, 53. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S021265672100233X?via%3Dihub> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H.-B., Choi, Y.-S., Quan, X. y Joseph, A. (2008). "A review of the research literature on evidence-based healthcare design.", *HERD. United States*, 1(3), pp. 61-125. doi:10.1177/193758670800100306.
- Urrutia, P. (2024). "El grado de Fisioterapia da «amparo legal» a la creación de especialidades", *Redacción Médica*, 24 noviembre. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/otras-profesiones/el-grado-de-fisioterapia-da-amparo-legal-a-la-creacion-de-especialidades-7657> (accedido: 3 de diciembre de 2024).
- Urrutia, P. (2024). "La nueva FSE de Laboratorio, sin monopolio médico y costará 220.000 euros", *Redacción Médica*, 21 febrero. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/ministerio-sanidad/la-nueva-fse-de-la-laboratorio-sin-monopolio-medico-y-costara-220-000-euros-9539> (accedido: 25 de noviembre de 2024).
- Wang, B. (2012). *Medical Equipment Maintenance: Management and Oversight, Synthesis Lectures on Biomedical Engineering*. doi:10.2200/S00450ED-1V01Y201209BME045.