

La ingeniería como clave para la transformación y la sostenibilidad del Sistema Nacional de Salud

1. Enrique J. Gómez Aguilera. Universidad Politécnica de Madrid y Sociedad Española de Ingeniería Biomédica.
2. Juan Luis Cruz Bermúdez. Hospital Universitario 12 de Octubre.
3. José Domingo Sanmartín Sierra. Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica, y Universidad de Sevilla.
4. Xavier Escayola Elías. Hospital Universitario Materno Infantil Sant Joan de Déu.
5. Francisco Javier Guijarro Hueso. Hospital Universitario Ramón y Cajal y Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.
6. Javier Blázquez Sánchez. Hospital Universitario Ramón y Cajal.
7. Juan José Pérez Blanco. Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid.
8. Rubén Pérez-Mañanes. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón y Universidad Complutense de Madrid.

Nota de Autores: Este documento nace de una reflexión compartida entre profesionales de distintos ámbitos del ecosistema sanitario, académico, científico y tecnológico. No es un texto normativo ni una propuesta cerrada, y tampoco expresa por sí mismo una posición oficial de las instituciones de pertenencia de los firmantes. La composición del grupo responde a un proceso espontáneo de trabajo y no pretende ser representativa de todas las perspectivas que este debate requiere; en esta primera etapa, reconocemos además como limitación la insuficiente diversidad de género en su composición. Precisamente por ello, este texto quiere entenderse como un punto de partida abierto, con voluntad de ampliar la conversación e incorporar nuevas voces, trayectorias y miradas complementarias en las siguientes fases del trabajo.

1. La necesidad de la ingeniería en la sanidad del presente y del futuro

La ingeniería ha estado estrechamente relacionada con la medicina a lo largo de la historia, dando lugar a avances científicos y tecnológicos que han mejorado la calidad de vida y la salud de las personas. Esta relación se fundamenta en la propia definición de ingeniería, entendida como el “conjunto de conocimientos y técnicas científicas y empíricas aplicadas a la invención, el diseño, el desarrollo, la construcción, el mantenimiento y el perfeccionamiento de tecnologías, estructuras, máquinas, herramientas, sistemas, materiales y procesos para la resolución de problemas prácticos” (Diccionario de la lengua española, RAE).

En la actualidad, la tecnología es cada vez más relevante en el cuidado de la salud, en el contexto de la profunda transformación y la creciente complejidad de los entornos hospitalarios. Un hecho que viene marcado por la irrupción de tecnologías disruptivas como la secuenciación genómica masiva, la salud digital, la inteligencia artificial (IA), la computación en la nube y perimetral, la robótica, los gemelos digitales, la realidad virtual y aumentada, la impresión 3D o la nanomedicina, por citar solo algunas.

Son muchos los **retos** que afronta el Sistema Nacional de Salud (SNS), entre los que podemos resaltar los siguientes:



Más allá de la creciente presión tecnológica que vivimos en nuestra sociedad, es cada vez más evidente que sin una profunda transformación del SNS apoyada por la tecnología, los retos indicados no podrán ser

abordados de forma efectiva. Esta transformación tecnológica y digital requiere incorporar, cada vez más, ingenieros interdisciplinarios en el sistema sanitario, entendidos como profesionales que ejercen las funciones de la ingeniería en el SNS. Disponer de ingenieros con un adecuado conocimiento del entorno sanitario es clave para introducir la tecnología más apropiada de acuerdo con la transformación buscada, garantizar la seguridad del paciente, optimizar el uso de la tecnología sanitaria, mejorar los métodos actuales de diagnóstico, tratamiento y seguimiento, fomentar el trabajo cooperativo y multimodal, optimizar los procesos asistenciales y avanzar hacia una sanidad más eficiente, segura e innovadora, alineada con la medicina 5P (predictiva, preventiva, participativa, personalizada y de precisión). En otras palabras, si queremos instituciones sanitarias seguras, sostenibles e innovadoras, necesitamos más ingenieros y que dispongan de experiencia y competencias clínicas reales, capaces de liderar procesos interdisciplinarios centrados en el paciente.

Este perfil profesional, cada vez más relevante en los retos sanitarios del presente y en la medicina del futuro, está impulsando un creciente reconocimiento institucional de la trascendencia y necesidad de la ingeniería en el SNS español, un hecho indudable que se plasma en aspectos como:

- 1) El marco regulatorio europeo y nacional que refuerza de manera creciente la necesidad de contar con perfiles de ingeniería especializados integrados en los centros sanitarios. Por ejemplo, la plena aplicación del Reglamento (UE) 2017/745, relativo a los productos sanitarios, y del Reglamento (UE) 2017/746, relativo al diagnóstico *in vitro*, así como su desarrollo en el ámbito nacional a través del Real Decreto 192/2023 y del Real Decreto 942/2025, introduce requisitos cada vez más exigentes en materia de seguridad, trazabilidad, gestión del ciclo de vida, vigilancia, fabricación “in house” y cumplimiento normativo. Este nuevo contexto regulatorio incrementa de forma significativa la complejidad técnica y organizativa que deben gestionar los centros sanitarios, poniendo de manifiesto la necesidad de disponer de ingenieros con formación clínica y competencias específicas que permitan garantizar el cumplimiento normativo, la seguridad del paciente y la adecuada gobernanza de la tecnología sanitaria, en coherencia con los objetivos de calidad, sostenibilidad y transformación del SNS.
- 2) El Dictamen de la Comisión para la Reconstrucción Social y Económica del Congreso de los Diputados, como consecuencia de la crisis COVID-19, aprobado por una abrumadora mayoría (29/07/2020, 255 votos a favor, 88 votos en contra y 3 abstenciones) consideró la transformación digital como una de las principales medidas para el futuro del SNS, estableciendo la necesidad de una Estrategia Nacional de Transformación Digital del SNS. Dicha estrategia, publicada posteriormente en diciembre de 2021, y denominada Estrategia Nacional de Salud Digital, ya indicaba que “La incorporación de recursos humanos capacitados en TIC para la salud a todos los niveles en el SNS es necesario para poder garantizar la realización de la Estrategia”.
- 3) El aumento del número de titulaciones de ingeniería especializadas en la aplicación de la ingeniería a la medicina. En concreto existen en la actualidad 29 universidades españolas que ofrecen titulaciones de grado y máster en ingeniería biomédica, lo que supone más de 600 egresados de grado y más de 200 de máster anuales, muchos de los cuales quieren ejercer su profesión dentro del SNS sin posibilidad para ello.
- 4) La firma de un marco de colaboración, el pasado diciembre de 2025, entre el Ministerio de Sanidad y el Instituto de Ingeniería de España (IIE) para la promoción, desarrollo e implementación de proyectos en el ámbito de la ingeniería aplicada a la sanidad, incluyendo la mejora de

infraestructuras, digitalización de procesos, gestión eficiente de recursos sanitarios y desarrollo de tecnologías aplicadas al sector (<https://www.sanidad.gob.es/gabinete/notasPrensa.do?id=6818>).

- 5) El número creciente de sesiones y mesas de debate centradas sobre el rol del ingeniero en los hospitales en los congresos de las principales sociedades científicas de ingeniería en medicina como son la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH), la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (SEIB) y la Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC), así como en las jornadas hospitalarias organizadas por el Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM).

La colaboración entre las distintas disciplinas de la ingeniería y la medicina es, por tanto, una necesidad, y comienza a ser una realidad generalizada en el SNS. Sin embargo, a pesar de la estrecha relación entre ambas disciplinas, existe una carencia de formación práctica que dificulta la integración de los profesionales de la ingeniería en el ámbito asistencial. Esta necesidad se hace más evidente cuando comparamos la formación sanitaria especializada (MIR, EIR, FIR, QIR, BIR, PIR, RFIR) con la que reciben los profesionales de la ingeniería sanitaria, quienes se enfrentan a retos complejos y cambiantes que requieren de una formación continua y especializada. Además, la formación que pueden recibir los ingenieros depende de la voluntad y recursos de cada centro, sin que exista una regulación ni una acreditación oficial que garantice su calidad y homogeneidad.

El objetivo de conseguir que los ingenieros se incorporen en mayor medida al SNS con una excelente formación teórica y práctica, y que dispongan de las competencias técnicas y no técnicas imprescindibles para su labor profesional, llevó a los firmantes de este documento a crear, a principios de 2025, una Comisión Estratégica del Ingeniero Interno Residente (CEINIR).

Esta comisión nació con el objetivo de analizar y promover la plena incorporación de la ingeniería al SNS y, para ello, proponer la creación de un programa de especialización sanitaria supervisada en el ámbito asistencial para ingenieros sanitarios, análogo al sistema de residencia o Formación Sanitaria Especializada (FSE) que ya estructura la formación de médicos, farmacéuticos, enfermeros o psicólogos. La propuesta de formación, que podría denominarse INIR (Ingeniero Interno Residente), plantea una formación estructurada, reglada y práctica para ingenieros que van a desarrollar su labor profesional en entornos clínicos, integrándolos en equipos sanitarios multidisciplinarios.

2. Principales funciones del ingeniero en el sistema sanitario

CEINIR propone una futura formación sanitaria especializada en ingeniería a partir de un primer análisis de las funciones principales y áreas de actuación de la ingeniería en el SNS:

- **Infraestructuras** cada vez más tecnificadas y complejas, en las que su diseño específico de acuerdo con la función prevista, dando soporte a los procesos de trabajo clínicos y favoreciendo la humanización de la asistencia, es un aspecto clave. Las nuevas infraestructuras incluyen instalaciones de suministros críticos como la electricidad, los gases medicinales y la climatización que cada vez son más avanzadas y deben ser más resilientes, lo que da lugar a verdaderos edificios inteligentes controlados por sistemas digitales, y en los que la sostenibilidad medioambiental es un requisito primordial.
- **Electromedicina e ingeniería de los dispositivos médicos** con una tecnología sanitaria cada vez más compleja y ciclos de renovación más cortos, en un contexto regulatorio más exigente derivado de la

plena aplicación de los Reglamentos europeos de productos sanitarios y de diagnóstico *in vitro*. Esta evolución incrementa la necesidad de una gestión avanzada del ciclo de vida del equipamiento, que abarque desde la planificación y evaluación tecnológica hasta la adquisición, validación, mantenimiento, vigilancia y retirada. Asimismo, requiere profesionales con competencias específicas para garantizar la seguridad del profesional y del paciente.

- **Gestión y organización en los centros sanitarios**, que son instituciones muy complejas por el número y variedad de procesos. Al igual que otros sectores económicos e industriales introdujeron hace décadas las aportaciones de la ingeniería de organización, el SNS requiere profesionales capaces de analizar y resolver problemas, de planificar y seguir los proyectos, así como optimizar los procesos, haciéndolos más eficaces y eficientes, en un rol dual técnico y de gestión.
- **Tecnologías digitales y datos** que dan respuesta a las necesidades y los problemas de los procesos asistenciales, docentes y de investigación, y al resto de funciones de la ingeniería, y que incorporan cada vez más soluciones digitales que implican redes de comunicación, sistemas de información de gestión y clínicos, su integración e interoperabilidad, y un uso avanzado de los datos que generan.
- **Ingeniería asistencial** entendida como la labor de un ingeniero que trabaja directamente con el profesional sanitario y el paciente, en equipos interdisciplinarios, compartiendo conocimiento tecnológico y médico, colaborando en tareas de formación, obtención de información, prevención, diagnóstico, tratamiento, alivio, seguimiento, predicción o pronóstico de la patología del paciente a través de la aplicación de distintas tecnologías para la consecución de una verdadera medicina personalizada y de precisión.



Equipo multidisciplinar de residentes en comité junto al paciente. Imagen sintética conceptual (EU IA Act)

3. Situación actual de los ingenieros en el Sistema Nacional de Salud

a. Encuesta acerca de la situación actual de los ingenieros en hospitales del SNS

Con el objetivo de tener una primera radiografía de la situación actual de los ingenieros en el SNS, CEINIR remitió una encuesta preliminar a las direcciones de gestión de los hospitales listados a continuación, distribuidos en 10 comunidades autónomas:

- Hospital General Universitario Gregorio Marañón
- Hospital Universitario 12 de Octubre
- Hospital Universitario Ramón y Cajal
- Hospital Universitario La Paz
- Hospital Universitario Virgen del Rocío
- Hospital Regional Universitario de Málaga
- Hospital Universitario Materno Infantil Sant Joan de Déu
- Hospital Universitario Vall d'Hebron
- Complejo Asistencial Universitario de Salamanca
- Hospital Universitario Río Ortega
- Complejo Hospitalario Universitario de Toledo
- Hospital Universitario y Politécnico La Fe
- Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín
- Hospital Universitario Lucus Augusti
- Hospital Universitario Cruces
- Hospital Universitario Central de Asturias

Los datos de la encuesta están estructurados según los siguientes campos:

1) **FUNCIÓN PRINCIPAL de los ingenieros**

- Mantenimiento de infraestructuras
- Obras
- Tecnología sanitaria: electromedicina y alta tecnología
- Sistemas informáticos, redes y datos
- Clínico-asistencial
- Gestión y organización
- Procesos y calidad
- Otra función

2) **TITULACIÓN**

- Grado
- Máster

3) FINANCIACIÓN DEL PUESTO

- Plantilla del Hospital
- Fundación de Investigación Biomédica del Hospital
- Contrato de servicios
- Prácticas docentes, rotantes o trabajos de fin de grado o máster
- Otra situación

4) JORNADA

- Completa
- Parcial

5) GESTIÓN

- Pública
- Privada

En un primer análisis de los datos obtenidos de las encuestas de los hospitales mencionados, se puede destacar:

1. Un porcentaje significativo de ingenieros no está en plantilla orgánica del hospital, existiendo otras figuras contractuales asociadas a fundaciones de investigación, becas universitarias, prácticas curriculares, empresas de prestación de servicios, especialmente en el ámbito tecnológico y proyectos de innovación.
2. Un desequilibrio entre las competencias y responsabilidades de los diferentes perfiles profesionales de los ingenieros en los centros hospitalarios, por la falta de estandarización de sus funciones.
3. La incorporación de ingenieros en los hospitales se está realizando, en muchos casos, de forma no reglada, en un proceso poco sostenible y escalable.

Aunque existe una imperiosa necesidad de aumentar la presencia de ingenieros en los hospitales españoles, se produce la contradicción de que el sistema educativo español tiene capacidad para cubrir la demanda de ingenieros interdisciplinarios en el SNS, pero la mayoría de estos ingenieros no trabaja en centros sanitarios. A partir de los datos de las universidades que pertenecen a la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (SEIB), en la actualidad ya son 15 las promociones de graduados en ingeniería biomédica y más de 10 de titulados de máster algunos de los cuales se empezaron a impartir a principio de siglo (<https://seib.org.es/formacion/titulaciones-oficiales/>).

Esta gran oferta educativa supone, como se comentó anteriormente, que egresan más de 800 titulados anuales en ingeniería biomédica. Muchos de estos ingenieros biomédicos finalizan sus estudios con un gran interés vocacional de incorporarse al SNS, pero las dificultades de contratación no hacen posible su incorporación en los hospitales y centros sanitarios.

A modo de ejemplo, en los últimos 6 años se han formado en la Universidad Politécnica de Madrid 292 alumnos de Grado en Ingeniería Biomédica (GIB) y 177 de Máster Universitario en Ingeniería Biomédica (MUIB). De los egresados de GIB que se incorporaron al mercado laboral, un 67% lo hizo en la industria, un 9% en hospitales y un 24% en la universidad y centros de investigación. Por su parte, en cuanto a los

egresados de MUIB, un 75% se incorporó a la industria, un 11% a hospitales y un 14% a la universidad y centros de investigación.

b. Situación de la ingeniería de dispositivos médicos en otros países

La evidencia y la experiencia internacional ponen de manifiesto que la ingeniería de los dispositivos médicos o lo que en la mayoría de los países se conoce como Ingeniería Clínica (IC), constituye un elemento estratégico para garantizar la seguridad del paciente, la calidad asistencial, la sostenibilidad económica y la adecuada incorporación de la innovación tecnológica en los sistemas sanitarios. A nivel global, se observa una evolución progresiva hacia modelos que reconocen la necesidad de integrar perfiles de ingeniería con competencias clínicas en la estructura organizativa de los centros sanitarios, especialmente en un contexto de creciente complejidad tecnológica, regulatoria y organizativa. El grado de consolidación de estos modelos puede observarse, entre otros indicadores, en el tamaño y madurez de las comunidades profesionales existentes en los distintos países.

En este apartado, el análisis se centra en los datos relacionados con la ingeniería de los dispositivos médicos o la ingeniería clínica. Los sistemas internacionales más desarrollados se encuentran en países como Estados Unidos, Japón y Canadá, donde este tipo de ingeniería dispone de un reconocimiento profesional consolidado, mecanismos de certificación específicos y una integración estructural en la organización hospitalaria. En Estados Unidos, el American College of Clinical Engineering (ACCE) y el ecosistema profesional asociado agrupan a más de 10.000 profesionales, lo que refleja una disciplina plenamente integrada en el sistema sanitario. Japón constituye un caso singular al contar con cerca de 20.000 ingenieros clínicos y un marco normativo específico desde 1988 (*Clinical Engineers Act*), que reconoce legalmente la profesión, regula sus funciones y establece un sistema nacional de acreditación. Canadá, con una comunidad profesional más reducida pero altamente especializada, completa este grupo de países con modelos avanzados y estables. Estos ejemplos evidencian la relación directa entre regulación, formación especializada, certificación profesional y masa crítica de profesionales.

En el ámbito europeo, países como Italia y Francia representan referencias especialmente relevantes. Italia cuenta con una de las comunidades más numerosas de Europa, con más de 1.200 profesionales asociados a la Associazione Italiana Ingegneri Clinici (AIIC), mientras que Francia dispone de una asociación consolidada, la Association Française des Ingénieurs Biomédicaux (AFIB), con más de 400 miembros. España, a través de la Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC), cuenta con una comunidad profesional de dimensión comparable a la francesa, con un número ligeramente inferior al de la AFIB y presencia de ingenieros clínicos que desarrollan su actividad en más de 500 hospitales. Estos países han avanzado de forma sostenida en el reconocimiento profesional, el desarrollo de competencias, la formación continua y la elaboración de guías de buenas prácticas (<https://www.seeic.org/index.php/documentacion/guias-de-la-seeic>), y están trabajando activamente en el fortalecimiento de alianzas europeas, promoviendo redes de Ingeniería Clínica, programas de intercambio profesional y acciones coordinadas en formación, calidad e innovación.

En este contexto, la Global Clinical Engineering Alliance (GCEA) está desempeñando un papel relevante en la clarificación conceptual y funcional entre el Healthcare Technology Management (HTM) y la Ingeniería Clínica, subrayando la necesidad de diferenciar, por un lado, la gestión operativa de la tecnología sanitaria y, por otro, la función clínica, estratégica y asistencial propia de la Ingeniería Clínica. Esta diferenciación, ampliamente consolidada en países con comunidades profesionales extensas y reguladas, como Estados

Unidos o Japón, está siendo progresivamente adoptada en el entorno europeo mediante la colaboración entre asociaciones nacionales. La SEEIC, como miembro activo de estas alianzas europeas y globales, contribuye a la generación de consensos internacionales y al impulso de un marco común que facilite la incorporación ordenada, homogénea y sostenible de la ingeniería de los dispositivos médicos en el SNS, en coherencia con los objetivos de calidad, seguridad, transformación y sostenibilidad promovidos por el Ministerio de Sanidad.

4. Principales retos y dificultades para la incorporación de ingenieros al SNS

La incorporación efectiva de ingenieros en el SNS se enfrenta a muchos retos y dificultades que deben ser abordados, siendo las principales las siguientes:

1. Falta de análisis de la situación de la ingeniería sanitaria en el SNS, de sus funciones y responsabilidades, y de las necesidades de incorporación de ingenieros para los próximos años:

Es necesario realizar un estudio en profundidad de la situación actual de la ingeniería en el SNS que ofrezca datos cuantitativos de calidad acerca de las distintas modalidades de integración de los ingenieros en los centros y de las funciones que desempeñan en los mismos. Proponemos en este sentido que la encuesta realizada a modo de estudio preliminar se extienda como proyecto a nivel nacional. Es importante que el estudio trabaje en documentar mejor y dar más visibilidad a la aportación de la ingeniería en el SNS, usando casos y datos cuantitativos sobre el retorno de la inversión.

La realización del estudio propuesto también permitiría:

- Conocer mejor las funciones y competencias necesarias de la ingeniería sanitaria, sin confundirlas con las titulaciones o los perfiles profesionales que históricamente se han ido conformando en el SNS.
- Contribuir a definir una oferta adecuada de plazas para las distintas funciones, de acuerdo con las necesidades estimadas en el SNS y la oferta educativa existente. Sería factible asimismo realizar un cálculo del retorno, tanto en resultados en salud como económico, que esta inversión en plazas para los próximos años podría reportar al SNS.

2. Ausencia de una formación práctica postgrado específica, dentro de los centros sanitarios, similar a la residencia de otras profesiones sanitarias:

Como se ha indicado, los ingenieros disponen en general de una buena formación académica para enfrentarse a los distintos retos profesionales, pero se requiere una curva de aprendizaje para la incorporación efectiva a entornos tan complejos como son los hospitales, que en muchos casos no puede cubrirse desde la formación de grado y postgrado actual. Es muy necesario anticipar la curva de aprendizaje y acercar a los ingenieros que quieren desarrollar su carrera en la ingeniería sanitaria a los centros e instituciones sanitarias. Una formación como la planteada permitiría:

- Incrementar notablemente el conocimiento del entorno y de los procesos para la transformación del sistema sanitario.

- Integrar conocimientos entre funciones de la ingeniería sanitaria y con otras profesiones sanitarias de forma interdisciplinar, pero también adquirir un mayor grado de especialización en cada función de la ingeniería sanitaria.
- Definir y enseñar procedimientos regulados para acercar el ingeniero al paciente, haciendo que pueda interactuar y desarrollar una mayor empatía, tan necesaria en este sector.
- Fomentar una relación y una estrecha colaboración con los profesionales hospitalarios previamente a su incorporación a los centros hospitalarios.

3. Incorporación insuficiente, desordenada y poco atractiva de la ingeniería en el SNS:

Los datos preliminares de los que disponemos muestran claramente que la incorporación de ingenieros en el SNS es insuficiente para abordar los retos que tenemos por delante. La paradoja es que la universidad española está formando ingenieros de primer nivel que emigran a otros países o se van a la industria, y luego son contratados por el SNS a través de empresas de servicios profesionales con un coste muy superior para el sistema que si estuvieran en plantilla. Lo más adecuado tanto para el SNS como para las propias empresas sería que los hospitales dispusieran de personal propio en cantidad suficiente, que gestionara a las empresas externas que se requieran para la prestación de servicios. Estos ingenieros optimizarían la absorción de nuevas tecnologías en el sistema sanitario y ayudarían a evitar la obsolescencia tecnológica manteniendo el conocimiento en la propia institución. Entre las causas de este fenómeno, podemos indicar las siguientes:

- Ausencia de plazas suficientes en las plantillas orgánicas de los centros sanitarios y de los servicios centrales de los servicios de salud regionales.
- Existencia de ingenieros contratados con diferentes perfiles técnicos, categorizaciones profesionales y modalidades de contratación, que concluyen en diferentes oportunidades y beneficios realizando idénticas funciones.
- Remuneración inadecuada, ausencia de una carrera profesional específica y de un plan de estabilidad laboral en el SNS.
- Falta de definición y consenso acerca de las funciones de la ingeniería sanitaria, y por tanto de las tareas y responsabilidades de los distintos tipos de ingenieros sanitarios.
- Dificultad de retener talento debida a la diferencia entre las oportunidades y beneficios que ofrece la industria y las que ofrece el SNS.

5. Perfil profesional, funciones, titulaciones y competencias de los ingenieros sanitarios

Definir una formación especializada en ingeniería en el SNS requiere analizar los perfiles profesionales de los ingenieros en los centros, las funciones que el SNS demanda y las competencias profesionales que como resultado deben tener estos ingenieros. La incorporación de la ingeniería al SNS, como se ha apuntado previamente, corre paralela a su constitución, y por tanto se acumulan ya muchos años de ejercicio de muchos (aunque no suficientes) ingenieros que se han ido agrupando en una serie de perfiles profesionales. Estos perfiles profesionales, si bien dependen en gran medida de cada sistema de salud nacional, servicio de salud regional, e incluso centro, se han ido conformando y consolidando para establecer figuras que todos

podemos reconocer en los centros de nuestro SNS, como son los ingenieros clínicos, los ingenieros de mantenimiento o los informáticos, por citar algunos. No obstante, existe una gran amplitud de perfiles profesionales con una alta variabilidad entre centros. Por otra parte, las titulaciones universitarias del ámbito de la ingeniería han estado tradicionalmente muy claramente identificadas en la mayoría de las universidades españolas, si bien con la llegada del Plan Bolonia y la introducción de los grados y los másteres, hemos vivido un gran desarrollo del número de titulaciones de grado y máster que hace menos reconocibles estos estudios y que dificulta conocer qué competencias adquieren los alumnos en dichas titulaciones sin acudir a su plan de estudios.

Siendo esta la situación actual, CEINIR propone introducir un concepto intermedio entre la titulación académica y el perfil profesional que sintetice la necesidad que tiene el SNS de la ingeniería, y que hemos denominado “funciones de la ingeniería sanitaria”, tal como apuntábamos anteriormente:

- **Infraestructuras y equipamientos.**
- **Electromedicina: dispositivos médicos y tecnología sanitaria.**
- **Gestión y organización.**
- **Tecnologías digitales y datos.**
- **Asistencial.**

Disponer de una definición de estas funciones de la ingeniería sanitaria permite identificar claramente competencias necesarias que no son totalmente abordadas en el ámbito de las titulaciones académicas y que tampoco son desarrolladas, o se alcanzan tras un tiempo prolongado de ejercicio profesional, en el ámbito de los perfiles profesionales. **La misión fundamental de la formación sanitaria especializada que proponemos (INIR) es precisamente facilitar estas competencias para cada una de las funciones de la ingeniería sanitaria.**



Este modelo conceptual permite dotar de la máxima flexibilidad al ámbito académico y profesional en el ámbito sanitario, ya que:

- No se limitan las titulaciones que pueden dar entrada a las distintas funciones de la ingeniería sanitaria, si bien, como es natural, unas titulaciones podrán proporcionar una mayor cobertura de partida que otras de las competencias requeridas.

- No se limitan los perfiles profesionales que un sistema de salud, servicio de salud regional o centro pueda establecer en función de sus necesidades. Estos perfiles profesionales sencillamente agruparán distintas funciones de la ingeniería sanitaria en una proporción variable.

Así pues, en este trabajo planteamos la siguiente definición de las funciones de la ingeniería sanitaria basada en sus principales actividades:

1. Infraestructuras y equipamientos

- a. Diseño, redacción de proyecto, ejecución, seguimiento y certificación de obras para la construcción o reforma de edificios o la instalación de grandes equipamientos y alta tecnología sanitaria.
- b. Diseño, proyecto, ejecución, seguimiento y certificación de instalaciones técnicas y de suministros (electricidad, agua, gas, vacío, gases medicinales, etc.).
- c. Cumplimiento normativo y legalización de edificaciones, instalaciones técnicas y de suministros.
- d. Mantenimiento, control de calidad y gestión operativa de edificios e instalaciones técnicas y de suministros, incluyendo específicamente la gestión de edificios inteligentes a través de sistemas específicos de control.
- e. Recuperación de suministros ante contingencias.
- f. Eficiencia energética y sostenibilidad medioambiental de las infraestructuras e instalaciones.

2. Electromedicina: dispositivos médicos y tecnología sanitaria

- a. Gestión integral del equipamiento electromédico y de diagnóstico *in vitro*, incluyendo la planificación, puesta en marcha y mantenimiento de los dispositivos médicos.
- b. Cumplimiento normativo y de sistemas de gestión avanzados, incluyendo reglamentos y normas técnicas y de gestión armonizadas.
- c. Control de calidad, metrología, validación y cuantificación de equipos y sistemas, especialmente en entornos críticos, asegurando su seguridad y adecuación clínica.
- d. Gestión de la ciberseguridad y de la integración tecnológica, asegurando la protección de la información, la interoperabilidad y la conexión segura de los dispositivos.
- e. Apoyo técnico especializado y coordinación interdepartamental garantizando el alineamiento con las políticas corporativas y el adecuado soporte a las unidades asistenciales.
- f. Evaluación y planificación tecnológica basada en valor.
- g. Gestión de alertas sanitarias, incidentes y vigilancia post-comercialización, y gestión de los riesgos tecnológicos asociados al paciente.
- h. Formación técnica y clínica y participación en órganos estratégicos como comités de tecnología, compras e innovación.

3. Gestión y organización

- a. Optimización de procesos asistenciales y de soporte, en el ámbito de los servicios generales.
- b. Gestión de la calidad y la mejora continua.
- c. Gestión y organización de los centros.
- d. Evaluación de tecnologías considerando valor, impacto asistencial y ciclo de vida.
- e. Diseño y validación de indicadores clínicos, operativos y estratégicos.

- f. Diseño y desarrollo de cuadros de mando operativos, tácticos y estratégicos, en el ámbito clínico y de gestión.
- g. Evaluación de resultados en salud, eficiencia y coste-efectividad (valor).

4. Tecnologías digitales y datos

- a. Liderazgo y desarrollo de la estrategia digital que abarca plataformas tecnológicas, sistemas de información clínicos y de gestión e infraestructuras digitales.
- b. Gobierno de las tecnologías digitales, incluyendo aspectos como el alineamiento estratégico, la gestión de la demanda de proyectos y servicios, el ciclo de vida de los sistemas de información y sus infraestructuras asociadas.
- c. Gobierno de los datos, incluyendo la definición y ejecución de políticas de responsabilidad, registro, estructuración y estandarización de datos, la arquitectura de registro primario, persistencia y explotación, la calidad del dato y su seguridad entre otros aspectos.
- d. Prestación de servicios basados en las tecnologías digitales y los datos, incluyendo su mantenimiento y evolución.
- e. Gestión y ejecución de proyectos de tecnologías digitales y datos, incluyendo el diseño, desarrollo, pruebas, implantación y evaluación de soluciones.
- f. Capacitación digital de los profesionales de la organización.
- g. Investigación e innovación en Transformación Digital del sistema sanitario y Salud Digital.

5. Asistencial

- a. Identificación y análisis de necesidades clínicas y operativas, orientando la selección, actualización e incorporación de la tecnología médica más adecuada en cada caso.
- b. Diseño, desarrollo, adaptación y fabricación personalizada de tecnología sanitaria, incluyendo productos de medida, modelos, guías o implantes, conforme a necesidades clínicas.
- c. Apoyo avanzado a la práctica clínica participando en el diagnóstico, monitorización, planificación, terapéutica, prevención y operación especializada de equipos médicos y de diagnóstico *in vitro*
- d. Optimización y operación experta de la tecnología médica, garantizando su máximo aprovechamiento, eficiencia y adecuación funcional en el entorno asistencial.
- e. Evaluación y gestión de riesgos tecnológicos y seguridad del paciente, asegurando un uso seguro y controlado de los dispositivos y procesos asociados.
- f. Impulso, incorporación y evaluación de la innovación tecnológica, incluyendo su validación mediante ensayos clínicos y su integración estructurada en el proceso asistencial.
- g. Observatorio del estado del arte tecnológico y de sus casos de aplicación clínica a nivel internacional, identificando tendencias y oportunidades de aplicación de alto valor.
- h. Formación en tecnologías sanitarias dirigidas a profesionales y pacientes, promoviendo un uso seguro, eficiente y alineado con las mejores prácticas.

En general, en todas las funciones definidas, se deberán realizar actividades comunes adicionales a las actividades específicas indicadas, tales como:

- Definición y seguimiento de la estrategia que permita aportar soluciones propias de la función para resolver necesidades sanitarias.
- Gobierno de la función.

- Prestación de servicios continuos.
- Diseño y ejecución de proyectos.
- Elaboración de pliegos técnicos en los procesos de licitación.
- Capacitación de la organización.
- Investigación e innovación.

En la actualidad, CEINIR está trabajando en la identificación de competencias transversales y competencias técnicas específicas profesionales para cada una de las funciones de la ingeniería sanitaria.

6. Formación: el Ingeniero Interno Residente (INIR)

La formación práctica en entornos reales, guiada por tutores experimentados y con una sólida vocación docente, constituye un elemento clave para el desarrollo académico y profesional de los futuros especialistas de ingeniería sanitaria. En este contexto, se plantea un programa INIR como una iniciativa estratégica destinada a sentar las bases de un nuevo modelo de formación híbrida, eminentemente práctica, multiprofesional e integral, orientada a facilitar la incorporación racional, escalable, sostenible, segura e innovadora de las tecnologías sanitarias, incluyendo tecnologías disruptivas, como la inteligencia artificial, cuyo desarrollo avanza a un ritmo exponencial.

Desde esta perspectiva, el INIR se perfila como un catalizador esencial para fomentar la sinergia entre disciplinas, consolidar una cultura de excelencia colaborativa y acompañar la transformación necesaria hacia un sistema sanitario más integrado, eficiente y centrado en el paciente, acelerando la adaptación de las organizaciones sanitarias a un paradigma tecnológico en constante evolución.

La definición del programa INIR debería abordarse desde una concepción curricular integral, equiparable a los procesos de formación sanitaria especializada, y no limitarse a un itinerario meramente técnico. Resulta, por tanto, imprescindible analizar de forma sistemática los modelos existentes de formación sanitaria especializada (MIR, EIR, FIR, QIR, BIR, PIR y RFIR), atendiendo tanto a su estructura curricular como a sus mecanismos de acreditación de unidades docentes, sistemas de evaluación, modelos de tutorización y niveles de supervisión.

La adecuada integración del INIR en este ecosistema formativo requeriría el diseño de un programa estructurado, con objetivos competenciales claramente definidos, rotaciones planificadas, sistemas de evaluación homogéneos y la figura de tutores laborales acreditados, con experiencia sanitaria y capacidad docente contrastada. Todo ello permitiría garantizar una formación teórico-práctica de alta calidad, alineada con las necesidades reales de los centros sanitarios y coherente con los principios que rigen la formación sanitaria especializada en el SNS.

Este modelo persigue equiparar la formación de los ingenieros sanitarios a la de otros profesionales clínicos del sistema, dando respuesta a las demandas formativas emergentes y consolidando competencias clave para el entorno sanitario contemporáneo.

Desde un enfoque evaluativo, resulta igualmente pertinente analizar el impacto potencial de la implantación del INIR en el SNS. En este sentido, cabe reflexionar sobre los cambios que podría introducir, desde el punto de vista de la seguridad del profesional y del paciente, organizativo y asistencial, la existencia de una

formación especializada reglada para ingenieros en el entorno clínico, así como sobre la posibilidad de medir, tanto de forma cualitativa como cuantitativa, el valor añadido que aportaría este modelo.

Así, sería factible la definición temprana de un conjunto de indicadores de evaluación del INIR, tales como la evolución de los incidentes de seguridad del paciente relacionados con tecnología sanitaria, el grado de cumplimiento normativo, la madurez de los sistemas de gestión del riesgo tecnológico o la mejora de los procesos asistenciales, posibilitando una evaluación objetiva, sistemática y continua del impacto del programa en el SNS.

Desde el punto de vista operativo, una posible vía de integración del INIR con los másteres existentes en ingenierías asociadas a la salud consistiría en compatibilizar las prácticas hospitalarias y la realización del trabajo fin de máster con el programa INIR. En función de la titulación y del perfil de ingreso del alumnado, se determinaría la duración de la formación en el entorno hospitalario, con el objetivo de alcanzar una especialización avanzada en áreas como infraestructuras, electromedicina y dispositivos médicos, organización sanitaria, tecnologías digitales o ingeniería asistencial. Para cada una de estas áreas hay que definir itinerarios formativos y planes prácticos específicos, aprovechando la amplia experiencia acumulada en programas como el MIR, pero incorporando mejoras que permitan superar algunas de sus limitaciones. En este sentido, la estandarización del programa INIR se considera un elemento fundamental para la seguridad tanto del profesional como la del paciente, para evitar la reproducción de errores, garantizar la homogeneidad formativa entre centros y asegurar un estándar de calidad común.

La implantación del programa INIR debe analizarse por último desde una perspectiva económica, alineada con los principios de eficiencia, sostenibilidad y toma de decisiones basada en valor que rigen el SNS. La incorporación progresiva de ingenieros con formación especializada en el entorno clínico no debe interpretarse únicamente como un incremento de coste estructural, sino como una inversión estratégica orientada a mejorar los resultados y optimizar el uso de los recursos disponibles.

La evaluación del retorno de la inversión del INIR deberá contemplar tanto indicadores económicos directos (costes de adquisición, mantenimiento, consumo y sustitución de tecnología, reducción de externalizaciones, eficiencia en la contratación pública) como indicadores indirectos o evitados, tales como la disminución de incidentes de seguridad del paciente, la reducción de interrupciones en la actividad asistencial, la mejora de la disponibilidad del equipamiento crítico y el impacto positivo en los resultados en salud. Asimismo, permitirá fundamentar de forma objetiva la definición de ratios estructurales sostenibles, como la relación entre ingenieros y capacidad asistencial, ajustadas a la complejidad tecnológica y al volumen de actividad de cada centro.

Finalmente, la definición e implantación del programa INIR debería abordarse en el marco del Ministerio de Sanidad, en coordinación con las comunidades autónomas, las sociedades científicas del ámbito de la salud y de la ingeniería sanitaria, y partiendo siempre de las necesidades reales de los centros sanitarios, que son, en última instancia, los que demandan y deben implementar este tipo de programas formativos especializados.

7. Conclusiones

La medicina del futuro es inasumible para los sistemas sanitarios sin la incorporación reglada y, cada vez más demandada, de la ingeniería en los centros sanitarios. La creación de equipos multidisciplinares constituidos por los profesionales sanitarios y los ingenieros es fundamental para la sostenibilidad del SNS y la consecución de una medicina cada vez más personalizada.

El equipo CEINIR, constituido por los firmantes de este trabajo, está trabajando para contribuir a conseguir que los ingenieros se incorporen al SNS con la mejor formación teórica y práctica para asegurar su sostenibilidad y la transformación tecnológica y digital. Partimos del convencimiento de que la seguridad del paciente y sus resultados en salud no solo dependen del conocimiento clínico, sino también de la excelencia técnica y la especialización de los profesionales de la ingeniería sanitaria.

Este documento plantea la necesidad de una profunda reflexión sobre las funciones principales de la ingeniería en los sistemas sanitarios, realiza un análisis embrionario de la situación de la ingeniería en el SNS, enmarca los principales retos y dificultades para la incorporación de ingenieros en el SNS, propone una descripción inicial de perfiles profesionales, funciones y competencias, y todo ello con el objetivo de responder a la imperiosa necesidad de un programa de formación del ingeniero interno residente.

Conseguir este ambicioso objetivo implica abordar retos complejos en diversos planos competenciales, profesionales, legislativos, académicos y económicos, pero si no nos ponemos a caminar no llegaremos nunca al objetivo. Crear un modelo formativo práctico, pionero y adaptable, y que aspira a consolidar a España como referente en la vanguardia de estos nuevos perfiles competenciales, es un aspecto clave. Un modelo INIR como el apuntado en nuestra reflexión, y que requiere aun de definición y consensos, podría sin duda conseguir formar profesionales altamente cualificados y preparados para los desafíos de la asistencia sanitaria del futuro, más personalizada, eficiente y centrada en el paciente, contribuyendo así activamente a su bienestar y al avance del sistema sanitario.

Cita recomendada: Gómez Aguilera EJ, Cruz Bermúdez JL, Sanmartín Sierra JD, Escayola Elías X, Guijarro Hueso FJ, Blázquez Sánchez J, Pérez Blanco JJ, Pérez-Mañanes R. La ingeniería como clave para la transformación y la sostenibilidad del Sistema Nacional de Salud. CEINIR; 2026.

Licencia de uso:



“La ingeniería como clave para la transformación y la sostenibilidad del Sistema Nacional de Salud” © 2026 por CEINIR. Este documento se distribuye bajo licencia Creative Commons Reconocimiento–NoComercial–SinObraDerivada 4.0 Internacional (**CC BY-NC-ND 4.0**). Se permite compartir el documento, siempre que se cite adecuadamente la autoría y la fuente, no se utilice con fines comerciales y no se realicen obras derivadas o modificaciones. Enlace a la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Repositorio / DOI: [10.5281/zenodo.18901254](https://doi.org/10.5281/zenodo.18901254)