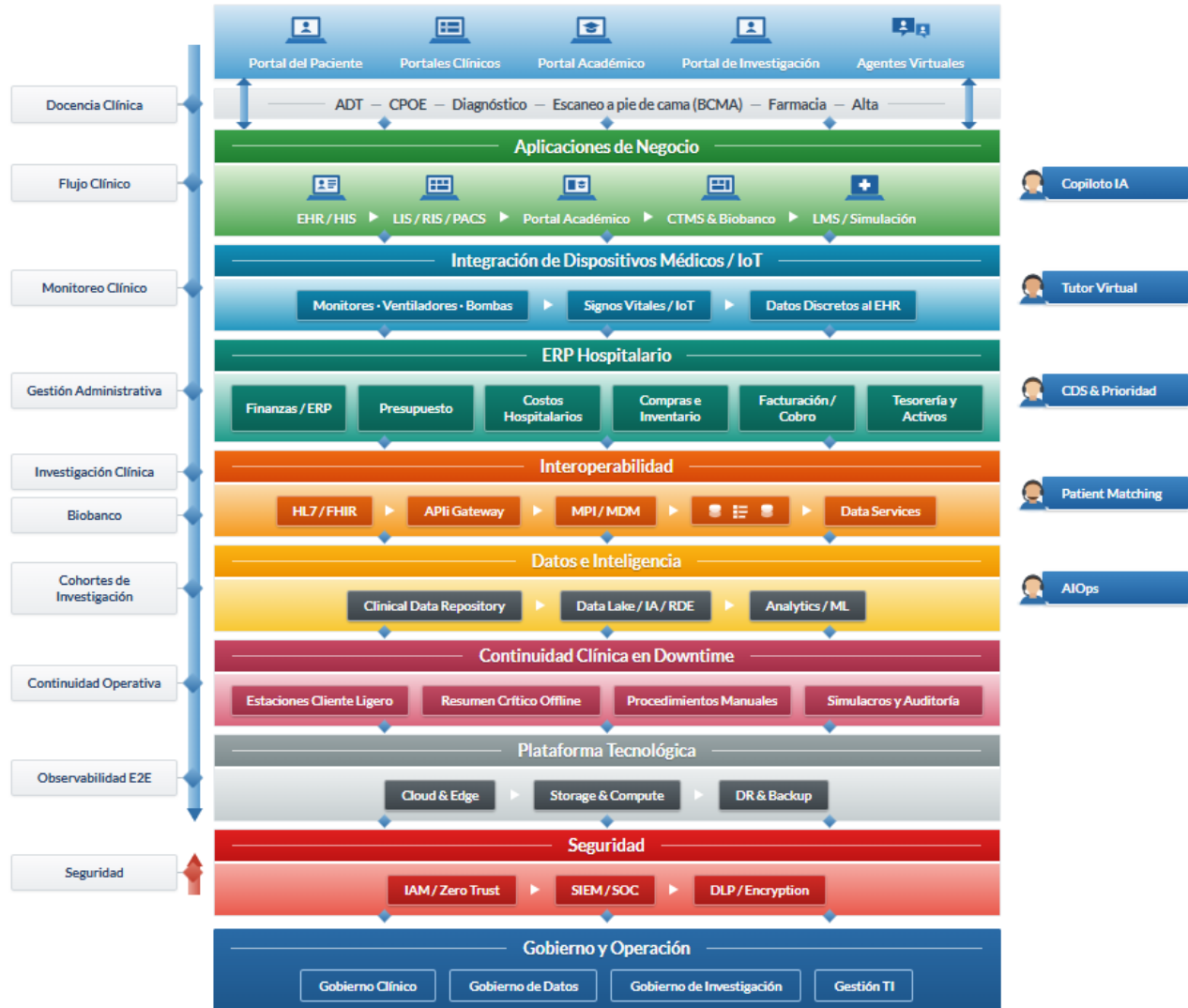
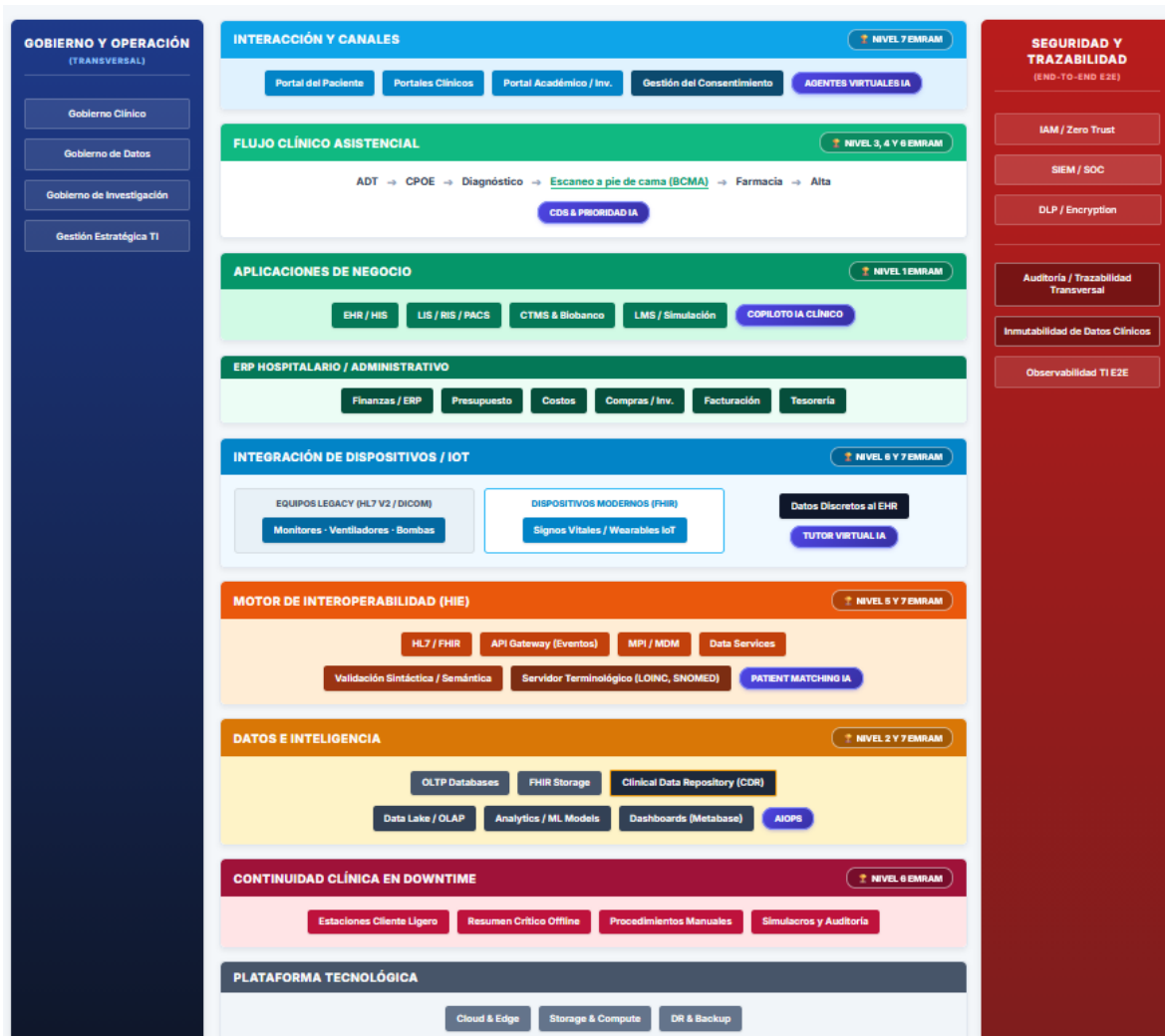


Arquitectura agnóstica por capas para Hospital Universitario

Arquitectura Empresarial del Hospital Universitario Digital



VISTA COMPLEMENTARIA DE ARQUITECTURA



Blomediticos, IOT y mensajería. Capa de gestión de usuarios

Introducción

Esta arquitectura representa el modelo de referencia de un Hospital Universitario Digital, diseñado para integrar en una sola plataforma las tres funciones estratégicas de la institución:

- atención clínica
- docencia
- investigación

Su valor principal es que organiza al hospital por capas de capacidad, permitiendo que la operación asistencial, académica y científica funcione como un ecosistema coordinado,

interoperable, seguro y orientado a datos; En términos simples: no es solo un HIS ni un conjunto de sistemas conectados; es una arquitectura empresarial integral que organiza al hospital por capas, de arriba hacia abajo, para asegurar que la operación clínica, la experiencia del paciente, la formación académica, la investigación, la analítica y la seguridad funcionen como un solo ecosistema.



En la parte superior se encuentran los **canales de interacción**: portal del paciente, clínicos, académico, investigación y agentes virtuales. Esto refleja una visión moderna del hospital, donde la relación digital no solo es con el paciente, sino también con médicos, docentes, alumnos e investigadores, es decir la institución operará forma omnicanal. **LITERAL**



Debajo aparece el **flujo clínico transversal**, donde se observa la continuidad asistencial de punta a punta: ADT, CPOE, diagnóstico, farmacia y alta, esto significa que la arquitectura está construida alrededor del proceso real de atención, evitando islas funcionales y favoreciendo trazabilidad clínica completa.

Circuito cerrado de medicación / BCMA. Se incorpora en el flujo clínico como capacidad verificable de extremo a extremo (prescripción – validación – administración con escaneo), y no como un simple paso de farmacia. Es requisito de EMRAM Stage 6/7.

Término Acrónimo	/ Significado		Explicación ejecutiva	
ADT	Admission, Transfer	Discharge	and	Proceso de admisión, egreso y traslado del paciente dentro del hospital.
CPOE	Computerized Entry	Provider	Order	Ingreso electrónico de órdenes médicas, como medicamentos, estudios y procedimientos.



La capa de **Aplicaciones de Negocio** concentra los sistemas sustantivos del hospital:

- EHR / HIS, telesalud, para la operación clínica y administrativa
- LIS / RIS / PACS para laboratorio e imagenología.
- Portal Académico para docencia.
- CTMS y Biobanco para investigación clínica.
- LMS / Simulación para formación y entrenamiento.
- ERP / Planificación de Recursos Financieros

Esto convierte a la arquitectura en un modelo especialmente adecuado para hospitales universitarios, porque no separa la atención médica de la docencia ni de la investigación, sino que las integra de forma natural

Término Acrónimo	Significado	Explicación ejecutiva
EHR	Electronic Health Record	Expediente clínico electrónico longitudinal del paciente.
HIS	Hospital Information System	Sistema integral para gestionar operación clínica y administrativa hospitalaria.
LIS	Laboratory Information System	Sistema de información de laboratorio clínico.
RIS	Radiology Information System	Sistema de información radiológica para gestión de estudios, agendas e informes.
PACS	Picture Archiving and Communication System	Sistema para almacenamiento y visualización de imágenes diagnósticas.
CTMS	Clinical Trial Management System	Sistema para gestionar ensayos clínicos, protocolos, participantes y seguimiento de estudios.
LMS	Learning Management System	Plataforma para administración de cursos, contenidos y seguimiento académico.



La capa de **Interoperabilidad** es una de las más importantes. Su función es conectar sistemas, normalizar el intercambio de información y asegurar que exista una visión consistente del paciente y de los datos, esta capa reduce fragmentación, retrabajos, duplicidades y errores de integración.

Al incluir HL7/FHIR, API Gateway, MPI/MDM y Data Services, la arquitectura prepara que el hospital necesita intercambiar información con múltiples sistemas internos y externos, mantener identidad única del paciente y orquestar datos confiables.

Término / Acrónimo	Significado	Explicación ejecutiva
HL7	Health Level Seven	Estándar de mensajería e interoperabilidad ampliamente usado en salud.
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources	Estándar moderno para intercambio interoperable de datos de salud.
API Gateway	Puerta de enlace de APIs	Componente que gestiona, protege y expone servicios de integración entre sistemas.
MPI	Master Patient Index	Índice maestro de pacientes para identificar de forma única a cada persona atendida.
MDM	Master Data Management	Gestión de datos maestros críticos, como pacientes, médicos, sedes o catálogos.
Data Services	Servicios de Datos	Componentes que publican, transforman y distribuyen datos entre sistemas.



La capa de **Datos e Inteligencia** transforma la información operativa en un activo estratégico. Aquí el hospital ya no solo registra datos para cumplir procesos, sino que los aprovecha para analítica, investigación, inteligencia artificial, apoyo a decisiones clínicas y mejora continua, con Clinical Data Repository, Data Lake / IA / RDE y Analytics / ML. Es uno de los mayores diferenciales estratégicos: el hospital no solo captura datos para operar, sino que los convierte en un activo institucional para:

- apoyo a la decisión clínica,
- analítica operativa,
- investigación,
- medicina basada en datos,* dato calificado para farmacéuticas
- y da los elementos para el despliegue de inteligencia artificial.

Término / Acrónimo	Significado	Explicación ejecutiva
Clinical Data Repository	Repositorio de Datos Clínicos	Base estructurada para consolidar información clínica longitudinal del paciente.
Data Lake	Lago de Datos	Repositorio de datos estructurados y no estructurados para analítica e IA.
AI / IA	Artificial Intelligence / Inteligencia Artificial	Tecnologías que ayudan a predecir, automatizar, priorizar y asistir decisiones.
RDE	Research Data Environment	Entorno controlado para explotación de datos con fines de investigación.
ML	Machine Learning	Técnicas que permiten a los sistemas aprender patrones a partir de datos.



La **Plataforma Tecnológica** aporta la base de infraestructura para disponibilidad, escalabilidad y continuidad operativa. Esto significa que la arquitectura está preparada para soportar crecimiento institucional, alta demanda y resiliencia ante fallas.

Muestra una base robusta de cloud & edge, storage & compute, DR & backup, lo que sugiere una arquitectura preparada para alta disponibilidad, resiliencia y escalabilidad, esto traduce una idea clave: la continuidad del servicio ya no depende solo del personal o del software, sino de una infraestructura preparada para crecer y resistir fallas, gracias a la componente de Observabilidad E2E para la continuidad de operación basada en la prevención (como la salud).

Término Acrónimo	Significado	Explicación ejecutiva
Cloud	Nube	Infraestructura tecnológica basada en servicios escalables y flexibles.
Edge	Borde	Infraestructura cercana al punto de atención o captura, útil para baja latencia y operación local.
Storage	Almacenamiento	Capacidad para guardar información clínica, administrativa, imágenes y respaldos.
DR & Backup	Recuperación y Respaldo	Funciones para asegurar continuidad y restauración de información y servicios.
Observabilidad E2E	Observabilidad de extremo a extremo	Capacidad de monitorear servicios, integraciones y desempeño a lo largo de toda la cadena.



La capa de **Seguridad** protege identidad, accesos, eventos, información sensible y continuidad del servicio. En un hospital, esto es crítico porque una falla de seguridad no solo afecta TI, sino también la atención al paciente, la privacidad y el riesgo institucional

La capa de Seguridad con IAM / Zero Trust, SIEM / SOC y DLP / Encryption refleja un enfoque maduro de ciberseguridad. En salud esto es esencial porque protege tres activos críticos: **la continuidad clínica, la privacidad del paciente y la integridad de la información** institucional.

Término Acrónimo	Significado	Explicación ejecutiva
IAM	Identity and Access Management	Gestión de identidades y accesos de usuarios, perfiles y permisos.
Zero Trust	Confianza Cero	Modelo de seguridad que asume que ningún acceso debe confiarse por defecto.
SIEM	Security Information and Event Management	Plataforma para recolectar, correlacionar y analizar eventos de seguridad.
SOC	Security Operations Center	Centro de operaciones de ciberseguridad para monitoreo y respuesta a incidentes.
DLP	Data Loss Prevention	Mecanismos para evitar fuga, uso indebido o salida no autorizada de información sensible.
Encryption	Cifrado	Protección criptográfica de la información para evitar accesos no autorizados.



La base de **Gobierno y Operación** muestra que esta arquitectura no depende únicamente de software o infraestructura, sino de un modelo formal de gobierno clínico, gobierno de datos, gobierno de investigación y gestión de TI. Ese componente es el que permite sostener la transformación digital de forma ordenada y medible, una arquitectura hospitalaria digital solo funciona cuando existe un modelo claro de decisiones, prioridades, calidad de datos y control operacional.

Lectura de los agentes de IA

Muestran que la inteligencia artificial está planteada como una capacidad transversal, no como un módulo aislado. Eso es correcto desde una visión moderna.

 Copiloto IA CDS & Prioridad Tutor Virtual Patient Matching AIOps	Copiloto IA: asistencia contextual a usuarios clínicos y administrativos. Clinical Decision Support CDS & Prioridad: soporte a decisiones y priorización clínica. Tutor Virtual: apoyo a formación y entrenamiento. Patient Matching: mejora de identidad del paciente y calidad de datos. AIOps: optimización de la operación tecnológica y detección anticipada de incidentes.
--	---

Qué valor estratégico aporta

Esta arquitectura permite que el hospital evolucione desde un modelo fragmentado a un modelo integrado, interoperable, seguro y gobernado, con beneficios directos en cinco frentes:

Asistencia clínica

Mejora continuidad de atención, reduce retrabajo, fortalece seguridad del paciente y da trazabilidad completa del proceso asistencial.

Experiencia del paciente

Facilita acceso digital, autoservicio, comunicación y seguimiento más fluido del proceso de atención.

Docencia

Integra el hospital con el entorno académico, permitiendo formación clínica soportada por datos, simulación y procesos reales.

Investigación

Convierte la información asistencial en una base utilizable para cohortes, ensayos, biobanco y analítica avanzada.

Dirección y gestión

Da capacidades de monitoreo, gobierno y analítica para una administración basada en indicadores y no solo en operación reactiva.

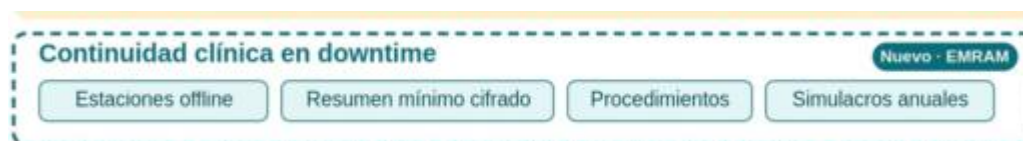
En otras palabras, no plantea solo “informatizar” el hospital, sino construir una plataforma institucional capaz de:

- operar con eficiencia,
- escalar con seguridad,
- formar profesionales,
- investigar con datos confiables,
- y avanzar hacia un nivel de madurez digital alto.

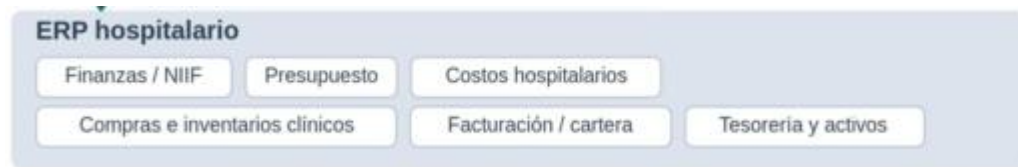
Capacidades EMRAM explicitadas respecto del modelo inicial



Integración de dispositivos médicos / IoMT. Se incorpora como capa propia que aporta datos discretos al EMR (monitores, ventiladores, bombas, signos vitales), ausente en el modelo inicial. Es brecha crítica EMRAM Niveles 6 y 7.



Continuidad clínica en downtime. Se incorpora como capa diferenciada de la recuperación tecnológica (DR & Backup), cubriendo la operación clínica segura durante la indisponibilidad del sistema (estaciones offline, resumen mínimo cifrado, procedimientos y simulacros). Concentra 9 de las 11 brechas críticas EMRAM detectadas.



ERP hospitalario e integración con el HIS. El ERP hospitalario se representa como bloque diferenciado al mismo nivel que el HIS/EMR, unido a este por una integración que el proveedor deberá entregar de forma nativa o garantizada —incluida la modalidad de alianza entre proveedores—, de modo que su resolución sea responsabilidad del oferente y transparente para HUN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. (2021). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO. ^[1]^[SEP]Sustenta la visión de hospital digital centrado en continuidad de la atención, integración institucional, uso estratégico del dato y transformación del sistema de salud.
2. Healthcare Information and Management Systems Society. (s. f.). *Electronic Medical Record Adoption Model (EMRAM)*. HIMSS. ^[1]^[SEP]Sirve para justificar la capa clínica digital, la madurez del expediente clínico electrónico y la evolución hacia un hospital de alta digitalización.
3. Healthcare Information and Management Systems Society. (s. f.). *Analytics Maturity Assessment Model (AMAM)*. HIMSS. ^[1]^[SEP]Da soporte a la capa de Datos e Inteligencia, gobierno del dato, analítica avanzada y adopción de IA en salud.
4. HL7 International. (s. f.). *FHIR Specification*. HL7. ^[1]^[SEP]Es la referencia principal para justificar intercambio moderno de datos clínicos, APIs de salud y ecosistemas interoperables.
5. National Electrical Manufacturers Association. (s. f.). *DICOM Standard*. NEMA / DICOM Standards Committee. ^[1]^[SEP]Sustenta la integración de imagenología, RIS/PACS, repositorios diagnósticos y visualización clínica interoperable.
6. *Integrating the Healthcare Enterprise*. (s. f.). *IHE Profiles*. IHE International. ^[1]^[SEP]Complementa HL7 y DICOM con perfiles de implementación para resolver casos reales de interoperabilidad entre sistemas hospitalarios.
7. National Institute of Standards and Technology. (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0)*. NIST. ^[1]^[SEP]Justifica el despliegue responsable de copilotos, CDS, priorización clínica y analítica con IA bajo principios de confianza y control de riesgo.
8. World Health Organization. (2021). *Ethics and governance of artificial intelligence for health*. WHO. ^[1]^[SEP]Sustenta la gobernanza ética de la IA clínica, especialmente en decisión asistencial, investigación y uso de datos sensibles.

9. World Health Organization. (2025). *Ethics and governance of artificial intelligence for health: large multi-modal models*. WHO.^{[1][SEP]}Es particularmente útil para justificar agentes virtuales, copilotos clínicos y modelos multimodales en entornos hospitalarios y académicos.
10. National Institute of Standards and Technology. (2024). *The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0*. NIST.^{[1][SEP]}Sustenta la capa de seguridad y gobierno con enfoque en Govern, Identify, Protect, Detect, Respond, Recover.
11. OWASP Foundation. (2025). *OWASP Top 10: 2025*. OWASP.^{[1][SEP]}Soporta la seguridad de portales, APIs, aplicaciones clínicas y servicios web expuestos.
12. International Organization for Standardization. (2022). *ISO/IEC 27001:2022 Information security management systems — Requirements*. ISO.^{[1][SEP]}Justifica la implantación de un SGSI formal para identidad, acceso, trazabilidad, continuidad y operación segura.
13. International Organization for Standardization. (2025). *ISO 27799:2025 Health informatics — Information security controls for health organizations*. ISO.^{[1][SEP]}Aporta el enfoque específico de seguridad para información de salud y su relación con el contexto clínico.
14. World Wide Web Consortium. (2024). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. W3C.^{[1][SEP]}Sustenta la capa de portales y canales digitales accesibles para pacientes, clínicos, académicos e investigadores.
15. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2011). *NTC 5854: Accesibilidad a páginas web*. ICONTEC / MinCIT.^{[1][SEP]}Refuerza la aplicabilidad de accesibilidad en el contexto colombiano.
16. Congreso de Colombia. (2015). *Ley 1751 de 2015*.^{[1][SEP]}Base jurídica del derecho fundamental a la salud; ayuda a enmarcar la arquitectura desde acceso, integralidad y continuidad del cuidado.
17. Congreso de Colombia. (2020). *Ley 2015 de 2020*.^{[1][SEP]}Norma central para justificar la Historia Clínica Electrónica Interoperable (IHCE) en Colombia.
18. Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). *Resolución 866 de 2021*.^{[1][SEP]}Regula el conjunto de datos clínicos relevantes para interoperabilidad de la historia clínica; es una de las bases más directas de la capa de interoperabilidad.
19. Ministerio de Salud y Protección Social. (2025). *Resolución 1888 de 2025*.^{[1][SEP]}Adopta el Resumen Digital de Atención en Salud (RDA) y el mecanismo nacional para implementarlo; es clave para continuidad asistencial, intercambio seguro y trazabilidad.
20. Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Resolución 3100 de 2019*.^{[1][SEP]}Sustenta condiciones de habilitación de servicios y el alineamiento de la plataforma con requerimientos operativos del prestador.
21. Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Resolución 2654 de 2019*.^{[1][SEP]}Fundamenta telemedicina, teleapoyo, teleorientación y teleeducación dentro del hospital digital universitario.
22. Presidencia de la República de Colombia. (2016). *Decreto 780 de 2016*.^{[1][SEP]}Compila el marco reglamentario del sector salud y protección social.
23. Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1581 de 2012*.^{[1][SEP]}Sustenta privacidad, tratamiento de datos personales y protección de información sensible.

24. Congreso de Colombia. (2000). Ley 594 de 2000. ^{[1][1]}^[SEP]Justifica la capa de gestión documental, archivo clínico y custodia institucional de documentos.
25. Congreso de Colombia. (1999). Ley 527 de 1999. ^{[1][1]}^[SEP]Soporta mensajes de datos, equivalencia funcional y firmas digitales.
26. Presidencia de la República de Colombia. (2012). Decreto 2364 de 2012. ^{[1][1]}^[SEP]Complementa el uso de firma electrónica en documentos y procesos digitales.
27. International Council for Harmonisation. (2025). ICH E6(R3): Guideline for Good Clinical Practice. ICH. ^{[1][1]}^[SEP]Sustenta CTMS, trazabilidad de investigación, integridad de registros, protección de participantes y calidad operativa de estudios clínicos.
28. International Society for Biological and Environmental Repositories. (2023). ISBER Best Practices: Recommendations for Repositories (5th ed.). ISBER. ^{[1][1]}^[SEP]Da soporte a la capa de Biobanco, gobierno de muestras, custodia, calidad y operación estandarizada.
29. Project Management Institute. (s. f.). PMBOK® Guide – Seventh Edition. PMI. ^{[1][1]}^[SEP]Soporta la lógica de gobierno, entregables, hitos, riesgos, calidad y control del programa de implementación.
30. Prosci. (s. f.). The Prosci ADKAR® Model. Prosci. ^{[1][1]}^[SEP]Justifica la estrategia de gestión del cambio y apropiación de usuarios clínicos, administrativos, docentes e investigadores.
31. Association of Change Management Professionals. (s. f.). The Standard for Change Management. ACMP. ^{[1][1]}^[SEP]Complementa la capa de gobierno y adopción organizacional del sistema.
32. OpenTelemetry. (2026). What is OpenTelemetry? ^{[1][1]}^[SEP]Puede sustentar la subcapa de observabilidad E2E y AIOps para trazas, métricas y logs en ecosistemas hospitalarios complejos.