



Requerimientos tecnológicos mínimos para la creación de un hospital digital

Paula Andrea Hoyos Morales

Trabajo de grado para optar al título de Bioingeniero

Asesores:

Susana Cardona Abuchar (Externo)

Juan Guillermo Barreneche Ospina (Interno)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería.

Bioingeniería

Medellín, Colombia

2022

Cita	Hoyos Morales [1]
Referencia	[1] P. Hoyos Morales, “Requerimientos tecnológicos mínimos para la creación de un hospital digital”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Juan Diego Lemos Duque.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	12
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
III.	JUSTIFICACIÓN	16
IV.	OBJETIVOS	18
	A. Objetivo General.....	18
	B. Objetivos Específicos	18
V.	MARCO TEÓRICO	19
	A. Salud	19
	B. Sistemas de salud.....	19
	A. Estructura organizacional	19
	C. Tecnologías de la información	20
	A. Sistemas de información en salud.....	20
	D. Hospital Digital	21
	A. Tecnologías y aplicaciones en hospitales digitales.....	22
	B. Ejemplos de hospitales digitales	23
	E. Acreditación HIMMS	23
	A. Modelo EMRAM.....	24
VI.	METODOLOGÍA.....	26
	A. Recolección de información y referentes	26
	B. Establecimiento de requerimientos.....	26
	C. Diseño de la infraestructura	28
	D. Validación con expertos la pertinencia de los requerimientos establecidos.....	28
VII.	RESULTADOS	29

A.	Recolectar información relacionada con las tecnologías de información en salud y de los referentes ya existentes de hospitales digitales.	29
A.	Normatividad colombiana y estrategias en salud digital.	30
B.	Referentes de Hospitales digitales en el mundo.	32
C.	Implementaciones de tecnología en salud en instituciones de salud en Colombia. 35	
D.	Estándares de Hospitales Digitales.	35
B.	Establecer los requerimientos de un hospital digital que permitan dar una visión global de enfoque	37
A.	Encuestas	37
E.	Diseñar la infraestructura del hospital digital en un esquema conceptual, estableciendo las líneas básicas de las áreas que se deben desarrollar.	41
F.	Validar con expertos la pertinencia de los requerimientos establecidos.	42
VIII.	DISCUSIÓN	45
IX.	CONCLUSIONES	46
X.	REFERENCIAS	47

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Objetivos principales de los niveles del modelo EMRAM.....	25
Fig. 2. Esquema de la metodología	28
Fig 3. Principales líneas de servicio de un hospital tradicional.....	30
Fig. 4 objetivos principales de la estrategia de salud digital de la OMS.....	31
Fig 5 Normatividad de salud digital en Colombia	32
Fig 6. Modelo de madurez HIMSS-EMRAM	36
Fig 7. Resultados obtenidos de adopción en SIS.....	38
Fig 8. Gráfica de conocimiento en modelos de madurez digital	39
Fig 9 Gráfica de implementación transformación digital en el plan estratégico de instituciones en salud.	39
Fig 10. Requerimientos y referente para la certificación en el modelo EMRAM.....	41
Fig 11. Esquema conceptual de las principales líneas de desarrollo de un Hospital Digital.	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tecnologías y aplicaciones para la salud digital	22
---	----

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

HD	Hospital Digital
TI	Tecnología de la Información
EMRAM	Electronic Medical Record Adoption Model
OMS	Organización Mundial de la Salud
TS	Servicios Terapéuticos
DS	Servicios diagnósticos
SI	Servicios de información
SS	Servicios de Soporte
HIS	Servicios de Información Hospitalarios
LIS	Sistemas de Información de Laboratorio clínico
RIS	Sistema de Información Radiológica
PACS	Sistema de Archivo y Comunicación de imágenes
EMR	Expediente Clínico Electrónico
CDS	Soporte de Decisiones Clínicas
eMAR	Registro de Administración de Medicamentos Electrónicos

RESUMEN

En la actualidad la digitalización de los sistemas de salud se ha convertido en una tendencia implementada en centros de salud como hospitales y clínicas; esta adopción está fundamentada en objetivos claves como una operación hospitalaria más eficiente, mejorar la interacción entre el equipo de atención y el paciente, disminución de errores, toma de decisiones basada en datos y también contribuir a la reducción de costos. Estas transformaciones digitales enfocadas a los sistemas de salud se pueden tratar bajo el concepto de Hospital Digital más específicamente aquella institución que integra las tecnologías de información con los procesos administrativos, financieros y médicos dentro del hospital, en esta se intercambian aplicaciones de sistemas de información en salud, y medicina móvil dentro y fuera del hospital. El objetivo de este proyecto es definir los requerimientos tecnológicos mínimos para la creación de un hospital digital, para esto, se hizo una revisión bibliográfica enfocada en salud digital, hospitales digitales y estándares que se relacionaran con este, para luego validar con el personal de TI de instituciones prestadores de servicios de salud si se consideraban como referentes. La revisión bibliográfica permitió analizar los referentes de hospitales digitales tecnologías aplicadas al sector salud, además se logró evidenciar que el modelo EMRAM es de gran importancia al decidir digitalizar un hospital, por lo que, a partir de esto se fundamentaron los requerimientos mínimos. Este modelo es indispensable sin embargo debe ir más allá de un solo modelo, aplicar inteligencia artificial (IA) a los datos recopilados, permite analizar datos de un paciente, imágenes médicas; apoyando al médico en un diagnóstico y por ende que este sea rápido y oportuno para el paciente. La capacidad de analizar datos a gran escala y velocidad también contribuye a reconocer patrones que se repiten y poder predecir enfermedades epidemiológicas rápidamente.

Palabras clave – Hospital Digital, Modelo EMRAM, Sistemas de salud,

ABSTRACT

At present, the digitization of health systems has become a trend implemented in health centers such as hospitals and clinics; This adoption is based on key objectives such as a more efficient hospital operation, improving the interaction between the care team and the patient, reducing errors, making decisions based on data, and contributing to cost reduction. These digital transformations focused on health systems can be treated under the concept of Digital Hospital, more specifically that institution that integrates information technologies with administrative, financial, and medical processes within the hospital, in which applications of information systems are exchanged in health, and mobile medicine inside and outside the hospital. The objective of this project is to define the minimum technological requirements for the creation of a digital hospital, for this, a bibliographic review was made focused on digital health, digital hospitals and standards that were related to it, and then validated with the IT staff of institutions providing health services if they were considered as benchmarks. The bibliographic review allowed to analyze the references of digital hospitals, technologies applied to the health sector, and it was also possible to show that the EMRAM model is of great importance when deciding to digitize a hospital, therefore, the minimum requirements were based on this. This model is essential; however, it must go beyond a single model, apply artificial intelligence (AI) to the collected data, it allows analyzing patient data, medical images; supporting the doctor in a diagnosis and therefore that this is fast and timely for the patient. The ability to analyze data on a large scale and speed also helps to recognize repeating and to be able to predict epidemiological diseases quickly.

Keywords - Digital Hospital, EMRAM Model, Health Systems.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la atención médica se ha ido convirtiendo en pilar fundamental del desarrollo social. La OMS afirma que la salud es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano; bajo este concepto la organización se ha enfocado en el fortalecimiento de los sistemas de salud y en plantear una estrategia mundial que contribuya con el mejoramiento de la accesibilidad, la calidad y sostenibilidad de estos, que tienen como fin único contribuir con la calidad y salud de las personas [1], [2], [3].

La OMS estima que la mitad de la población mundial aún no tiene la posibilidad de una cobertura plena de servicios de salud y aunque existen países que invierten gran parte del presupuesto en salud, siguen existiendo preocupaciones en cuanto a muertes por errores que pueden ser evitados, entre sus tres principales causas se encuentran los fallos en el diagnóstico, en la prescripción de medicamentos y tratamientos, y un uso inapropiado de fármacos [4], [5], [6], [7].

Estos problemas pueden ser reducidos con la implementación de tecnologías de información, permitiendo que los datos asociados al paciente estén siempre disponibles para el personal médico y por ende garantizar mayor oportunidad y eficiencia en la toma de decisiones, además, se ha evidenciado que la digitalización de los sistemas de salud permite la reducción de costos, la accesibilidad y el mejoramiento en la calidad de los servicios. Con el fin de acelerar el fomento y la adopción de soluciones de salud digital centradas en las personas que resulten adecuadas, accesibles, asequibles, escalables y sostenibles para prevenir, detectar y responder a tratamientos oportunos, la OMS ha desarrollado un proyecto de estrategia mundial sobre salud digital que está enfocado al desarrollo de infraestructuras y aplicaciones que permitan a los países utilizar los datos sanitarios en aras de la promoción de la salud y el bienestar [8], [3].

Además, no es una novedad que la transformación digital en el sector salud se aceleró en estos últimos años de forma exponencial; impulsado a causa del COVID-19, donde se evidencio la necesidad de implementar nuevas tecnologías. Tecnologías como inteligencia artificial, robótica, Internet de las cosas (IoT), big data y computación cuántica, se han empezado a considerar necesarias dado que estas tecnologías, permiten al sector salud

sistematizarse, agilizar procesos, mejorar su operatividad, reducir costos sanitarios y mejorar la experiencia del paciente [9], [10].

Netux es una compañía Healthtech, los cuales desarrollan soluciones tecnológicas que mejoran la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones de las instituciones del sector salud y tiene como propósito principal el cuidado de la vida, es por esto, que busca consolidarse como una compañía de alcance global mediante la transformación digital del sector salud bajo el concepto de Hospital Digital, por esta razón, este proyecto tiene como objetivo plantear los requerimientos mínimos para la puesta en marcha de un Hospital Digital por parte de Netux considerando áreas como software en la nube combinada con hardware, análisis e inteligencia artificial [5], [6].

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso a la salud física y mental es un derecho fundamental para todos; la OMS tiene como misión principal promover el bienestar y la salud de las personas con el fin de garantizar una vida sana. Esto se involucra directamente con la eficiencia, calidad y accesibilidad de los sistemas de salud [3].

En cuanto a temas de presupuesto la Organización Mundial de la Salud estima que entre un 20% y un 40% del gasto sanitario de los países se ve afectado por la ineficiencia de sistemas sanitarios, además, el acceso oportuno y eficiente en los servicios es crítico y por otro lado, respecto a la calidad en los sistemas de salud, según la academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos estima que hasta 100.000 estadounidenses mueren cada año debido a errores prevenibles y según la OMS más de 138 millones de personas se ven perjudicadas cada año por errores médicos y 2,6 millones mueren; la causa de estos problemas no son por del personal médico sino debido a la baja calidad y seguridad de los sistemas [12].

Los registros médicos físicos son una de las razones que hace que el sistema de atención sea ineficiente, dado que estos se limitan a que la información clínica esté disponible en todo momento y dificulta la toma de decisiones respecto al paciente, generando redundancia y errores en el diagnóstico. Otra de las muchas razones son los errores de medicación que se consideran una de las principales causas de lesiones y daños evitables en los sistemas de atención de salud, además el costo en todo el mundo asociado a los errores de medicación supera US\$ 42 000 millones anuales [13], [14], [15]. Se estima que 4 de cada 10 pacientes sufren daños en la atención sanitaria primaria y ambulatoria (entre los más perjudiciales se relacionan con el diagnóstico, la prescripción y el uso de medicamentos), donde el 80% de estos daños se pueden prevenir. Así mismo los países de la OCDE, el 15% del total de la actividad y el gasto hospitalarios es un resultado directo de eventos adversos prevenibles [12].

Algunos cambios en los servicios de las entidades de salud como la implementación de tecnologías de la información en salud pueden contribuir directamente con la solución a los errores mencionados anteriormente contribuyendo al mejoramiento de la calidad y

reducción de costos. Sin embargo, bajo el contexto de la salud en Colombia la implementación de estas tecnologías se ve afectado por múltiples barreras en cuanto factores geográficos, sociales y económicos [15], [6].

Es de gran importancia que desde las entidades que aportan al desarrollo social y más específicamente aquellas que están enfocadas al desarrollo de nuevas tecnologías en salud en Colombia, sean las que promuevan y aporten directamente a la implementación de tecnologías digitales en los centros de salud del país. Desde Netux se hace necesario definir los requerimientos mínimos para la creación de los nuevos hospitales digitales.

III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la digitalización de los sistemas de salud se ha convertido en una tendencia implementada en centros de salud como hospitales y clínicas; esta adopción está fundamentada en objetivos claves como una operación hospitalaria más eficiente, mejorar la interacción entre el equipo de atención y el paciente, toma de decisiones basada en datos y también contribuir accesibilidad y reducción de costos. Estas transformaciones digitales enfocadas a los sistemas de salud se pueden tratar bajo el concepto de Hospital Digital más específicamente aquella institución que integra las tecnologías de información con los procesos administrativos, financieros y médicos dentro del hospital, en esta se intercambian aplicaciones de sistemas de información en salud, y medicina móvil dentro y fuera del hospital [15], [16].

Para llevar a cabo esto la OMS desarrolló la estrategia mundial sobre salud digital, la cual se apoya y da respuesta a la necesidad de los países de aplicar tecnologías digitales pertinentes para abordar problemas de salud y ampliando avances que están enfocados en accesibilidad sanitaria universal y en los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la salud. También, el Ministerio de Salud y Protección Social elabora el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información que busca ser el punto de partida del proceso de transformación digital del Ministerio de Salud y Protección, adoptando las acciones necesarias para garantizar el máximo aprovechamiento de las tecnologías de información disponibles en el mercado [3], [17].

Desde Netux comprometidos con la digitalización del sector salud de Colombia ha presentado grandes avances en términos de aportes tecnológicos como el monitoreo remoto de pacientes, la automatización de procesos. En cuanto a visión apunta a ser el primer hospital digital del país, por lo cual es importante conocer los requerimientos y modelos que califiquen este tipo de entidades y además comprender los conceptos y estructura básica de un HD que permita definir en un futuro un plan de ruta para el desarrollo de este.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Establecer los requerimientos mínimos para la generación de una de una solución tecnológica que permita la creación de un Hospital Digital.

B. Objetivos Específicos

Recolectar información relacionada con las tecnologías de información en salud y de los referentes ya existentes de hospitales digitales.

Establecer los requerimientos de un hospital digital que permitan dar una visión global de enfoque.

Diseñar la infraestructura del hospital digital en un esquema conceptual, estableciendo las líneas básicas de las áreas que se deben desarrollar.

Validar con expertos la pertinencia de los requerimientos establecidos.

V. MARCO TEÓRICO

A. Salud

La OMS define la salud como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Este concepto puede variar dependiendo de diferentes factores, ya que depende de la situación, circunstancia de quien lo defina y para quien lo aplique, y puede tener modificaciones para acoger cambios que se imponen en la sociedad [2].

B. Sistemas de salud

Los sistemas de salud son toda la suma de instituciones, organizaciones y recursos que tiene como finalidad mejorar la salud. Para el funcionamiento de estos sistemas es indispensable personal, financiación, información, suministros, una dirección general y la prestación de servicios y tratamientos que cumplan con las necesidades (de salud) que se presentan en la sociedad [1].

A. Estructura organizacional

- Departamento de administración: Tiene como funciones principales contratar a todo el personal del hospital y es el responsable de la competencia profesional de cada empleado. además, coordina y supervisa las funciones de cada servicio y gestiona los registros de los pacientes [25].
- Servicios de información (SI): Encargado de la información médica de los pacientes, procesa sus registros, recopila los datos, realiza análisis, apoya la codificación, promueve la investigación médica y desarrolla programas de capacitación relacionados con los sistemas de información [25].
- Servicios Terapéuticos (TS): Encargado de los servicios como tratamientos respiratorios (aborda los problemas cardíacos y pulmonares), neurológicos, fisioterapéuticos (mejorar la movilidad muscular), terapia ocupacional (mejorar las habilidades motoras, el equilibrio y la coordinación.), del habla, terapia psicológica.

incluye la farmacia quien ofrece medicamentos de acuerdo con las prescripciones. Este servicio también abarca los cuidados de rehabilitación y al área de enfermería para brindar atención a los pacientes y tratamiento oportuno {Formatting Citation}.

- Servicios de diagnóstico (DS). Incluye Laboratorio Médico, Imágenes, Medicina de Emergencia y Cardiología. Brindan atención aguda, ambulatoria, geriátrica y de rehabilitación. El personal médico de los servicios terapéuticos y diagnósticos son médicos, enfermeras, técnicos y analistas [25].
- Servicios de apoyo (SS). responsable de los servicios funcionen en la entidad. Entre ellos están los servicios de suministro central, tecnología biomédica, limpieza y mantenimiento. Encargados de mantener todos los procesos internos con el fin de que el personal médico brinde una atención de alta calidad [25].

C. Tecnologías de la información

Las tecnologías de la información (TI) permiten un procesamiento, almacenamiento y envío de la información de una manera rápida mediante la vinculación de dispositivos microelectrónicos, telecomunicaciones, hardware y software. Estos se comunican entre ellos por medio de sistemas de información.

A. Sistemas de información en salud

Permite implementar los procesos y realizar diferentes actividades y tareas; integra la recopilación, el tratamiento y la notificación de los datos, y la información necesaria para mejorar la eficacia y la eficiencia de los servicios de salud.

- Sistemas de información hospitalarios (HIS) son sistemas diseñados para aspectos clínicos, administrativos y financieros de una entidad de salud; almacenan, procesan e interpretan datos clínicos y administrativos. Dentro de este sistema se incluye más específicamente la Historia clínica, reporte de resultados clínicos, registro de inventario, descripción Recursos humanos, Presupuestos, Facturación[18].
- Sistemas de información de laboratorio clínico (LIS): encargados de automatizar los procesos del laboratorio, es el repositorio de datos diagnósticos y la gestión del laboratorio [18].

- Sistema de información radiológica (RIS): Sus funciones principales son Registro de pacientes, Gestión del flujo de trabajo del departamento de radiología, Reportes, Gestión de modalidades y materiales entre otros [18].
- Sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS) permite recopilar, analizar, archivar e intercambiar imágenes diagnósticas de manera que se puede tener acceso a ellas en diferentes sitios dentro de la clínica o fuera de ella por medio de redes de comunicaciones. Dentro de las funcionalidades principales: adquisición de imágenes, gestión de imágenes, almacenamiento, visualización, procesamiento de imágenes e impresión de estudios. Estos sistemas generalmente se enlazan con el RIS y el HIS [18].

D. Hospital Digital

Consiste en la utilización masiva de las TIC en un centro hospitalario, donde los protagonistas: profesionales, pacientes y administradores están interconectados, configurando una red en tiempo real de información y servicios que multiplica la capacidad asistencial. Un HD integra las tecnologías con los procesos administrativos, financieros y médicos; se intercambian aplicaciones de telemedicina y medicina móvil dentro y fuera del hospital. Además, las prácticas de medicina y tratamiento médico están siempre controladas mediante los SIS [6], [16] .

El enfoque de las TIC está dirigido al desarrollo de aplicaciones y herramientas que son útiles para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento efectivo y eficiente y el logro de los objetivos de desarrollo relacionados con la salud. Esto brinda que la prestación de servicios de salud sea más accesible, proporcionando una gran comodidad a los pacientes, a las partes interesadas y a los trabajadores de la salud en la prestación de servicios de salud, ofreciendo el servicio de salud de forma rápida y eficaz. Las tecnologías de la información (TI) permiten un procesamiento, almacenamiento y envío de la información de una manera rápida mediante la vinculación de dispositivos microelectrónicos, telecomunicaciones, hardware y software. Estos se comunican entre ellos por medio de sistemas de información [19].

A. *Tecnologías y aplicaciones en hospitales digitales.*

Las tecnologías digitales son la aplicación de métodos que permiten desarrollar sistemas con el fin de automatizar procesos. La aplicación de tecnologías en el área de la atención médica se clasifica según el valor que atribuye al cuidado de la salud y que mejora exponencialmente los procesos administrativos y de apoyo a largo plazo.

En la figura 1 se detallan de forma sintetizada las aplicaciones de salud digital asociadas a las principales tecnologías en salud digital [20], [21], [22], [23], [24].

		TECNOLOGÍAS APLICADAS A SALUD DIGITAL				
		Inteligencia artificial (IA)	Internet of Things (IoT)	Big Data	Cloud computing	Biosensores
		Tiene potencial para aumentar el rendimiento de la interpretación de datos, para proporcionar modelos predictivos y apoyo a la toma de decisiones clínicas	El Internet de las cosas (IoT) son los dispositivos físicos que están conectados a Internet, donde estos recopilan y comparten datos.	Se refiere al almacenamiento formado por datos de gran volumen. Lo que permite un análisis constantemente para mejorar eficiencia y desarrollar nuevos productos.	Permite el acceso remoto a softwares, el almacenamiento de archivos y procesamiento de datos por medio de Internet.	Son dispositivos que producen señales proporcional a una entrada objetiva, generalmente miden señales de procesos biológicas
APLICACIONES	Realidad aumentada para el apoyo a las decisiones clínicas	X				
	Vídeo consultas y atención a distancia en tiempo real		X			
	Asistencia remotamente en procedimientos clínicos		X			X
	Control remoto de paciente, nutrición e infusiones mediante bombas de infusión					
	Reconocer, analizar y predecir las actividades y los signos vitales de las personas	X	X			X
	Sistemas de información compartidos entre el apoyo previo a la emergencia, las ambulancias y hospitales	X	X	X	X	
	Sistema de trazabilidad de dispositivos médicos		X	X		
	Plataformas digitales para el intercambio colaborativo de datos e información de pacientes				X	
	Generación de datos médicos sintéticos para investigación y desarrollo de modelos		X		X	
Productos a la medida de cada paciente, como en el caso de las prótesis.	X		X			

Tabla 1. Tecnologías y aplicaciones para la salud digital

B. Ejemplos de hospitales digitales

- Hospital Italiano de Buenos Aires: Cuenta con numerosos desarrollos informáticos que mejoran la práctica asistencial y la toma de decisiones, tales como un sistema de soporte con inteligencia artificial para la lectura radiológica, apps móviles para registros clínicos en la internación, teleconsulta, chatbots, mensajería HCE y el portal personal de pacientes.
- Hospital Humber River (HRH) en Toronto, Canadá, el cual integra completamente la tecnología en todos los sistemas y los flujos de trabajo, en este se pueden encontrar robots que transportan suministros al personal médico, lectores de códigos de barras que permite hacer registros en el historial clínico.
- Hospital Oklahoma Heart; del mismo modo sus sistemas son completamente integrados y computarizados; desde el registro y la entrada de órdenes médicas hasta registros médicos electrónicos e imágenes digitales, tiene disponibilidad desde cualquier lugar del hospital el acceso a la interfaz en línea.

E. Acreditación HIMMS

HIMSS (Healthcare Information and Management Systems Society) Es una organización sin ánimos de lucro y se autodenomina un asesor global basado en la reforma del ecosistema de salud impulsado por las tecnologías de información; brinda profundidad en innovaciones enfocadas en el sector salud y transformación digital de la salud con el fin de asesorar personas que se desenvuelven en este ecosistema.

HIMSS desarrolló modelos de madurez de atención médica, que tiene como modelo principal el modelo (EMRAM) el cual proporciona marcos normativos a las organizaciones de atención médica para construir sus ecosistemas de salud digital, permitiendo a las organizaciones de salud tener estándares aplicables a nivel mundial a seguir, y poder evaluar y mejorar su progreso.

El modelo EMRAM tiene ocho etapas (0-7) y funciona como una hoja de ruta independiente del proveedor para su desarrollo y ofrece una evaluación comparativa global [26].

A. Modelo EMRAM

Es un modelo de madurez propuesto por HIMMS que nace en 2005 con el fin calificar y clasificar las organizaciones hospitalarias según el nivel de adopción de las tecnologías de la información (TI) para la salud. Este, implementa una metodología que evalúa a los hospitales según su nivel de implementación de la Historia Clínica Electrónica. Consta de 8 niveles que se van aumentando a medida que las instituciones van implementando sistemas informáticos más completos y sofisticados, ayudando a los organismos reguladores y a los proveedores a realizar mejoras en la eficiencia y los resultados de la atención. Brindan el estándar para una mejora medible, desde la implementación de su infraestructura hasta su registro médico electrónico, tecnologías de análisis, imágenes digitales y cadena de suministro clínica [27]

En la figura (Fig. 1).se muestra los principales objetivos que busca cumplir la adopción del modelo en cada etapa.



Fig. 1. Objetivos principales de los niveles del modelo EMRAM.

VI. METODOLOGÍA

Con el objetivo de dar cumplimiento al alcance de este trabajo se llevó a cabo la siguiente metodología. Cabe resaltar que para este proyecto se definió el método de investigación cualitativo.

A. Recolección de información y referentes

La recolección de información se enfocó en los campos claves que se relacionan con la transformación digital en salud, en el cual se hizo un análisis del contenido encontrado en las estrategias y proyectos sobre salud digital según la OMS y entidades gubernamentales del país y de artículos de las principales bases de datos bibliográficas; para esta búsqueda se tuvo en cuenta que los artículos no tuvieran más de 4 años desde la fecha de su publicación. Además, con el fin de fortalecer la información se asistió a eventos relacionados con la salud digital; entre ellos (HIMSS Colombia, Smart Health LatAm). Esto permitió obtener información de sistemas de información en salud, referentes de hospitales digitales e identificación de modelos de madurez digital y tecnologías en salud que implementan algunas instituciones prestadoras de salud en Colombia.

Para que la búsqueda de información fuera organizada se estableció el siguiente orden:

- Servicios de un hospital tradicional y sus sistemas principales para que operen correcta y efectivamente.
- Tecnologías y sistemas de información en salud.
- Normatividad colombiana y estrategia global en salud digital según la OMS
- Referentes de hospitales digitales en el mundo.
- Modelos de madurez digital
- Modelo HIMSS EMRAM.
- Hospitales Colombianos que implementan tecnologías en salud.

B. Establecimiento de requerimientos

Una vez consolidada la información, se definieron puntualmente los requerimientos mínimos de un hospital digital. Para lograr este objetivo específico se dividió en 2 fases:

1. A partir de la información de los estándares y modelos de madurez digital que se relacionan con temas de salud digital y de la información, se concluyó desde un punto de vista personal que el modelo de madurez EMRAM cumplía con los requerimientos mínimos de hospital digital, para establecer esto se hizo una comparativa entre los principales modelos y la decisión se apoyó en criterios como mayor adopción y conocimiento del modelo por parte de las entidades de salud, estructuración y especificidad en los criterios de evaluación para la implementación.
2. Con el motivo de validar que los estándares que se había concluido en la fase anterior fueran un referente para las instituciones en salud, se implementó una encuesta. Cabe resaltar que no se definió un n de personas a encuestar porque estaba sujeto a poder obtener el contacto directo y además que estuvieran dispuestos a responder dicha encuesta, el criterio de inclusión principalmente se definió para personas encargadas del área de TI en hospitales acreditados del país, con el fin de garantizar que tuvieran gran conocimiento en cuanto a los temas de tecnologías digitales en salud.

El desarrollo de esta se detalla a continuación:

- **Diseño:** El desarrollo de la encuesta tuvo como enfoque las implementaciones dentro de la institución, impedimentos y evaluación del conocimiento acerca de modelos enfocados a hospitales digitales.
- **Criterios de inclusión:** Se tuvo en cuenta el personal encargado de ingeniería y mantenimiento y encargados de TI que laboren en instituciones prestadoras de servicios de salud acreditadas.
- **Búsqueda del personal:** Para la búsqueda del contacto efectivo se usaron principalmente medios como LinkedIn donde se filtró la búsqueda del cargo y la entidad de interés, llamadas telefónicas a cada una de las entidades con el fin de obtener contacto directo con el personal de interés.
- **Aplicación:** Se creó un formulario mediante Google forms y se envió por medio de los correos suministrados y por mensajes directos de LinkedIn. Los resultados de estas encuestas permitieron concluir los requisitos de un hospital digital.

C. Diseño de la infraestructura.

Por último, se establecieron las líneas básicas de las áreas que se deben desarrollar para cumplir con los requerimientos mínimos de hospital digital a partir de los resultados obtenidos anteriormente. Con el fin de complementar la información, se buscaron proveedores de las tecnologías y sistemas, incluyendo la infraestructura necesaria.

Un esquema básico de la metodología se puede observar a continuación (Fig. 2).

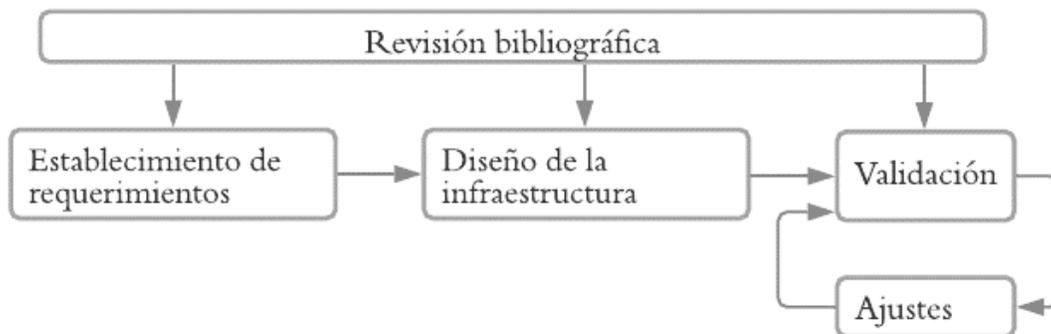


Fig. 2. Esquema de la metodología

D. Validación con expertos la pertinencia de los requerimientos establecidos.

Para esta validación se tuvo como criterio de inclusión que fuera una persona encargada del área de tecnologías de la información en un hospital acreditado del país, además que tuviera más de 10 años de experiencia en TI en el sector salud. En este caso se limitó a definir un n porque estaba sujeto a encontrar una persona que aceptara una entrevista y cumpliera con el criterio de inclusión.

Para validar los requerimientos se planteó una entrevista en la cual se mostró el esquema conceptual previamente desarrollado y se dio la explicación asociada a esta.

VII. RESULTADOS

A. Recolectar información relacionada con las tecnologías de información en salud y de los referentes ya existentes de hospitales digitales.

En varios artículos se habla de la importancia de salud digital, y como mediante tecnologías digitales aumenta la accesibilidad de la atención médica, lo que se relaciona directamente con el mejoramiento de la salud y a su vez la experiencia de la atención. Las principales tecnologías que se encontraron para aplicaciones de salud digital, se encuentra la telemedicina, inteligencia artificial, el big data y el Internet de las cosas (IoT), a pesar de que son tecnologías que potencializan en gran escala los servicios de los hospitales se ha evidenciado limitaciones por la velocidad de adopción atribuido a la cultura del dato, el desconocimiento de las aplicaciones y sus beneficios. Sin embargo, el Covid-19 a presionado a las instituciones de salud a empezar a evaluar la viabilidad y aplicación de las nuevas tecnologías digitales de una manera más rápida [20], [21], [22], [23], [24].

Existe múltiples aplicaciones de estas tecnologías en sector salud; entre ellas la IA permite dar soporte de decisiones de atención clínica y de triajes, predecir riesgos y diagnosticar enfermedades a partir de datos obtenidos por biosensores o en otros casos de datos obtenidos por imágenes médicas.

- El IoT se utiliza en gran medida para el monitoreo de pacientes, ambientes o cosas que se pueden conectar con un dispositivo basado en biosensores y que a su vez comparten los datos obtenidos a través de internet.
- El Blockchain, cobra un valor muy importante en la gestión de la salud y es que si se habla de datos obtenidos de cada SIS, es importantes tener en cuenta la interoperabilidad; que se pueda acceder desde cualquier parte y en cualquier momento desde múltiples dispositivos, y además brindando seguridad necesaria.
- Dado a la gran cantidad de datos de salud que se obtienen de los registros médicos electrónicos, los SIS y sensores conectados que apoya la telemedicina, el Big data permite acceder y almacenar estos grandes volúmenes de datos para luego ser analizados.

Lo interesantes de estas tecnologías es que todas se pueden complementar entre si para potencializar el cuidado de la salud, apoyar el tratamiento personalizado del paciente, mejorar la accesibilidad de los datos y la atención oportuna y optima [20], [21], [22], [23], [24].

Después de esto, estableció una relación entre los servicios de un hospital tradicional que se muestran en la figura 3; donde puede observar un esquema simplificado de la estructura de los servicios de un centro de salud. A partir de esto, se evaluaron algunos sistemas de información en salud que permitieran a los centros de salud apoyarse y apalancarse para lograr una operación hospitalaria más eficiente y efectiva. Entre estos se estableció la relación de los SIS más relevantes con la estructura de los servicios tradicionales, entre ellos el expediente clínico electrónico (EMR) que es usado principalmente para el diagnóstico y tratamiento del paciente y se relaciona directamente con los servicios de información, el LIS donde se hace la gestión completa del laboratorio clínico, y (RIS-PACS) en el cual se registran y almacenan las imágenes de medicina diagnóstica de cada paciente los cuales pueden aportar a los servicios diagnósticos. También se estableció una relación entre los servicios terapéuticos con las tecnologías smart healthcare (tecnologías de la información al servicio de la salud) y, los servicios de soporte con sistemas de automatización.

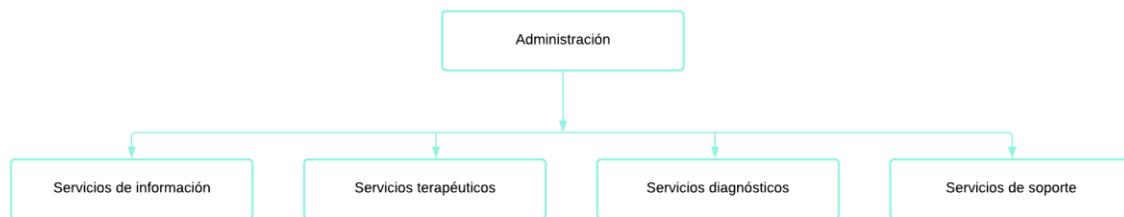


Fig 3. Principales líneas de servicio de un hospital tradicional

A. Normatividad colombiana y estrategias en salud digital.

- Estrategia mundial sobre salud digital 2020–2025: La OMS desarrolló la estrategia mundial sobre salud digital para el 2020-2025 que potencializa y complementa las nuevas redes de salud digital, fortaleciendo los sistemas de salud mediante aplicaciones tecnológicas, y se basa en las principales estrategias que se resumen en la figura (Fig. 4).



Fig. 4 objetivos principales de la estrategia de salud digital de la OMS

- Además, en Colombia se encontraron varias leyes y resoluciones que apuntan directamente a la transformación digital de los servicios de salud y sus principales de detallan a continuación en la figura (Fig. 5).



LEY 2015 DE 2020
HISTORIA CLÍNICA ELECTRÓNICA INTEROPERABLE)

- Datos clínicos y información relevante de los pacientes de forma clara y concisa.
- No podrá ser modificada sin se registrada la modificación.
- Plan de seguridad y privacidad de la información, seguridad digital y continuidad de la prestación del servicio.
- Pazo máximo de implementación de esta Ley será de 5 años.

RESOLUCIÓN 3100 DE 2019

LINEAMIENTOS PARA LA HABILITACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA TELEMEDICINA EN COLOMBIA)

- Conectividad que garantice la prestación de servicios de salud
- Plataformas tecnológicas que garanticen la seguridad y privacidad de la información y la disponibilidad permanente para prestar los servicios de salud
- Suministro de energía eléctrica o baterías para equipos de comunicación y equipos biomédicos necesarios.
- Nivel de iluminación homogénea con luz fluorescente blanca fría y no mezclar tipos de iluminación cálida con fría.



Plan de Transformación Digital PDT
2020 – 2022
Ministerio de Salud y Protección Social

tiene como fin promover la cultura y generar confianza en el uso de las herramientas digitales, para que la población la aplique y promueva el autocuidado de su salud y a su vez mejoren en la gestión de las políticas en salud.

PRINCIPALES ESTRATEGIAS

Arquitectura de TI Diseño del sistema de gestión documental del sector salud	Implementación de la interoperabilidad de historia clínica	Construcción del plan estratégico de gobierno de datos y analítica de datos	Implementación de los campos para la facturación electrónica en el sector salud
--	--	---	---

Fig 5 Normatividad de salud digital en colombia

B. Referentes de Hospitales digitales en el mundo.

Por otro lado, se identificaron algunos referentes de hospitales digitales en el mundo y sus principales características como automatización de todos los aspectos del cuidado del paciente, programas de hospitalización domiciliaria totalmente informatizada, información

en tiempo real y desde cualquier lugar, consulta electrónica de la información clínica de los pacientes etc. [19]. La búsqueda de hospitales digitales fue limitada, dado que no existe una certificación como tal que defina a un hospital digital, y más bien nombre es autodenominado por cada institución.

Hospital Italiano de Buenos Aires: Cuenta con numerosos desarrollos informáticos que mejoran la práctica asistencial y la toma de decisiones, tales como un sistema de soporte con inteligencia artificial para la lectura radiológica, app móvil para registros clínicos en la internación, teleconsulta, chatbots, mensajería HCE y el portal personal de pacientes.este tiene principales implementaciones:

- Teletriage y teleconsulta: Incluye procesos de pre-internación a distancia (pruebas pre-quirúrgicas), diagnóstico, tratamiento, consulta de segunda opinión, tele-radiología, tele-anatomía patológica y tele-rehabilitación, entre otras.
- la HCE y el portal personal de pacientes: nivel extra de seguridad para garantizar la confidencialidad y privacidad.
- TRx: herramienta basada en inteligencia artificial denominada, para la detección automática de determinadas patologías en radiografías de tórax.
- Chatbot: Permite todas 24 horas del día, consultar sobre medidas preventivas y síntomas de Covid-19, horarios de atención en las sedes, soporte de telemedicina y turnos de vacunación. logrando resolver consultas frecuentes y dar soporte “humano” específico si se considera necesario, dando respuestas oportunas.
- Telemonitoreo: monitoreo a distancia para pacientes desde su domicilio con síntomas, por medio de un portal personal de salud, la persona carga la información para reportar sus datos clínicos (temperatura corporal y otros signos vitales), permite comunicarse con el médico y estar con el personal de enfermería, que estará atento a cualquier cambio en su evolución. El registro de datos clínicos se integra con la generación de alertas automáticas que se notifica al personal de la salud.

Hospital Humber River (HRH): El hospital se ha enfocado en mejorar la prestación de atención al reducir y predecir tiempos de espera, ajustando los recursos a la demanda de los pacientes para aumentar su eficiencia.

Cuenta con aplicaciones tecnológicas como:

- Procesamiento de laboratorio automatizado, robots que entregan suministros médicos. robot mezcla medicamentos de quimioterapia
- Dispensación automática de medicamentos: mantiene seguros los medicamentos, reduciendo los errores de medicación, aumentando la eficiencia del personal y ayuda con el seguimiento del inventario.
- Telemonitoreo de pacientes: ayuda a las personas mayores a llevar trazabilidad de sus variables médicas desde su casa, mejorando directamente la atención hospitalaria a su vida diaria.

hospital Universitario Son Llàtzer: Es pionero el uso y desarrollos de los sistemas de información y tecnologías digitales hospitalarias hospitalario.

Entre sus principales aplicaciones tiene:

- Big Data y de Inteligencia Artificial para la detección y el manejo de las sepsis y también poder predecir, prevenir otro tipo de enfermedades.
- Control de enfermería: Notas clínicas electrónicas, datos médicos y fichas y el acceso de los datos en cualquier parte de la institución.
- Red integrada: transmisión a toda la red de los datos clínicos de los pacientes, la tele-experticia entre varios médicos, pruebas de laboratorio, imágenes radiológicas y médicas, firmas electrónica y acceso en internet con la evolución de todos los datos.
- HCE: Interoperable y con alta seguridad para la administración de los datos, está permite el diálogo electrónico entre profesionales.

C. Implementaciones de tecnología en salud en instituciones de salud en Colombia.

Se hizo un enfoque en el contexto colombiano donde se identificó principalmente en noticias y artículos de las mismas instituciones las implementaciones de tecnologías en salud en algunas clínicas y hospitales, teniendo en cuenta en primera instancia que fueran instituciones acreditadas o que estuvieran certificadas con un nivel de madurez digital, lo que dio resultado a encontrar las aplicaciones de tecnologías digitales en algunas instituciones; entre ellas:

- Clínica Las Américas: implementa tecnología blockchain para el seguimiento, control y abastecimiento de dispositivos médicos [26].
- Fundación Cardioinfantil: Integra manillas electrónicas para la identificación correcta de los pacientes, realiza control biométrico para correcta verificación de medicamentos [27].
- Fundación Valle del Lili: Tiene un alto funcionamiento de “hospital sin papeles”, dispone de Historia Clínica Electrónica de calidad y los Sistemas de información mejoran la atención sanitaria, la eficiencia de la organización y la seguridad clínica [18].
- Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta: Desarrolló un sistema de teleconsulta conocido como telederma que implementa tecnología de punta a través de un kit para la toma y transmisión de imágenes de alta calidad de la piel [34].

D. Estándares de Hospitales Digitales.

Se hizo una investigación enfocada en los estándares relacionados con hospitales digitales, sin embargo, no existe un estándar o modelo que defina criterios puntuales de un hospital digital, pero se identificaron algunos factores relevantes que son determinantes para la digitalización de centros de salud y por ende para el desarrollo de un hospital digital, estos se mencionan a continuación,

- Se encontraron algunos modelos de madurez, entre los más completos se encuentran Digital excellence assessment, HRHCM, SCIROCCO's B3-MM

y EMRAM. Sin embargo, respecto al alcance a nivel mundial, certificación, implementación, estructuración, todo esto basados en varios artículos, se evidencio que EMRAM ha sido uno de los más implementados en los hospitales que le apuestan a la transformación digital y este, tiene el fin de poder calificar y clasificar las organizaciones hospitalarias según su nivel de adopción de las tecnologías de la información para la salud. El Modelo de adopción de registros médicos electrónicos se divide en 8 etapas, donde el máximo nivel es el 7 y significa que tiene un registros médico-electrónicos completo; interoperabilidad interna y externa, análisis de Datos, Privacidad y seguridad. En la figura (Fig. 6). se muestra cada nivel de forma resumida

NIVEL	 Modelo de Adopción del Registro Médico Electrónico (EMR) - Capacidades Cumulativas
7	Registro Médico Electrónico (EMR) completo; Intercambio Externo de Datos de Salud (HIE); Análisis de Datos; Gobernanza; Recuperación ante Desastres; Privacidad y Seguridad
6	Administración de Fármacos asistida Electrónicamente; Productos de Sangre, y Administración de Leche Materna; Reporte de Riesgos; Apoyo a la Decisión Clínica (CDS) completa
5	Plantillas Estructuradas para la Documentación Clínica; Protección de Dispositivos/contra Intrusos
4	Sistema Computarizado de Entrada de Órdenes Médicas (CPOE) con Apoyo a la Decisión Clínica (CDS); Documentación de Enfermería y Profesionales de Salud Afiliados; Continuidad del Negocio Básico
3	Documentación de Enfermería y Profesionales de Salud Afiliados; Registro Electrónico de Administración de Medicamentos; Seguridad basada en Roles
2	Registro Médico Electrónico (CDR); Interoperabilidad Interna; Seguridad Básica
1	Auxiliares - Sistemas de Información para Laboratorio, Farmacia y Radiología/Cardiología; PACS; Administración de Imágenes Digitales No-DICOM
0	Sistemas de Información para Laboratorio, Farmacia y Radiología/Cardiología no están instalados

Fig 6. Modelo de madurez HIMSS-EMRAM

- Un factor importante que se encontró a partir de la información suministrada es que no solo se debe lograr la interoperabilidad entre los SIS si no también se debe conseguir una interacción con los datos tanto estructurados como no estructurados (audios, textos libres, videos) y poder convertirlos en algoritmos permitiendo no sólo diagnosticar sino prevenir.
- Se identificaron las debilidades de implementación del proceso de transformación digital en las instituciones prestadoras de servicios de salud, en la cual se encontró que los sistemas de información de salud y tecnologías digitales deben ser desarrolladas centradas en el paciente y el personal médico complaciendo sus necesidades, también se debe crear conciencia y estímulos que muestren los beneficios de implementación; dado que en varios estudios sobre el compromiso digital se evidenció la principal causa de adopción son la falta de cultura y desconocimiento.

B. Establecer los requerimientos de un hospital digital que permitan dar una visión global de enfoque

Como se mencionó en la metodología, con el fin de validar si el modelo EMRAM propuesto por HIMSS es un referente de transformación digital en los principales hospitales de Colombia y además cumple como base de requerimientos mínimos de hospital digital. Se recopilaron los datos a través de formularios semiestructurados en profundidad con los encargados de TI en 5 hospitales acreditados del país; esta cantidad se limitó debido a que no se logró el contacto directo con los encargados de TI de cada uno de los 51 hospitales acreditados, y, además, algunos que aceptaron llenar la encuesta no la respondieron.

A. Encuestas

Las respuestas de esta encuesta se adjuntan en el anexo 1, se logró aplicar la encuesta a 5 instituciones y no se revela la identidad de estas porque me pidieron que no se revelara el nombre, se hicieron alrededor de 6 preguntas que se detallan a continuación

- ¿Tienen implementados sistema de información en salud en la institución?
¿Cuáles?

Todas las instituciones cuentan con los principales SIS, en la figura (Fig. 7).se muestra que 5 instituciones tienen software de PACS, RIS y LIS, y solo una no tiene SIS HIS.

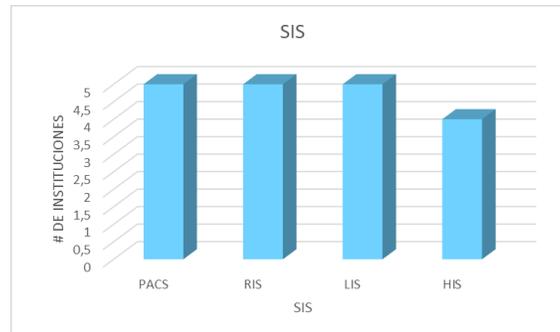


Fig 7. Resultados obtenidos de adopción en SIS

- ¿Qué tan avanzada cree que se encuentra su institución en temas de transformación digital?

En cuanto a la recopilación de las respuestas obtenidas, se evidencia que todas las instituciones encuestadas están en proceso de maduración digital y además 1 de ellas está certificada con un nivel 6 en el modelo EMRAM, Y otra institución considera que esta aproximadamente en este mismo nivel, pero no se ha presentado para la certificación.

- ¿Conoce algún modelo o reglamentación, que permita certificar el nivel de maduración de Hospital digital de su institución? ¿cual?

A pesar de que fue una pregunta abierta, en la figura 8 se muestra que 4 de las 5 instituciones coincidieron en la misma respuesta donde consideran el modelo EMRAM como un referente para medir y calificar el nivel de transformación digital, y la otra institución no conoce ningún modelo de madurez para la certificación.

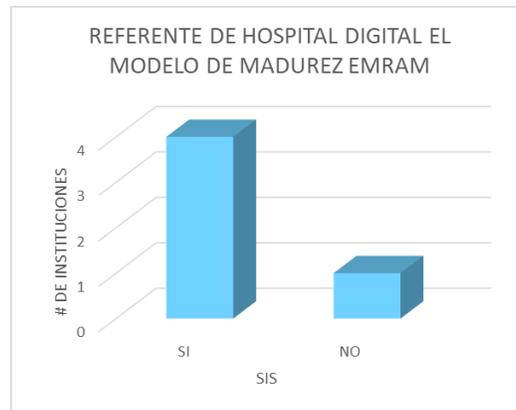


Fig 8. Grafica de conocimiento en modelos de madurez digital

- ¿Tienen un plan de gestión y desarrollo que esté enfocado en la transformación digital dentro de la institución?

En la gráfica (Fig. 9) Se muestra que todas las instituciones tienen dentro de su proyecto estratégico un plan de gestión que apunta a la transformación digital de su institución, esta pregunta es muy importante debido a que demuestra el interés de las instituciones en digitalizarse.

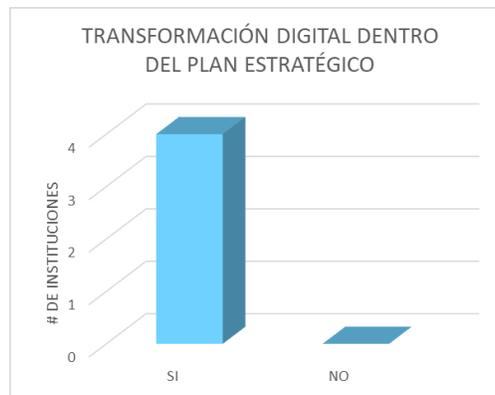


Fig 9 Grafica de implementación transformación digital en el plan estratégico de instituciones en salud.

Basados en el resultado obtenido anteriormente y en los datos recolectados en todo el proyecto, se considera el modelo EMRAM como principal punto de partida para definir los requerimientos mínimos necesarios para la creación de un hospital digital. Por tal motivo, se

describen detalladamente en la figura (Fig. 10) los requerimientos de cada nivel y se muestran algunos proveedores para cumplir con los principales sistemas:

REQUERIMIENTOS	REFERENTES
<p>NIVEL 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complemento completo de sistemas PACS de radiología y cardiología • Acceso de imágenes médicas a los médicos en una intranet y desplaza todas las imágenes basadas en películas. También está disponible el • almacenamiento centrado en el paciente de imágenes no DICOM. 	<p>PACSGear</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captura datos de toda la institución y está conectado a los SIS más importantes. <p>DATOS ALMACENADOS: Formato DICOM, JPEG, TIFF o PDF. Permite integrar datos con repositorios como PACS o EMR. [27].</p>
<p>NIVEL 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad interna con los principales sistemas clínicos y alimenta datos a un único repositorio de datos clínicos (CDR). • Permite al médico revisar toda la información, resultados e imágenes 	<p>ONBASE</p> <p>Repositorio electrónico único, centralizado y seguro para todo el contenido clínico que se integra con la historia clínica electrónica y todas las áreas clínicas tengan acceso [28]</p>
<p>NIVEL 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener al menos el 50% de la documentación asociada al personal de enfermería y afines como los signos vitales, • Diagramas de flujo, notas de enfermería, Tareas de enfermería, planes de atención, estén implementados e integrados con el repositorio de datos clínicos. • Aplicar en el servicio de urgencias, pero el servicio no tiene que cumplir el 50%. • Implementación el Registro de administración de medicamentos electrónicos (eMAR). 	<p>ELECTRONIC MAR</p> <p>Sistema de registro de enfermería, administración de medicamentos electrónico y trazabilidad para que se administren de manera confiable y evitando errores relacionados a la medición. Cumplimiento y la seguridad son primordiales.</p>
<p>NIVEL 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • El 50% de todos los pedidos médicos deben hacerse por medio de un software que tenga respaldado por un motor de reglas de soporte de decisiones clínicas (CDS). • Computarizado por un médico con licencia, debe para la verificación fundamental de conflictos. • La documentación de enfermería debe alcanzar el 90%. • Los médicos tienen acceso a una base de datos de pacientes nacional o regional para respaldar la toma de decisiones y las enfermeras cuentan con el apoyo de protocolos de medicina basada en la evidencia los CDS. 	<p>VITAL SYNC</p> <p>software con herramientas CDS que proporciona a los médicos la información adecuada para la toma de decisiones.</p> <p>PATIENT KEEPER</p> <p>solución de optimización de EHR, cuenta con documentación clínica, solicitud de medicamentos, laboratorios y radiología, permite realizar seguimientos, ajustar electrónicamente los medicamentos del paciente en cada etapa de la atención, desde la admisión hasta el alta [22]</p>



Fig 10. Requerimientos y referente para la certificación en el modelo EMRAM

E. Diseñar la infraestructura del hospital digital en un esquema conceptual, estableciendo las líneas básicas de las áreas que se deben desarrollar.

En la figura (Fig. 11) se muestra un esquema conceptual en el cual se representa de la forma más simplificada posible las principales áreas que representan un hospital digital. Este, es producto de la información recolectada de todo el proyecto, y que se detalló anteriormente. En esta imagen se muestra la relación de la infraestructura de TI con las tecnologías que se aplica en salud digital ya que estas, se deben complementar entre sí para los procesos como almacenamiento de datos, acceso a los datos desde cualquier momento y facilidad para análisis de datos. Además, el recurso humano resulta muy importante, porque para que funcionen las

tecnologías y sean adoptados de forma óptima todas las personas que hacen parte del hospital digital deben entender y capacitarse en todo el entorno tecnológico. Luego de que la infraestructura, las tecnologías y el recurso humano este bien estructurados, se evalúan los requerimientos en busca de la certificación del modelo EMRAM con el fin de garantizar que los procesos de la institución sean más sólidos y se apliquen de la mejor forma en cuanto a digitalización.

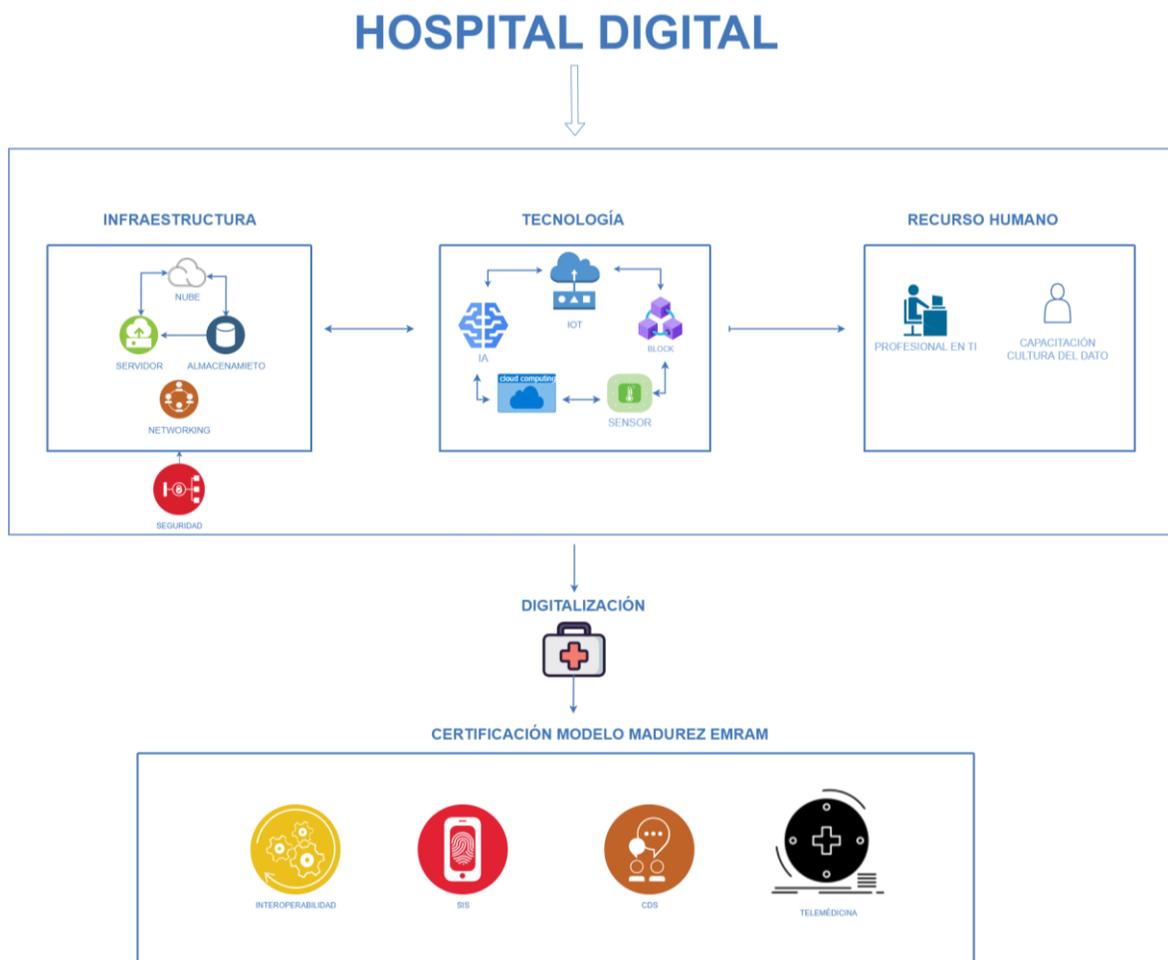


Fig 11. Esquema conceptual de las principales líneas de desarrollo de un Hospital Digital.

F. Validar con expertos la pertinencia de los requerimientos establecidos.

Para la validación se logró obtener una entrevista con el líder de gerencia en tecnologías de la información de un hospital acreditado del país, que cuenta con mas de 18 años de experiencia en el sector de la salud.

La entrevista logró conducir los requerimientos obtenidos a que sea más asertivas hacia la actualidad respecto a tecnologías digitales.

En primera instancia se evaluó cuales son las líneas con mayores impactos potenciales en un hospital digital, el entrevistado concluyo que, aunque infraestructura y tecnología eran importantes, eran líneas que basadas en una buena estructura no presentaba dificultado de desarrollo, sin embargo, una de las mayores limitantes es la cultura respecto al cambio que generan las nuevas tecnologías para el personal de la salud. Dado que, Muchas personas que se encuentran involucradas presentan resistencia al cambio. Por lo tanto, se debe hacer una estrategia para incentivar al uso de las nuevas tecnologías dentro de la institución.

Luego, se validó si se consideraba que el esquema general cumplía con las líneas básicas de las áreas que se deben desarrollar para considerarse un Hospital digital:

- En primer lugar, habló de que se debe partir de una infraestructura física que es lo que hoy consideramos un hospital tradicional, teniendo en cuenta esto, valida que el esquema cumple con las principales líneas para trabajar y trascender de hospital tradicional a un hospital digital, considera que el modelo EMRAM, es uno de los modelos de madurez mas completo para evaluar y certificarse en cuanto a todos los temas de transformación digital y ratifica que no solo se considera hospital digital si cumple con la certificación sino que este, debe estar apalancado con la principales tecnologías digitales y la infraestructura TI.

Este estudio tiene algunas limitaciones que se pueden considerar en futuras líneas de investigación, dado que el principal objetivo de este estudio era validar si las líneas de desarrollo planteadas cumplían con los requerimientos fundamentales de un hospital digital desde un punto de vista macro (Infraestructura TI, Tecnología, Recursos humanos y digitalización) y no se profundizo en cada una de ellas.

VIII. DISCUSIÓN

La información encontrada de algunos referentes en relación con los modelos e implementaciones dentro de los hospitales digitales indicó que el título de HD no se define mediante una resolución si no que es autodenominado, por lo cual no existe una estructura precisa que lo defina. Sin embargo, mediante los datos encontrados se presenta una adopción del modelo de madurez EMRAM masiva en cuanto a temas de transformación digital en salud, dado que se relaciona directamente con la estructura organizacional tradicional de las instituciones, con los SIS de información, permitiendo evaluar las implementaciones de todos los registros médicos electrónicos y el nivel de adopción de tecnología con un enfoque de una atención basa en datos a través de tecnología.

Estos resultados llevaron a que se debía profundizar y llevarse al contexto demográfico, donde se validó que el modelo de madurez si es referente en hospitales acreditados del país y además que las principales barreras de adopción son el factor económico y la cultura del dato, Cabe resaltar que hubo dificultad en encontrar el personal de TI por lo cual la encuesta pudo haber arrojado resultados sesgados.

Teniendo en cuenta que el modelo es un potente indicador digitalización en salud, podría ser considerado en primera instancia como requerimiento mínimo para la construcción de un hospital digital, en conjunto con la infraestructura de TI, y las tecnologías aplicadas a la salud digital.

IX. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió evaluar un panorama actual de los sistemas de salud en cuanto a transformación digital, analizando la implementación de sistemas de información que logran mejorar la eficiencia y calidad de los centros de salud; mayor atención de pacientes, tratamientos oportunos, detección temprana de enfermedades, minimizar errores de diagnóstico, medicación y reducción de costos.

Como se mencionó anteriormente alcanzar el máximo nivel del modelo de HIMSS no significa convertirse en un Hospital digital, más sin embargo puede considerarse como punto de partida para la construcción de este, pues abarca toda la estructura tradicional del sistema de salud e implementa tecnología en cada una de ellas.

Aún faltan muchas cosas por desarrollar e implementar, pero con los resultados obtenidos se define un punto de partida para el desarrollo y mejoramiento de aplicaciones de tecnología enfocadas a los requerimientos mínimos basados en el modelo.

Un HD debe ir más allá que el modelo EMRAM, debe llegar a la construcción de una medicina híbrida que integre la inteligencia artificial con infraestructura, además de que se tenga en cuenta el mejoramiento de la accesibilidad para sectores remotos, salud enfocada en la prevención temprana mediante el análisis de datos, automatización de procesos que permitan al personal médico mayor interacción con el paciente desde una perspectiva más humana.

X. REFERENCIAS

- [1] “¿Cómo define la OMS la salud?” <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions> (accessed Apr. 01, 2021).
- [2] “What is the WHO definition of health?,” 2010. <https://www.who.int/about/who-we-are/frequently-asked-questions> (accessed Oct. 01, 2021).
- [3] “ESTRATEGIA MUNDIAL SOBRE SALUD DIGITAL _ 1 ESTRATEGIA MUNDIAL SOBRE SALUD DIGITAL _ 1 ESTRATEGIA MUNDIAL SOBRE SALUD DIGITAL _ ESTRATEGIA MUNDIAL SOBRE SALUD DIGITAL Índice,” Accessed: Oct. 01, 2021. [Online]. Available: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=56-directing-council-spanish-.
- [4] A. Elsts *et al.*, “Enabling Healthcare in Smart Homes: The SPHERE IoT Network Infrastructure,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 56, no. 12, pp. 164–170, 2018, doi: 10.1109/MCOM.2017.1700791.
- [5] R. Agarwal, G. G. Gao, C. DesRoches, and A. K. Jha, “The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead,” *Inf. Syst. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 796–809, 2010, doi: 10.1287/isre.1100.0327.
- [6] C. Gonzalez, N. Mazo, J. Santamaría, and O. Romero, “Un reto para la implementación en hospitales de baja complejidad,” vol. 7, pp. 1–25, 2012.
- [7] “Atención primaria de salud.” <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care> (accessed Oct. 01, 2021).
- [8] L. Dan Serbanati, “Health digital state and Smart EHR systems,” *Informatics Med. Unlocked*, vol. 21, p. 100494, 2020, doi: 10.1016/j.imu.2020.100494.
- [9] “Pandemia aceleró uso de la telesalud y se lograron más de 100 millones de citas virtuales”. Diario La República. <https://www.larepublica.co/especiales/la-salud-despues-del-covid/la-pandemia-acelero-el-uso-de-la-telemedicina-3175267> (accedido el 6 de abril de 2022).
- [10] “Herramientas tecnológicas para fortalecer la infraestructura hospitalaria post COVID 19”. El Hospital. <https://www.elhospital.com/temas/Herramientas-tecnologicas-para-19>.

fortalecer-la-infraestructura-hospitalaria-post-COVID-19+136299

- [11] “Informe sobre la salud en el mundo,” Accessed: Oct. 01, 2021. [Online]. Available: <http://edeltripp.daportfolio.com>.
- [12] “Seguridad del paciente.” <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/patient-safety> (accessed Oct. 01, 2021).
- [13] K. LT, C. JM, and D. MS, “To Err is Human: Building a Safer Health System,” Mar. 2000, doi: 10.17226/9728.
- [14] I. of M. (US) C. on Q. of H. C. in America, L. T. Kohn, J. M. Corrigan, and M. S. Donaldson, “Errors in Health Care: A Leading Cause of Death and Injury,” 2000, Accessed: Oct. 01, 2021. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK225187/>.
- [15] R. Agarwal, G. Gao, C. DesRoches, and A. K. Jha, “The Digital Transformation of Healthcare: Current Status and the Road Ahead,” *Inf. Syst. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 796–809, 2010, doi: 10.1287/isre.1100.0327.
- [16] “The digital hospital of the 21th century, and information systems management. Clinical Engineering Handbook, 530–542 | 10.1016/B978-0-12-813467-2.00081-X.” [/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012813467200081X](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012813467200081X) (accessed Oct. 01, 2021).
- [17] “Plan de Transformación Digital PDT 2020-2022 Ministerio de Salud y Protección Social Bogotá, Diciembre 7 de 2020.”
- [18] “Informática Médica: Sistemas de Información y Estándares en Salud: Modelo de Aplicación.” https://www.researchgate.net/publication/275648748_Informatica_Medica_Sistemas_de_Informacion_y_Estandares_en_Salud_Modelo_de_Aplicacion (accessed Oct. 01, 2021).
- [19] S. F. Farid, “Conceptual Framework of the Impact of Health Technology on Healthcare System,” *Front. Pharmacol.*, vol. 10, no. JULY, 2019, doi:

10.3389/FPHAR.2019.00933.

- [20] E. Mbunge, B. Muchemwa y S. Jiyane, "Sensors and healthcare 5.0: transformative shift in virtual care through emerging digital health technologies", *Global Health Journal*, 2021.
- [21] D. V. Gunasekeran, Y.-C. Tham, D. Ting y G. Tan, "Digital health during COVID-19: lessons from operationalising new models of care in ophthalmology", *Lancet Digit Health*, 2021.
- [22] R. Eden, "Synthesizing Dimensions of Digital Maturity in Hospitals: Systematic Review", *journal of medical internet research*, 2022.
- [23] [1]J. CHENa, Y. WANGb y F. MAGRABI, "Downtime in Digital Hospitals: An Analysis of Patterns and Causes Over 33 Months", IOS Press, 2017.
- [24]Manuela WEBER, A. GRIESSBACH y R. GROSSMAN, "A FHIR-Based eConsent App for the Digital Hospital", IOS Press, p. 7, 2020.
- [25] D. Whicher y T. Rapp, "The Value of Artificial Intelligence for Healthcare Decision Making—Lessons Learned", *Science direct*, 2022.
- [26] "Maturity Models". HIMSS. <https://www.himss.org/what-we-do-solutions/digital-health-transformation/maturity-models>"La plataforma OnBase. (s. f.). OnBase | Enterprise Information Platform". <https://www.onbase.com/es-MX/producto/plataforma-onbase>.
- [27] “EMRAM: ESTATUS, CASOS ACTUALES y LOS NUEVOS ESTÁNDARES.”
- [28] G. Gopal, C. Suter-Crazzolara, L. Toldo, and W. Eberhardt, “Digital transformation in healthcare - Architectures of present and future information technologies,” *Clin. Chem. Lab. Med.*, vol. 57, no. 3, pp. 328–335, 2019, doi: 10.1515/cclm-2018-0658.
- [29] “Colombia estrena ‘blockchain’ para aparatos médicos | Economía | Portafolio.” <https://www.portafolio.co/economia/colombia-estrena-blockchain-para-aparatos-medicos-541689> (accessed Oct. 01, 2021).

- [30] “Tecnología de la Fundación Cardioinfantil, en Colombia.”
<https://www.catalogodelasalud.com/temas/La-tecnologia,-una-aliada-para-alcanzar-la-excelencia-clinica-en-la-Fundacion-Cardioinfantil+129046> (accessed Oct. 01, 2021).
- [31] “PatientKeeper EHR Optimization Software for Physician Workflow.”
<https://www.patientkeeper.com/> (accessed Oct. 01, 2021).
- [32] “Clinical Decision Support Software | Infera CDS | Inferscience.”
<https://www.inferscience.com/about-infera/> (accessed Oct. 01, 2021).
- [33] “Innovando en la salud significativamente | Philips Cuidado de la Salud.”
<https://www.philips.com.co/healthcare> (accessed Oct. 01, 2021).
- [34] Hospital's Organizational Structure and Departments | Free Essay Example. (s. f.). StudyCorgi.com. <https://studycorgi.com/hospitals-organizational-structure-and-departments/>.
- [35] "Telederma Hospital Universitario Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta ESE". (s. f.). Telederma | Telemedicina en Dermatología.
<https://telederma.gov.co/landing/home/home>.
- [36] "PACSGear Connectivity | Integrate Medical Content | Hyland. (s. f.). Hyland Software | Content Services | Enterprise Content Management".
<https://www.hyland.com/en/healthcare/enterprise-imaging/pacsgear>.
- [37] "La plataforma OnBase. (s. f.). OnBase | Enterprise Information Platform".
<https://www.onbase.com/es-MX/producto/plataforma-onbase>.

