Digital Maturity Index for Primary Healthcare Facilities in Honduras

Lilian Sosa[1]; Lupe Carolina Espinoza[2]; Dely Ramírez[3]

[1] Instituto de Investigaciones en Microbiología (IIM), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, 11101, Honduras. liliansosa2012@gmail.com. https://orcid.org/0000-0001-8148-9482

[2] Departamento de Química, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Loja 110107, Ecuador. lcespinoza@utpl.edu.ec https://orcid.org/0000-0003-1486-5622

[3] Instituto de Investigaciones en Ciencias Tecnológicas y Aplicadas (IICAT), Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, 11101, Honduras. Dely.ramirez@unah.edu.hn . https://orcid.org/0000-0003-1151-1191

Abstract– A Minimum Digital Maturity Index (IMDM) was built and applied for first-level health centers in Honduras, aimed at measuring basic enabling conditions for digital health, health planning, and territorial prioritization. A secondary descriptive analysis was performed on aggregate data from the Salud Mesoamérica Honduras Health Facility Survey (2015 baseline), the World Development Indicators series available in FRED, and data from the World Bank. The IMDM integrated two observable components: functional electricity and internet access, normalized on a scale of 0 to 100 and weighted equally. The index was intended as a minimum measure of digital readiness, not a comprehensive assessment of digital maturity. Its validation was conceptual and traceable through alignment with international frameworks for digital health, digital readiness, interoperability, and maturity models. Robustness was explored through sensitivity analyses using alternative weightings and comparisons with internet use in Honduras, across Latin America, and within the OECD. Ninety facilities were analyzed, including 65 first-level outpatient clinics. These had 89.2% functional electricity, 1.5% internet access, and an IMDM of 45.4/100. Maternal and child clinics reached 60.0/100 and hospitals 90.0/100. Although the population's internet use in Honduras increased from 45.2% in 2020 to 58.6% in 2024, no recent, comparable public data on first-level institutional connectivity are available, and the historical baseline showed a marked lag. The results indicate that the critical gap for healthcare digitalization lies mainly in institutional connectivity, rather than in basic electrification.

Keywords: digital maturity; primary health care; Honduras; digital health.

Índice de madurez digital para establecimientos de salud de primer nivel en Honduras

Lilian Sosa[1]; Lupe Carolina Espinoza[2]; Dely Ramírez[3]

[1] Instituto de Investigaciones en Microbiología (IIM), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, 11101, Honduras. liliansosa2012@gmail.com. https://orcid.org/0000-0001-8148-9482

[2] Departamento de Química, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Loja 110107, Ecuador. lcespinoza@utpl.edu.ec https://orcid.org/0000-0003-1486-5622

[3] Instituto de Investigaciones en Ciencias Tecnológicas y Aplicadas (IICAT), Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa, 11101, Honduras. Dely.ramirez@unah.edu.hn . https://orcid.org/0000-0003-1151-1191

Resumen – Se construyó y aplicó un Índice de Madurez Digital Mínima (IMDM) para centros de salud de primer nivel en Honduras, orientado a medir condiciones habilitadoras básicas para la salud digital, la planificación sanitaria y la priorización territorial. Se realizó un análisis secundario descriptivo de datos agregados provenientes de la encuesta de establecimientos de salud de la Iniciativa Salud Mesoamérica en Honduras (línea de base, 2015), de la serie de Indicadores de Desarrollo Mundial disponible en FRED y de datos del Banco Mundial. El IMDM integró dos componentes observables: electricidad funcional y acceso a internet, normalizados en una escala de 0 a 100 y ponderados por igual. El índice fue concebido como una medida mínima de preparación digital, no como una evaluación integral de la madurez digital. Su validación fue conceptual y trazable mediante la alineación con marcos internacionales de salud digital, de preparación digital, de interoperabilidad y de modelos de madurez. La robustez se exploró mediante análisis de sensibilidad con ponderaciones alternativas y comparaciones con el uso de internet en Honduras, en América Latina y en la OCDE. Se analizaron 90 centros, de los cuales 65 eran centros de atención ambulatoria de primer nivel. Estos presentaron un 89.2% de electricidad funcional, un 1.5% de acceso a internet y un IMDM de 45.4/100. Las clínicas materno-infantiles alcanzaron 60.0/100 y los hospitales 90.0/100. Aunque el uso poblacional de internet en Honduras aumentó del 45.2% en 2020 al 58.6% en 2024, no se dispone de datos públicos recientes y comparables sobre la conectividad institucional del primer nivel, cuya línea de base mostró un rezago marcado. Los resultados indican que la brecha crítica para la digitalización sanitaria radica principalmente en la conectividad institucional, más que en la electrificación básica.

Palabras clave: madurez digital; atención primaria de salud; Honduras; salud digital.

I. Introducción

La transformación digital del sector salud se ha convertido en un componente crítico del desarrollo sanitario, de la calidad asistencial y de la resiliencia institucional [1], [2]. Sin embargo, medir la madurez digital no equivale a contabilizar computadoras, licencias de software o proyectos aislados [1]-[3]. Un sistema de salud digitalmente maduro combina infraestructura confiable, conectividad, gobernanza, interoperabilidad, seguridad, capacidades humanas y el uso pertinente de los datos para mejorar las decisiones clínicas y administrativas [2]. En establecimientos de primer nivel, estas condiciones son especialmente relevantes porque allí se concentran la prevención, el seguimiento longitudinal, la vigilancia comunitaria y el contacto inicial de la población con el sistema de salud [4].

La literatura internacional sostiene que las estrategias de salud digital deben integrar recursos financieros, organizacionales, humanos y tecnológicos, y no limitarse a la adopción de plataformas [5]. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) plantea, además, que la transformación digital del sector salud debe avanzar con conectividad universal, bienes públicos digitales, interoperabilidad, inclusión y protección de los derechos [6]. En el mismo sentido, la clasificación de intervenciones digitales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) provee un lenguaje común para clasificar aplicaciones, servicios y capacidades digitales en salud, pero su implementación presupone condiciones mínimas de energía, conectividad y gestión de datos [7].

Para los países de ingresos medios, el problema no es solo tecnológico. La brecha digital también es una brecha de desarrollo. El Banco Mundial (BM) advierte que el progreso digital global sigue siendo desigual y que la adopción de tecnologías digitales depende tanto de la conectividad como de las instituciones, las capacidades y los ecosistemas de innovación [8]. En salud, esta desigualdad puede traducirse en establecimientos que figuran en una estrategia nacional de digitalización, pero que operan sin conectividad suficiente para sostener teleconsulta, expediente clínico electrónico, referencia digital, vigilancia en línea o herramientas de inteligencia artificial clínica [4], [8].

Honduras es un caso pertinente para el análisis porque combina avances poblacionales en conectividad con brechas institucionales poco documentadas en el primer nivel de atención. Los indicadores nacionales de Internet, telefonía móvil y servidores seguros han mejorado en la última década [9]-[11], pero estos avances no demuestran que los establecimientos de salud estén preparados para prestar servicios digitales. La disponibilidad poblacional de Internet y la conectividad de un centro de salud son fenómenos relacionados, aunque analíticamente distintos. Por ello, un índice de madurez digital aplicado al primer nivel debe comenzar con variables verificables a escala institucional [1], [3], [12].

La medición de la madurez digital es relevante porque permite convertir diagnósticos generales sobre la

transformación digital en decisiones operativas [1]-[3]. Sin embargo, en contextos con datos institucionales digitales limitados, las evaluaciones exhaustivas de la madurez suelen resultar inviables. Por este motivo, el presente estudio adopta un enfoque mínimo habilitador centrado en las condiciones operativas observables necesarias para mantener las funciones básicas de la salud digital.

En salud, esta medición puede orientar la priorización de inversiones, la secuenciación de proyectos, la selección de establecimientos piloto y la identificación de riesgos de implementación [1], [2]. Un índice aplicado al primer nivel no debe asumir que todos los establecimientos están listos para la historia clínica electrónica, la telemedicina o la inteligencia artificial. Debe comenzar por verificar las condiciones habilitantes mínimas, ya que la falta de conectividad institucional puede impedir incluso intervenciones de bajo costo, como tableros de vigilancia, referencias digitales, mensajería clínica segura o capacitación remota [4], [7].

A pesar de la relevancia de estas condiciones habilitantes, en Honduras existe una disponibilidad limitada de datos públicos y verificables para caracterizar la preparación digital de los establecimientos de atención primaria. Este vacío dificulta el establecimiento de líneas de base institucionales reproducibles para identificar brechas básicas de infraestructura y conectividad. En este contexto, la pregunta de investigación es: ¿en qué medida puede construirse y aplicarse, a partir de datos institucionales públicos y verificables, un índice mínimo y reproducible para caracterizar las condiciones habilitantes básicas de la digitalización en establecimientos de atención primaria en Honduras?

Este artículo propone un Índice de Madurez Digital Mínima (IMDM) para los centros de atención primaria de salud en Honduras. En este estudio, el término "madurez digital mínima" se utiliza en un sentido restringido para referirse al umbral básico de preparación de la infraestructura necesario para habilitar procesos digitales. Por consiguiente, el IMDM no operacionaliza en su totalidad el constructo multidimensional de madurez digital, sino que se centra en dos condiciones habilitadoras observables: la continuidad del suministro eléctrico y la conectividad institucional.

El estudio no pretende elaborar un modelo nacional integral de madurez digital, sino proponer una línea base mínima y reproducible de preparación digital institucional, fundamentada en datos abiertos y verificables [12]. Su contribución metodológica radica en la operacionalización de dichas condiciones habilitadoras mediante un índice sencillo, transparente y reproducible. La aplicación empírica del índice permite identificar brechas básicas de infraestructura y conectividad en las instituciones analizadas, así como trazar una ruta progresiva para fortalecer las capacidades digitales. Las etapas posteriores —tales como la interoperabilidad, la analítica avanzada o la inteligencia artificial— requieren dimensiones adicionales relativas a los datos, la gobernanza, la seguridad y las capacidades institucionales que no son evaluadas por el IMDM [4], [6], [7].

II. Aspectos teóricos

La transformación digital en salud se entiende como un proceso de cambio organizacional apoyado por tecnologías digitales, pero orientado a rediseñar servicios, flujos de información, decisiones y modelos de gobernanza [5], [13]. En esta lógica, una institución no alcanza la madurez digital simplemente por digitalizar formularios [1], [2]. La madurez implica una capacidad sostenida para capturar datos confiables, integrarlos, protegerlos, utilizarlos para la toma de decisiones y aprender de ellos [1]-[3]. Esta interpretación coincide con los enfoques de transformación digital que priorizan la estrategia, las capacidades y el rediseño institucional frente a la adopción tecnológica aislada [2], [5], [13].

Los modelos de madurez digital suelen organizarse en niveles progresivos [14], [15]. En un extremo se encuentran organizaciones desconectadas o con procesos manuales. En niveles intermedios aparecen la digitalización básica, la conectividad, los estándares, la interoperabilidad y los tableros de gestión [1], [3]. En niveles superiores se incorporan la analítica avanzada, la automatización, la inteligencia artificial, la gobernanza de datos y la mejora continua [2], [4], [7]. Este tipo de estructura proviene de la tradición de los modelos de madurez para la gestión de tecnologías de la información y ha sido adaptada al gobierno digital, a la salud digital y a la transformación institucional [14]-[16].

El concepto de preparación digital nacional, frecuentemente asociado a e-readiness o preparación electrónica, evalúa condiciones macro como la infraestructura de telecomunicaciones, las capacidades humanas, la regulación, los servicios digitales y el entorno institucional [8], [16], [17]. Aunque estos indicadores son útiles para comparar países, pueden ocultar desigualdades sectoriales o territoriales [8], [16]. Un país puede mejorar el uso de Internet por parte de la población sin que sus centros de salud rurales cuenten con conectividad funcional [9]-[12]. Por ello, la medición de la madurez digital en salud requiere descender desde los indicadores nacionales hasta las unidades operativas [1], [3], [4].

En atención primaria, la madurez digital tiene una arquitectura mínima [4]. La primera capa es la energía y la continuidad operativa. La segunda es la conectividad. La tercera es la disponibilidad de dispositivos, datos y procesos de captura. La cuarta es la interoperabilidad, que permite que los datos circulen entre establecimientos, regiones y sistemas centrales [6], [7]. La quinta corresponde a la analítica y la inteligencia artificial, que solo deben implementarse cuando existen datos de calidad, gobernanza y seguridad [2], [4], [7]. La Figura 1 sintetiza este modelo escalonado y diferencia el umbral mínimo medido en este estudio de umbrales más avanzados que requieren datos primarios actualizados.

Esta organización en capas permite delimitar el alcance teórico del estudio: no se evalúa una madurez digital nacional completa, sino un umbral mínimo de preparación digital institucional orientado al primer nivel [1], [3], [4]. Por ello, los conceptos de transformación digital, e-readiness y madurez se ordenan de lo general a lo operativo. La transformación digital

define el horizonte estratégico [5], [13]; la preparación digital describe las condiciones habilitantes de país [8], [16], [17]; y el índice propuesto traduce esas condiciones en una unidad de análisis concreta: el establecimiento de salud [4], [12].

III. Materiales y Métodos

Se realizó un análisis descriptivo secundario de datos abiertos agregados [18], [19]. El diseño fue seleccionado porque el objetivo es establecer una medición inicial con variables institucionales verificables [18], [19]. La unidad de análisis fue el tipo de establecimiento de salud. La unidad sustantiva de interés fue el primer nivel ambulatorio, compuesto por los Centros de Salud Rural (CESAR) y los Centros de Salud con Médico y Odontólogo (CESAMO) dentro de la fuente institucional analizada [18].



Fig. 1 Modelo conceptual de madurez digital para establecimientos de salud de primer nivel. El modelo ordena las dimensiones desde las condiciones habilitantes hasta el uso responsable de la inteligencia artificial.

Las fuentes principales fueron el conjunto de datos de línea base (Baseline) de Salud Mesoamérica Honduras: Health Facility Survey 2015 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el informe técnico público asociado de la Iniciativa Salud Mesoamérica [18], [20]. Dado su carácter histórico, esta fuente se utilizó como línea de base para desarrollar y demostrar la aplicación del IMDM, en lugar de servir como estimación del estado actual de madurez digital de los establecimientos de salud en Honduras. Su selección se basó en la disponibilidad de variables institucionales verificables y reproducibles, necesarias para operacionalizar los componentes mínimos del índice.

La fuente reporta 90 establecimientos encuestados, de los cuales 34 correspondieron a CESAR, 31 a CESAMO, 15 a Clínicas Materno Infantiles (CMI) y 10 a hospitales [18]. Para este estudio se extrajeron cuatro variables: tipo de establecimiento, número de establecimientos, electricidad funcional y acceso a internet [18]. La fecha de la consulta documental fue el 9 de mayo de 2026. Si bien el conjunto de datos institucionales corresponde a 2015, sigue siendo una de las pocas fuentes públicas y verificables que informan sobre variables de conectividad operativa de los centros de salud en Honduras. La encuesta se levantó en los municipios priorizados por la Iniciativa Salud Mesoamérica, donde se concentra la población más pobre [20]; por ello, la muestra no es representativa del conjunto nacional de establecimientos.

Las fuentes complementarias fueron series de los World Development Indicators disponibles en FRED y en World Bank Data: usuarios de Internet por cada 100 personas, suscripciones móviles por cada 100 personas y servidores seguros de Internet por millón de personas [9]–[11], [21]–[23]. Estas variables no fueron incorporadas al índice institucional porque describen el entorno nacional, no la capacidad operativa de cada establecimiento [19]. Los indicadores de referencia se utilizaron exclusivamente como referencias macrocontextuales y no como medidas equivalentes del desempeño institucional. Se utilizaron para interpretar si la brecha observada en el primer nivel reflejaba una desconexión institucional específica frente a un entorno poblacional más conectado [8]–[11], [21]–[23].

Se incluyeron fuentes abiertas, públicas y verificables, relacionadas con establecimientos de salud, la conectividad o la infraestructura digital [18], [21]–[23]. Se descartaron fuentes que no reportaban variables digitales institucionales, fuentes exclusivamente geoespaciales sin conectividad, archivos que exigían autenticación no disponible o bases de datos que servían para dimensionar el sistema de salud, pero no para medir la madurez digital. La Tabla II resume las fuentes consideradas y la decisión metodológica correspondiente.

La construcción del IMDM siguió un enfoque de medición mínima habilitante [4], [19]. El IMDM se concibió como un índice mínimo habilitador y no como una evaluación integral de la madurez digital. Las variables se seleccionaron según criterios de relevancia operativa, disponibilidad pública, reproducibilidad y verificabilidad institucional. En consecuencia, el índice representa las condiciones mínimas necesarias para respaldar procesos básicos de salud digital, como el intercambio de información, la comunicación remota, la notificación de vigilancia y la interoperabilidad futura.

Se definieron dos componentes observables: electricidad funcional, como proxy de la continuidad operativa, y acceso a internet, como proxy de la conectividad digital [4], [18].

La selección de estas dos dimensiones no implica que la electricidad y la conectividad sean suficientes para caracterizar integralmente la madurez digital; representan únicamente el umbral habilitante observable a partir de las variables institucionales disponibles en la fuente analizada.

El IMDM se calculó mediante la ecuación (1):

$$\text{IMDM} = 0.50 \times \text{electricidad funcional} + 0.50 \times \text{acceso a internet.} \quad (1)$$

Como ambos componentes se expresan en porcentaje de establecimientos, el IMDM varía entre 0 y 100; su definición operacional se presenta en la Tabla I.

TABLA I
COMPONENTES DEL IMDM

Componente	Definición operacional	Escala	Rol conceptual	Fuente
Electricidad funcional	Porcentaje de establecimientos con electricidad funcional	0-100	Continuidad operacional	BID
Acceso a Internet	Porcentaje de establecimientos con acceso institucional a internet	0-100	Conectividad digital mínima	BID

No se utilizó el proceso jerárquico analítico (AHP) porque no se disponía de datos de comparaciones pareadas ni de juicios formales de expertos recolectados para esta investigación [24]. La ponderación igual se eligió por transparencia, parsimonia y reproducibilidad [19]. Para responder al riesgo de arbitrariedad en las ponderaciones, se realizó un análisis de sensibilidad con dos escenarios alternativos: energía 60% e internet 40%, y energía 40% e internet 60% [19].

La validación del instrumento fue conceptual y de trazabilidad [19]. La validez de contenido se estableció mediante la correspondencia entre los componentes del índice y las condiciones habilitantes reconocidas en marcos internacionales de salud digital: infraestructura, conectividad, datos, interoperabilidad y gobernanza [4]–[7]. La validez operativa se estableció al verificar que cada componente derivara de una variable explícita de la fuente institucional [18]. No se afirma la validación externa, predictiva ni psicométrica. La aplicación futura del índice debe complementarse con Delphi, AHP, un piloto de campo y la medición directa de dimensiones no disponibles en la fuente abierta, como el expediente clínico electrónico, la ciberseguridad, el ancho de banda, los dispositivos, la capacitación y el uso real de los sistemas [24], [25].

No se aplicó una encuesta primaria ni un panel formal de expertos, ya que el propósito de esta versión fue aprovechar los datos abiertos existentes sin introducir mediciones no verificables [18], [19]. La validación se limitó a la consistencia conceptual, la trazabilidad de las variables, la reproducibilidad computacional y la sensibilidad de las ponderaciones [19]. Esta decisión metodológica reduce el alcance del instrumento, pero aumenta su auditabilidad. Una validación posterior debería incorporar el juicio de expertos mediante el método Delphi o el AHP, una prueba piloto en regiones sanitarias y un contraste con variables de uso real de los sistemas de información [24], [25].

La limpieza consistió en normalizar las categorías de establecimientos, consolidar CESAR y CESAMO en el primer nivel ambulatorio, convertir los porcentajes a escala numérica, calcular estimaciones del número de establecimientos con internet a partir de n por porcentaje y obtener el total ponderado por el número de establecimientos [18], [19]. El análisis incluyó estadísticas descriptivas, brechas absolutas entre electricidad e internet, índice por grupo, sensibilidad de las ponderaciones y comparación contextual con indicadores macro [9]–[11], [21]-[23]. La Figura 2 resume el flujo metodológico. Dado el reducido tamaño de algunos grupos, la proporción de establecimientos con acceso a internet se acompañó de intervalos de confianza del 95% (IC95%) calculados por el método de Wilson. Todos los valores se derivaron de los porcentajes publicados, redondeados a un decimal. No se analizaron datos individuales ni identificables, por lo que el estudio no requirió consentimiento informado individual ni la aprobación de un comité de ética.

Todos los cálculos se realizaron mediante procedimientos descriptivos reproducibles, que incluyeron la normalización porcentual, la agregación ponderada y el análisis de sensibilidad, en hojas de cálculo.

IV. Resultados

El análisis evidencia una tensión central: el primer nivel de atención presenta una condición energética relativamente favorable, pero una conectividad institucional extremadamente limitada. Esta combinación sugiere que la barrera inmediata para digitalizar los servicios no es únicamente la falta de electricidad, sino también la falta de acceso a internet en los puntos de atención primaria. En términos operativos, un establecimiento con electricidad, pero sin conectividad, puede sostener procesos físicos y algunos registros locales, pero no puede integrarse de forma estable a la teleconsulta, la referencia digital, la vigilancia en línea ni a la analítica clínica conectada.

La muestra institucional incluyó 90 establecimientos. El grupo ambulatorio de primer nivel concentró 65 establecimientos, lo que equivale al 72.2% de la muestra. Dentro de este grupo, 89.2% reportó electricidad funcional, pero solo 1.5% reportó acceso a internet (IC95%: 0.3–8.2%). En valores aproximados, esto equivale a un establecimiento ambulatorio con acceso a internet entre los 65 analizados. La brecha entre la electricidad funcional y el internet fue de 87.7 puntos porcentuales.

TABLA II
FUENTES DE DATOS ABIERTAS CONSIDERADAS

Fuente	Tipo de dato	Variables	Uso	Limitación
BID, Baseline Salud Mesoamerica Honduras: Health Facility Survey 2015 [18]	Encuesta de establecimientos	tipo de establecimiento, infraestructura	Usada	histórica y agregada
Informe técnico Salud Mesoamérica Honduras [20]	Informe público tabulado	n por nivel, electricidad funcional, internet	Usada	No mide expediente electrónico ni seguridad
World Development Indicators en FRED [21]-[23]	Series nacionales	usuarios de Internet, móviles, servidores seguros	Usada como contexto	No mide establecimientos
World Bank Data por regiones [8]-[11]	Indicadores comparativos	Uso poblacional de Internet en LAC	Usada como benchmark	comparación macro no institucional
INE Honduras [12]	Anuario y archivos XLS	establecimientos por región, atenciones	Descartada	sin variables digitales institucionales
Healthsites.io y OpenStreetMap [26], [27]	Georreferenciación	ubicación y atributos básicos	Descartada	No incluye madurez digital



Fig. 2 Flujo metodológico reproducible para la identificación, selección, extracción, limpieza, cálculo e interpretación del IMDM.

El gradiente se estableció según el tipo de establecimiento. Los establecimientos de referencia básica (CMI) presentaron 100.0% de electricidad funcional y 20.0% de acceso a internet (IC95%: 7.0–45.2%), con un IMDM de 60.0. Los hospitales presentaron 100.0% de disponibilidad de electricidad y 80.0% de internet (IC95%: 49.0–94.3%), con un IMDM de 90.0. El total ponderado de la muestra fue de 52.8. Estos resultados muestran que la madurez digital mínima aumenta con la complejidad institucional, mientras que el primer nivel queda rezagado precisamente en aquellos ámbitos donde la digitalización podría generar mayor valor preventivo y territorial.

El análisis contextual muestra que el rezago institucional del primer nivel es mayor que el rezago poblacional del país. Entre 2020 y 2024, Honduras aumentó el uso de Internet en la población de 45.2 a 58.6 usuarios por cada 100 habitantes. En el mismo periodo, las suscripciones móviles se mantuvieron en torno a 70 por cada 100 personas y los servidores seguros por millón de personas aumentaron de 97.3 a 148.8. Aunque estos indicadores no miden establecimientos de salud, muestran que existe un entorno nacional con mayor conectividad que la observada en el primer nivel ambulatorio. Esta contraposición debe leerse con cautela, porque el dato institucional procede de la línea de base de la encuesta y el poblacional de un periodo posterior; la diferencia refleja, por tanto, tanto la distinta unidad de análisis como el desfase temporal entre ambas fuentes.

TABLA III
RESULTADOS INSTITUCIONALES DEL ÍNDICE DE MADUREZ DIGITAL MÍNIMA

Grupo	n	Electricidad funcional (%)	Internet (%)	IMDM 0 - 100	Brecha Energía - Internet (pp)	Con Internet (n)
Primer nivel ambulatorio	65	89.2	1.5	45.4	87.7	1
Referencia básica (CMI)	15	100.0	20.0	60.0	80.0	3
Referencia hospitalaria	10	100.0	80.0	90.0	20.0	8
Total ponderado	90	92.2	13.3	52.8	78.9	12

Nota: pp = puntos porcentuales.

La comparación contextual entre indicadores institucionales y poblacionales debe interpretarse con cautela y no como una comparación directa de desempeño, ya que corresponden a unidades de análisis distintas.

No se identificó una fuente abierta comparable que, para América Latina u OCDE, mida el acceso a internet de los establecimientos de salud de primer nivel con la misma unidad de análisis. Por esa razón, la comparación se realizó con indicadores macro de uso poblacional de Internet, únicamente como contexto. En 2024, Honduras alcanzó 58.6%; América Latina y el Caribe reportó 84.0%; y la última serie de FRED disponible para los miembros de la OCDE reportó 89.8% en 2022. Frente a esos valores macro, el 1.5% de conectividad institucional del primer nivel hondureño evidencia una brecha operativa que no puede inferirse a partir de indicadores poblacionales generales.

TABLA IV
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL IMDM SEGÚN PONDERACIÓN DE DIMENSIONES

Grupo	IMDM 50/50	Energía 60 e Internet 40	Energía 40 e Internet 60
Primer nivel ambulatorio	45.4	54.1	36.6
Referencia básica (CMI)	60.0	68.0	52.0
Referencia hospitalaria	90.0	92.0	88.0
Total ponderado	52.8	60.6	44.9

Nota: La sensibilidad no cambia la conclusión sustantiva: el primer nivel mantiene el puntaje más bajo en todos los escenarios. Valores calculados a partir de los porcentajes publicados, redondeados a un decimal.

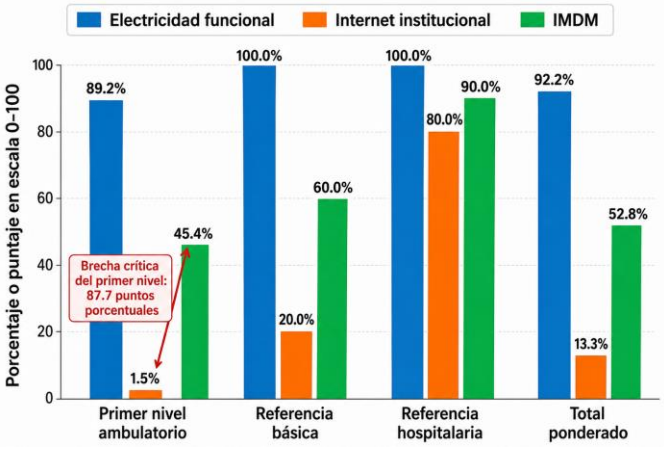


Fig. 3 Electricidad funcional, acceso a internet e IMDM por tipo de establecimiento. La figura muestra que la brecha crítica del primer nivel es la conectividad, no la electricidad. IMDM = Índice de Madurez Digital Mínima.

TABLA V
COMPARACIÓN CONTEXTUAL DESCRIPTIVA ENTRE CONECTIVIDAD INSTITUCIONAL DEL PRIMER NIVEL Y USO POBLACIONAL DE INTERNET

Indicador	Ámbito	Año	Valor (%)	Interpretación
Internet institucional	Primer nivel ambulatorio de Honduras	2013/2015	1.5	Capacidad operativa mínima en establecimientos
Uso poblacional de Internet	Honduras	2024	58.6	Entorno nacional de conectividad
Uso poblacional de Internet	América Latina y el Caribe	2024	84.0	Referencia macro regional
Uso poblacional de Internet	Miembros OCDE	2022	89.8	Referencia macro de países de altos ingresos y miembros OCDE

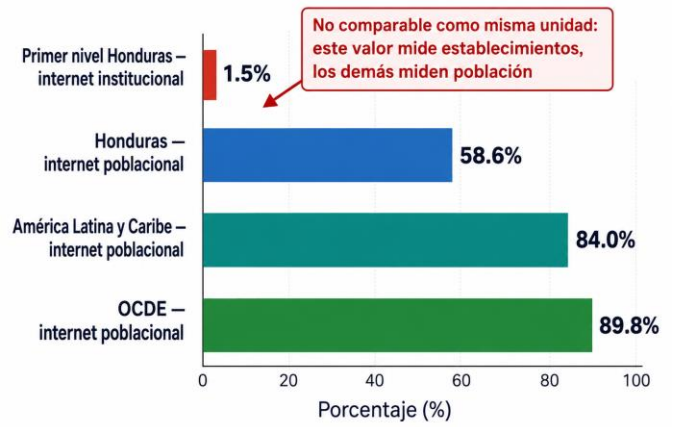


Fig. 4 Brecha entre la conectividad institucional del primer nivel y el uso de Internet por parte de la población en Honduras, América Latina y los miembros de la OCDE. Los comparadores regionales y de la OCDE son macroindicadores de contexto, no mediciones institucionales.

V. Discusión

Los resultados sugieren que en la línea de base analizada, el primer nivel hondureño presentaba una brecha de madurez digital mínima que difícilmente podría resolverse únicamente con políticas generales de transformación digital [5], [6], [8]. La disponibilidad de electricidad funcional en 89.2% de los establecimientos ambulatorios indica una base operativa parcial [18]. Sin embargo, el acceso a internet del 1.5% revela que esa base no se transforma automáticamente en capacidad digital [18]. En la práctica, el primer nivel puede estar físicamente operativo y, al mismo tiempo, permanecer digitalmente aislado [4], [18].

Este hallazgo es coherente con la literatura internacional que advierte que la salud digital requiere una estrategia integrada y no solo de aplicaciones [5]. También se alinea con la perspectiva de la OPS sobre la conectividad universal, los bienes públicos digitales y la interoperabilidad abierta en salud [6]. El caso hondureño muestra que la conectividad universal del sector salud debe medirse en términos de unidades operativas, no solo por la penetración nacional de Internet [4], [18]. Si la conectividad se evalúa únicamente a escala poblacional, el diagnóstico puede sobreestimar la preparación real de los servicios de primer contacto [8]–[11], [21]–[23].

La brecha entre establecimientos ambulatorios, básicos y hospitalarios tiene implicaciones en materia de equidad [4], [6]. Los establecimientos hospitalarios suelen concentrar recursos, personal especializado e infraestructura. El primer nivel, en cambio, es el punto de entrada al sistema y el espacio más cercano a las comunidades rurales o vulnerables [4]. Si la digitalización se concentra en los hospitales, las innovaciones basadas en datos pueden ampliar las desigualdades territoriales [6], [8]. Para evitarlo, una política de madurez digital debe priorizar la conectividad, el soporte técnico y la capacitación en establecimientos de primer nivel antes de escalar el uso de herramientas sofisticadas [4]–[7].

El análisis de sensibilidad fortalece la interpretación [19]. Incluso si se otorga mayor peso a la electricidad, el primer nivel alcanza 54.1 puntos, valor que se mantiene por debajo de los obtenidos por la referencia básica y la hospitalaria. Si se otorga mayor peso a internet, cae a 36.6. Por tanto, el diagnóstico no depende de una única ponderación [19]. La conectividad es el componente que define la brecha [18]. Esta conclusión se acentúa con una agregación no compensatoria. La suma ponderada permite que una electricidad elevada compense la ausencia casi total de conectividad; con la media geométrica, opción recomendada cuando los componentes no son sustituibles entre sí [19], el IMDM del primer nivel descendería a 11.6, frente a 44.7 en la referencia básica y 89.4 en la hospitalaria. Estos resultados respaldan una secuencia progresiva de fortalecimiento de capacidades: primero, asegurar las condiciones habilitantes básicas; posteriormente, avanzar hacia la digitalización de procesos y la interoperabilidad. La eventual incorporación de analítica avanzada o inteligencia artificial requeriría evaluaciones adicionales de la calidad de los datos, la gobernanza, la seguridad, las capacidades humanas y la infraestructura, dimensiones que no son medidas por el IMDM [4], [6], [7].

Desde la perspectiva de la innovación pública, el IMDM tiene tres usos. Primero, funciona como un instrumento de priorización, ya que permite identificar los grupos con la mayor brecha habilitante [19]. Segundo, sirve como línea de base para monitorear la inversión en conectividad y digitalización [19]. Tercero, ofrece un lenguaje común para vincular la salud pública, las telecomunicaciones, las universidades, la cooperación internacional y los proveedores tecnológicos [5], [6]. Su valor no está en certificar una madurez digital completa, sino en hacer visible el umbral mínimo sin el cual las soluciones avanzadas resultan frágiles [1], [3], [4].

La comparación macro con Honduras, América Latina y la OCDE ofrece una advertencia metodológica. Los indicadores nacionales de uso de Internet pueden mejorar, mientras los establecimientos de salud siguen desconectados [8]–[11], [21]–[23]. La comparación no debe interpretarse como una equivalencia directa entre los indicadores de conectividad a nivel institucional y poblacional, sino más bien como evidencia contextual de una posible desconexión entre el progreso digital nacional y la preparación operativa de los centros de salud. Es plausible que una proporción creciente de la población hondureña acceda a Internet mientras los establecimientos de primer nivel que la atienden carecen de conectividad [9], [18], [21]. Esta asimetría abre una oportunidad para modelos híbridos de salud digital, por ejemplo, aplicaciones móviles comunitarias, teleorientación, referencia digital asincrónica y captura offline con sincronización posterior [4], [7]. No obstante, esas soluciones requieren estándares de datos, de seguridad, de gobernanza y de soporte técnico [4], [6], [7].

Las recomendaciones de política pública derivadas de los resultados son concretas. Honduras debería implementar un censo nacional de madurez digital en establecimientos de primer nivel, utilizando un instrumento ampliado que mida la energía, el internet fijo y móvil, el ancho de banda, la estabilidad de la conexión, los dispositivos, el expediente clínico electrónico, los mecanismos de respaldo, las competencias digitales, los estándares de interoperabilidad y las prácticas de seguridad [4], [7], [19]. En paralelo, debería

priorizar la conectividad institucional en regiones con mayor carga asistencial o mayor vulnerabilidad social, establecer contratos de conectividad con métricas de disponibilidad, crear repositorios de datos interoperables y diseñar pilotos de analítica clínica únicamente en establecimientos que superen umbrales mínimos de calidad de los datos [4]–[7].

La secuenciación sugerida también tiene implicaciones económicas. La conectividad, el soporte técnico y los estándares de datos son inversiones de base que reducen el riesgo de proyectos fallidos [4], [5], [8]. En contraste, adquirir plataformas complejas sin asegurar la conectividad territorial puede generar gasto recurrente, baja adopción y fragmentación tecnológica [1], [2], [5]. La agenda de innovación debería comenzar con metas verificables, por ejemplo, porcentaje de establecimientos ambulatorios conectados, disponibilidad mensual del servicio, número de usuarios capacitados, interoperabilidad mínima y cumplimiento de requisitos de privacidad [4], [6], [7], [19].

La Figura 5 propone una ruta de implementación en cinco fases. La secuencia es deliberada. Las aplicaciones avanzadas de salud digital, incluida la inteligencia artificial, requieren condiciones previas de conectividad, disponibilidad y calidad de los datos, así como de gobernanza y seguridad, que exceden el alcance del IMDM [4], [7]. En cambio, una ruta que comienza con condiciones habilitantes y avanza hacia la interoperabilidad permite construir capacidades acumulativas [4], [6], [7]. En universidades y centros de investigación, este marco también puede orientar proyectos de extensión, de formación en ciencia de datos aplicada a la salud y de colaboración con regiones sanitarias [5], [6].

La simplicidad del IMDM es, a la vez, una fortaleza y una limitación: permite construir una línea de base transparente y reproducible en entornos con pocos datos, pero no abarca las dimensiones avanzadas de la madurez digital. El estudio presenta, además, otras limitaciones. La fuente institucional es histórica y agregada, por lo que no necesariamente refleja la situación de 2026 [18]. La antigüedad del conjunto de datos puede subestimar o sobreestimar parcialmente las condiciones digitales institucionales actuales. Por tanto, los valores obtenidos del IMDM deben interpretarse como una línea de base histórica y como una demostración de la aplicabilidad metodológica del índice, y no como una estimación de la situación actual de los establecimientos de salud de Honduras. Sin embargo, la ausencia de conjuntos de datos abiertos y actualizados sobre la conectividad institucional constituye, en sí misma, un importante desafío de gobernanza y monitoreo, tal como lo identifica este estudio. No se accedió a microdatos ni a mediciones por establecimiento individual [18]. Por esa razón, el índice se calculó sobre proporciones agregadas por tipo de establecimiento, lo que impide saber si los establecimientos con internet son los mismos que disponen de electricidad funcional y describir la distribución del índice entre establecimientos. La muestra se limita a los municipios priorizados por la Iniciativa Salud Mesoamérica, y los grupos de referencia son pequeños (15 y 10 establecimientos), lo que se traduce en intervalos de confianza amplios. El índice no mide dimensiones críticas como el expediente electrónico, la ciberseguridad, la interoperabilidad real, la calidad de los datos, los dispositivos, las competencias digitales o la cultura organizacional [1]–[4]. Además, el benchmark regional y de la OCDE se basó en indicadores agregados sobre el uso de Internet por parte de la población, no en datos institucionales comparables, y corresponde a años posteriores al levantamiento institucional [8]– [11], [21]–[23]. Estas limitaciones no invalidan el hallazgo principal, pero obligan a interpretarlo como una medición mínima y conservadora, no como una certificación integral de la madurez digital [1], [3], [19].

La transferibilidad del IMDM a otros contextos debe considerarse potencial y no automática. Su estructura mínima puede reproducirse en entornos con variables comparables de electricidad funcional y de conectividad institucional; sin embargo, su interpretación y utilidad para la toma de decisiones requieren validación contextual. Su aplicación en otros países, regiones o niveles de atención debería considerar las características del sistema de salud, la disponibilidad y la calidad de los datos y, cuando sea posible, incorporar dimensiones adicionales de madurez digital.

La principal línea futura es validar un instrumento ampliado mediante Delphi o AHP con expertos en salud pública, informática médica, gestión sanitaria, telecomunicaciones y protección de datos [24], [25]. Después, debería aplicarse un piloto en una muestra de establecimientos de diferentes regiones sanitarias [19]-[24], [25]. Con información actualizada, se podrían construir mapas de madurez digital, estimar los costos de cierre de brechas, diseñar modelos de retorno social de la inversión y evaluar el impacto de las intervenciones sobre la oportunidad de referencia, la continuidad de la atención y la vigilancia epidemiológica [4], [6], [19], [26], [27].

Otra línea de investigación consiste en comparar el IMDM con indicadores de producción de servicios, de referencias, de cobertura territorial y de tiempos de atención [4], [19]. Esta integración permitiría evaluar si la madurez digital mínima se asocia con mejoras operativas medibles o si solo refleja disponibilidad tecnológica [1], [3], [19]. Asimismo, una medición longitudinal permitiría distinguir entre establecimientos que avanzan gracias a una inversión sostenida y aquellos que permanecen rezagados por restricciones presupuestarias, geográficas o de gestión [8], [19].



Fig. 5. Ruta aplicada para escalar la madurez digital y la inteligencia artificial responsable en los establecimientos de salud de primer nivel.

VI. Conclusiones

Este estudio propone un índice mínimo y reproducible de madurez digital para establecimientos de salud de primer nivel en Honduras, basado en datos abiertos. A partir de la línea de base institucional histórica analizada, los resultados muestran una amplia brecha entre el servicio eléctrico funcional (89.2%) y el acceso a internet (1.5%), con una puntuación IMDM de 45.4/100 en el nivel de atención primaria ambulatoria. Estas cifras deben interpretarse como una referencia histórica para demostrar la aplicabilidad del índice, y no como una estimación de las condiciones actuales en los establecimientos de salud hondureños. La principal implicación es que la conectividad institucional, y no la electrificación básica, constituía el cuello de botella para la digitalización del primer nivel. Verificar si esta brecha persiste exige datos actualizados, idealmente mediante un censo de madurez digital con un instrumento ampliado, antes de planificar intervenciones de salud digital de mayor complejidad.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo recibido del Instituto de Investigación en Ciencias Médicas y Derecho a la Salud (ICIMEDES) de la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) y de la Dirección de Investigaciones Científicas, Humanísticas y Tecnológicas (DICIHT), todas ellas de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

Referencias

[1] K. Flott, R. Callahan, A. Darzi, and E. Mayer, "A patient-centered framework for evaluating digital maturity of health services: A systematic review", *J. Med. Internet Res.*, vol. 18, no. 4, Art. no. e75, Apr. 2016, doi: 10.2196/jmir.5047.

[2] K. Cresswell, A. Sheikh, M. Krasuska, C. Heeney, B. D. Franklin, W. Lane, H. Mozaffar, K. Mason, S. Eason, S. Hinder, H. W. W. Potts, and R. Williams, "Reconceptualizing the digital maturity of health systems", *Lancet Digit. Health*, vol. 1, no. 5, pp. e200–e201, Sep. 2019, doi: 10.1016/S2589-7500(19)30083-4.

[3] T. Neunaber and S. Meister, "Digital maturity and its measurement of general practitioners: A scoping review", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 5, Art. no. 4377, Feb. 2023, doi: 10.3390/ijerph20054377.

[4] World Health Organization, *Digital Transformation Handbook for Primary Health Care: Optimizing Person-Centered Point of Service Systems*. Geneva, Switzerland: WHO, 2024. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240093362

[5] World Health Organization, *Global Strategy on Digital Health 2020–2025*. Geneva, Switzerland: WHO, 2021. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924

[6] Pan American Health Organization, *Guiding Principles 8 for Digital Transformation of the Health Sector*. Washington, DC, USA: PAHO, 2022. [Online]. Available: https://www.paho.org/en/documents/guiding-principles-8-digital-transformation-health-sector

[7] World Health Organization, *Classification of Digital Interventions, Services and Applications in Health: A Shared Language to Describe the Uses of Digital Technology for Health*, 2nd ed. Geneva, Switzerland: WHO, 2023. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240081949

[8] World Bank, *Digital Progress and Trends Report 2023*. Washington, DC, USA: World Bank, 2024, doi: 10.1596/978-1-4648-2049-6.

[9] World Bank, "Individuals using the Internet (% of population) — Honduras", *World Development Indicators*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?locations=HN

[10] World Bank, "Mobile cellular subscriptions (per 100 people) — Honduras", *World Development Indicators*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2?locations=HN

[11] World Bank, "Secure Internet servers (per 1 million people) — Honduras", *World Development Indicators*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.SECR.P6?locations=HN

[12] Instituto Nacional de Estadística de Honduras, "Salud", *Anuario Estadístico*, Dec. 12, 2024. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://ine.gob.hn/2024/12/12/salud/

[13] G. Vial, "Understanding digital transformation: A review and a research agenda", *J. Strateg. Inf. Syst.*, vol. 28, no. 2, pp. 118–144, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.

[14] J. Becker, R. Knackstedt, and J. Pöppelbuß, "Developing maturity models for IT management: A procedure model and its application", *Bus. Inf. Syst. Eng.*, vol. 1, no. 3, pp. 213–222, Jun. 2009, doi: 10.1007/s12599-009-0044-5.

[15] T. Mettler, "Maturity assessment models: A design science research approach", *Int. J. Soc. Syst. Sci.*, vol. 3, nos. 1–2, pp. 81–98, 2011, doi: 10.1504/IJSSS.2011.038934.

[16] United Nations, *United Nations E-Government Survey 2024: Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development*. New York, NY, USA: United Nations, 2024. [Online]. Available: https://desapublications.un.org/publications/un-e-government-survey-2024

[17] D. Dada, "E-readiness for developing countries: Moving the focus from the environment to the users", *Electron. J. Inf. Syst. Dev. Ctries.*, vol. 27, no. 1, pp. 1–14, 2006, doi: 10.1002/j.1681-4835. 2006.tb00183.x.

[18] J. Lesaca Esquiroz, "Baseline Salud Mesoamerica Honduras: Health Facility Survey 2015", *IDB Open Data*, Inter-American Development Bank, Mar. 17, 2017, doi: 10.60966/nu51xbdm.

[19] OECD and European Commission, Joint Research Center, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Paris, France: OECD Publishing, 2008, doi: 10.1787/9789264043466-en.

[20] A. H. Mokdad, K. E. Colson, P. Zúñiga-Brenes, D. Ríos-Zertuche, E. B. Palmisano, E. Alfaro-Porras, *et al*., "Salud Mesoamérica 2015 Initiative: design, implementation, and baseline findings", *Popul. Health Metr.*, vol. 13, no. 1, Art. no. 3, Feb. 2015, doi: 10.1186/s12963-015-0034-4.

[21] World Bank, "Internet users for Honduras [ITNETUSERP2HND]", *FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://fred.stlouisfed.org/series/ITNETUSERP2HND

[22] World Bank, "Mobile Cellular Subscriptions in Honduras [ITCELSETSP2HND]", *FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://fred.stlouisfed.org/series/ITCELSETSP2HND

[23] World Bank, "Secure Internet Servers for Honduras [ITNETSECRP6HND]", *FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://fred.stlouisfed.org/series/ITNETSECRP6HND

[24] T. L. Saaty, "The analytic hierarchy process—what it is and how it is used", *Math. Model*, vol. 9, nos. 3–5, pp. 161–176, 1987, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.

[25] N. Dalkey and O. Helmer, "An experimental application of the Delphi method to the use of experts", *Manage. Sci.*, vol. 9, no. 3, pp. 458–467, Apr. 1963, doi: 10.1287mnsc.9.3.458.

[26] Healthsites.io, "Healthsites.io", *Healthsites.io*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://healthsites.io/

[27] OpenStreetMap contributors, "Copyright and license", *OpenStreetMap*. Accessed: May 9, 2026. [Online]. Available: https://www.openstreetmap.org/copyright.