

ARTÍCULO ORIGINAL

Rev. Cient. Memoria del Posgrado

Vol 7 (1). 2026; 20 - 25

ISSN: 2789-8024 (impreso)

ISSN: 3005-4354 (en línea)

Sistema de Mapeo Epidemiológico para la mejora en la detección de reservorios potenciales de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud, Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Materno Infantil, La Paz - Bolivia 2022-2023

Epidemiological Mapping System for improvement in the detection of potential reservoirs of Healthcare-associated infections in the Intensive Care Unit of Materno Infantil Hospital, La Paz - Bolivia 2022-2023

RESUMEN

Introducción: Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) constituyen un riesgo en la atención en salud, sobre todo en los servicios de terapia intensiva, por lo que la búsqueda de sus reservorios son de gran importancia para el control.

Objetivo: Mejorar la detección de reservorios potenciales de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) a través de un sistema de mapeo epidemiológico en el Hospital de Especialidades Materno Infantil.

Material y métodos: Se realizó un análisis inferencial bivariado para identificar que elementos se asocian con el incremento de riesgo de IAAS en el servicio de Terapia Intensiva HODEMI, mediante mapeo epidemiológico y aplicación de las herramientas FLIR®, LIDAR® y luminometría.

Resultados: En el análisis multivariado, los incrementos de CO₂ y temperatura son los principales predictores de reservorios potenciales de infecciones. El servicio con mayor probabilidad de sufrir IAAS fue neonatología y el análisis grupal de herramientas mostró una mayor significancia que el grupal en búsqueda de reservorios.

Conclusiones: Las herramientas del sistema de mapeo epidemiológico mostraron resultados grupales de gran importancia en la vigilancia activa y control de IAAS..

Palabras Clave: IAAS, Mapeo epidemiológico, FLIR®, LIDAR®

ABSTRACT

Introduction: Healthcare-associated infections (HAI) are a constant risk in healthcare, especially in intensive care services, so the search for their reservoirs is of great importance for their control.

Objective: To analyze the variables associated with the increased probability of developing potential reservoirs of healthcare-associated infections (HAI).

Material and methods: A multivariate inferential analysis was carried out to identify the elements associated with the increased risk of HAI in the HODEMI Intensive Care Unit, by means of epidemiological mapping and application of FLIR®, LIDAR® and luminometer tools.

Results: In the multivariate analysis, CO₂ and temperature increases are the main predictors of potential reservoirs of infections. The service most likely to suffer from HAIs is the neonatology service, compared to adult therapy. The type of structure is not associated with increased HCAI risk.

Conclusions: Periodic measurement of CO₂ and temperature is an appropriate strategy to monitor and prevent HAIs. The reasons why the neonatology department has a higher HCAI risk should be investigated.

Keywords: HAI, epidemiological mapping, FLIR®, LIDAR®

Fernandez-Peralta Marcel Otto*

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3548-109X>

*Gestor de Calidad, Hospital de Especialidades Materno Infantil Caja Nacional de Salud .

DOI: <https://doi.org/10.53287/wsom5228yg36a.009>

Autor de correspondencia:
marcel1136@hotmail.com

Recibido: 15/12/2025

Aceptado: 12/06/2026

INTRODUCCIÓN

Las Infecciones Asociadas a la Atención de Salud (IAAS), son aquellas que se presentan en pacientes internados en establecimiento de salud, y que no estaban en período de incubación al momento de hospitalización¹.

Estas infecciones presentan mecanismos de distribución variado, por medio de estructuras como los insumos, equipos médicos o personal en salud, sobre todo en las Unidades de Cuidado Intensivo, donde estas son más frecuentes, con elevada patogenicidad y virulencia, por las características del paciente, movimiento de personal y factores ambientales, propios de estas Unidades, lo que favorecen la formación de reservorios, que son los lugares donde crecen y se multiplican los agentes patógenos, provocando un alto riesgo de enfermedades y brotes hospitalarios en los pacientes hospitalizados^{2,3}.

Por lo tanto, la vigilancia epidemiológica activa, se ha constituido en un elemento de importancia en la detección y control de estos reservorios en los ambientes hospitalarios, siendo el mapeo epidemiológico, una herramienta de gran importancia con una metodología de detección de la distribución de las enfermedades a través del análisis de riesgo de factores y estructuras, dentro de una zona geográfica delimitada, con el fin de tomar medidas de prevención inmediata⁴.

El mapeo epidemiológico utiliza una serie de herramientas, para el análisis de estructuras, que en la caso de ambientes hospitalarios, están conformados por estructuras móviles, que son el personal de salud, estructuras semi móviles que son los equipos e insumos médicos, y finalmente las estructuras inmóviles que son los ambientes hospitalarios^{5,6}.

Las herramientas que utiliza el mapeo epidemiológico con más frecuencia son:

- Medición de distancia entre estructuras en tiempo real en centímetros (cm), la cual si está por debajo de 50cm, indica un riesgo de contaminación cruzada entre superficies⁶
- Identificación de calidad de aire, por medición

de partes por millón (ppm), de dióxido de carbono (CO₂), cuyos valores encima de 500ppm, indican mayor biocarga y un riesgo de crecimiento bacteriano⁷.

- Medición de temperatura expresada en grados centígrados, aplicada en equipos, insumos y personal de salud, cuyos valores encima de 23 grados centígrados, indica contaminación de superficies⁸.
- Medición de unidades relativas de luz (URL) por luminometría, la cual indica crecimiento bacteriano en superficies contaminadas, que se aplica en el sistema de mapeo cuando las otras herramientas dieron resultado positivo, ya que, por sí sola, indica valores de tamizaje⁹.

Todas estas herramientas, cuando presentan valores fuera de un límite permisible, indican un riesgo de potencial reservorio de agentes patógenos como las IAAS, lo cual indica acciones preventivas inmediatas^{8,9}.

El Hospital de especialidad Materno Infantil (HODE Materno Infantil), es uno de los centros de atención binomio-madre más Grande la Caja Nacional de Salud de La Paz, Bolivia; con Servicio de Terapia Intensiva, dividido en Terapia Intensiva Pediátrica, Adultos y neonatal, con atención especializada de pacientes críticos a nivel regional y nacional.

Por lo que el objetivo del presente estudio fue Mejorar la detección de reservorios potenciales de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) a través de un sistema de mapeo epidemiológico en La Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Materno Infantil La Paz – Bolivia en la gestión 2022 y 2023.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó estudio tipo analítico, no experimental, positivista, enfoque cuantitativo, tipo de correlacional y explicativo, en los ambientes de Terapia Intensiva del HODE Materno Infantil, en sus Unidades de Terapia Intensiva Pediátrica, Terapia intensiva Adultos y Neonatal, por medio de equipos móviles certificados de medición de calidad de aire de ppm CO₂, medición de distancias en cm, temperatura

en grados centígrados y URL por luminometría; a través de equipos FLIR® (Forward Looking Infra Red) y LIDAR® (Light Detection and Ranging). El ingreso de instrumental tecnológico a áreas críticas fue autorizado por el área de calidad del HODE Materno Infantil

Se registraron los valores de cada herramienta, identificados en cada Unidad de Terapia Intensiva, siendo los valores de riesgo: ppm CO₂, valores por encima de 250ppm, distancia en cm, valores menores a 50cm, temperatura por encima de 23 grados centígrados, y luminometría, con valores por encima de 250 URL⁶⁻⁹.

Los resultados obtenidos, fueron relacionados en modelos univariados y multivariados a través de paquete estadísticos, así como pruebas de ANOVA respectivo, para finalmente plasmarlo en los planos del servicio para identificación de potenciales reservorios y toma de acciones preventivas

RESULTADOS

En el Servicio de Terapia Intensiva del HODE Materno Infantil, de la CNS se identificaron un total de 16 potenciales reservorios de IAAS, de 49 estructuras inmóviles (ambientes), 1060 semi móviles (equipos e insumos médicos) y 31 móviles (personal de salud), los cuales se encuentran detallados en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1. Datos de estructuras inmóviles, semi móviles y móviles que tuvieron resultados positivos en el servicio de terapia intensiva del Hospital de Especialidades Materno Infantil

N.	Estructura	Temperatura por medio FLIR®	Calidad aire por ppm CO ₂	Flora bacteriana registrada por URL	Unidad
1	Microgotero 1	27,5	*-	500	UTI PEDIÁTRICA
2	Microgotero 2	26,8	-	344	UTI PEDIÁTRICA
3	Torre 1	30	400	360	UTI PEDIÁTRICA
4	Computadora (teclado)	27	-	900	UTI PEDIÁTRICA
5	Dispensador papel 1	24	-	598	UTI ADULTOS
6	Dispensador papel 2	27	-	933	UTI ADULTOS
7	Residente 1	23,89	-	789	UTI ADULTOS
8	Estación de enfermería intensivos	24,8	489	289	NEONATOLOGÍA
9	lavamanos enfermería intermedio	23,4	467	259	NEONATOLOGÍA
10	Teléfono fijo	23,5	-	238	NEONATOLOGÍA
11	Batas personal médico	25,4	-	1151	NEONATOLOGÍA
12	Monitor de cuidados intensivos	23,4	-	360	NEONATOLOGÍA
13	Frascos de leche	24,2	-	435	NEONATOLOGÍA
14	Dispensador de papel	25	-	312	NEONATOLOGÍA
15	Equipo móvil	27	-	6614	NEONATOLOGÍA
16	Residente 2	23	-	252	NEONATOLOGÍA

*- No aplicable por la naturaleza física o biológica de la estructura analizada

Fuente: Elaboración propia y datos Servicio Unidad de Terapia Intensiva Hospital de Especialidades Materno Infantil.

En el caso de Terapia Intensiva Pediátrica, los factores ambientales como el CO₂, URL y la temperatura, estuvieron muy relacionados para la presencia de estos reservorios ($p = 0.0002$), como conjunto, mas no así de forma individual, ($p=0.8$), debido a que el crecimiento bacteriano está relacionado a una serie de condicionantes, y no solo a un factor, para conformar un hábitat y reservorio.

En el caso de Terapia Intensiva de Adultos, los factores ambientes de temperatura, calidad de aire y URL, fueron de significancia de forma multivariada para detectar reservorios potenciales ($p = 0,0008$), que de forma individual ($p = 0.258$); con valores más elevados, debido a que esta Unidad, tiene dos ambientes separados, lo cual hace que haya un movimiento de estructuras, lo cual puede producir una contaminación cruzada.

En cuanto al servicio de Neonatología, el mismo registró la mayor cantidad de reservorios de IAAS potenciales, en todas las estructuras de forma multivariada ($p = 0,008$), qué individual ($p = 0,4$), lo cual está asociado al tipo de pacientes internados, patologías de base, como indicadores de capacidad instalada.

La relación, de reservorios, detectadas por medio de las herramientas del sistema de mapeo epidemiológico de forma individual, no mostraron valores significativos ($p = 0,27$), debido a que las estructuras, tienen distintas especificaciones, grado de uso; biocarga, como tipo de paciente, que de forma grupal ($p \geq 0,05$), lo que refuerza aún más que las herramientas como el mapeo epidemiológico, deben ser aplicadas de forma grupal y no individual, para el conocimiento previo del campo o ambiente donde serán aplicadas. Todo lo presente se observa en los datos descriptivos del Cuadro N° 2 y N° 3.

Cuadro N° 2. Estadística descriptiva de los resultados por estructuras de mapeo epidemiológico Hospital de Especialidades Materno Infantil

CARACTERISTICAS	RESERVORIO		NO RESERVORIO		P valor (significancia estadística)
	FRECUENCIA	PROPORCIÓN	FRECUENCIA	PROPORCIÓN	
TIPO DE ESTRUCTURA					
Movil	2	0.2	47	4.4	0.41
Semiinmovil	12	1.1	968	91.3	
Inmovil	2	0.2	29	2.7	
SERVICIO					
Neonatología	9	0.8	428	40.4	0.02
Terapia intensiva adultos	5	0.5	357	34.2	
Terapia intensiva pediátrica	2	0.2	259	24.4	

Cuadro N° 3. Estadística descriptiva de los resultados por herramientas de mapeo epidemiológico Hospital de Especialidades Materno Infantil

HERRAMIENTAS	RESEVORIO		NO RESEVORIO		P VALOR
	media y desvio estandar		media y desvio estandar		
CO ₂ (ppm)	44.31	126	5.38	33.5	0.056
DISTANCIA LIDAR (cm)	22.87	8.11	137.4	44.2	0.0004
TEMPERATURA FLIR (°c)	32.5	5.1	19	2.0	0.0004
LUMINOMETRÍA (URL)	589.8	291.9	185.1	34.6	0.002

Fuente: Elaboración propia y datos Hospital de Especialidades Materno Infantil

DISCUSIÓN

Con relación a las herramientas del sistema de mapeo epidemiológico, tanto el CO2 como la temperatura, constituyen un elemento de gran importancia por sí mismos, debido a que el incremento en la biocarga en los ambientes hospitalarios y formación de reservorios de IAAS¹⁰⁻¹¹.

La distancia entre elementos por LIDAR®, como la medición de URL, por sí mismas no muestran valores significativos para identificar reservorios, debido al tipo de acción preventiva en cuanto a distancia entre elementos, como la actividad de tamizaje de la luminometría^{12,13}.

Sin embargo, las herramientas de forma conjunta han demostrado la analizar potenciales reservorios, debido a que ellas identifican factores ambientales y de crecimiento bacteriano en las superficies de los ambientes de Terapia Intensiva¹⁴.

Las acciones preventivas fueron realizadas en el momento, junto al personal de salud y Jefatura de Servicio, con el fin de reducir tiempos y costos, evitando la presencia de brotes e infecciones en

el paciente, lo cual hace contraste con el estudio de infecciones que se enfoca sobre todo cuando los pacientes están ya diagnosticados con IAAS o presencia de brotes intra hospitalarios, que tienen un costo económico, social y de calidad mayor¹⁵.

Debido a la naturaleza del estudio se omiten las pruebas de normalidad y la síntesis cuantitativa de los datos

CONCLUSIONES

Por medio del sistema de mapeo epidemiológico se identificaron potenciales reservorios de IAAS en el servicio de terapia intensiva del Hospital de Especialidades Materno Infantil las cuales identificaron temperatura, distancias entre elementos, calidad de aire y medición de Unidades relativas de luz; lo cual permitió una sistematización en procesos y flujograma de detección, análisis y control de estos reservorios.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERES

El autor declara no tener financiamiento, ni conflictos de interés relacionados a esta investigación.

REFERENCIAS

1. García H, Miranda-Novales G, Lorenzo-Hernández LM, Tinoco-de Luna A. Factores de riesgo para infecciones asociadas al cuidado de la salud en recién nacidos sometidos a cirugía en una unidad de cuidados intensivos neonatales. *Gac Med Mex* [Internet]. 2023 Abr [citado 11 Sep 2024];159(2):98-105.
2. Sorrell EM, El Azhari M, Maswdeh N, Kornblet S, Standley CJ, Katz RL, et al. Mapping of networks to detect priority zoonoses in Jordan. *Front Public Health* [Internet]. 2015 [citado 15 Ago 2022];3. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health>
3. Menghistu HT, Hailu KT, Shumye NA, Redda YT. Mapping the epidemiological distribution and incidence of major zoonotic diseases in South Tigray, North Wollo and Ab'ala (Afar), Ethiopia. *PLoS One*. 2018 Dec 31;13(12):e0209974.
4. Elliott P, Wakefield JC, Best NG, Briggs DJ. An introductory guide to disease mapping [Internet]. Chichester: John Wiley & Sons; [citado 15 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/An+Introductory+Guide+to+Disease+Mapping-p-9780471860594>
5. Cressie N. Statistics for spatial data. *Terra Nova* [Internet]. 1992 [citado 15 Ago 2022];4(5):613. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3121.1992.tb00605.x>

6. Liang D, Zhang C, Zhang P, Liu S, Li H, Niu S, et al. Evolution of laser technology for automotive LiDAR: an industrial viewpoint. *Nat Commun*. 2024 Sep 3;15(1):7660.
7. Rascado Sedes P, Ballesteros Sanz MA, Bodí Saera MA, Carrasco Rodríguez-Rey LF, Castellanos Ortega Á, Catalán González M, et al. Plan de contingencia para los servicios de medicina intensiva frente a la pandemia COVID-19. *Med Intensiva*. 2020;44(6):363-70.
8. Becerra López HK, Castillo Pedraza MC, Wilches Visbal JH. Principios físicos y avances recientes de la termografía infrarroja en odontología. *Rev Cuba Med Mil*. 2022 Mar;51(1).
9. Fuentes R. Bioluminiscencia: herramienta de medición y análisis en lavado de manos clínico aplicado a la odontología. *Int J Odontostomat [Internet]*. 2018 Jun [citado 13 Oct 2022];12(2):160-8.
10. Ministerio de Sanidad. Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones [Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2020 Nov 18 [citado 15 Ago 2022]. Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf
11. Kokki M, Ammon A. Preparing Europe for future health threats and crises: key elements of the European Centre for Disease Prevention and Control's reinforced mandate. *Euro Surveill*. 2023 Jan 19;28(3).
12. Álvarez Díaz LJ. Prevalencia y factores asociados a las infecciones asociadas a la atención en salud en pacientes ingresados en una unidad de cuidados intensivos. Neiva 2016-2017. *Biociencias*. 2020;15(2):75-88.
13. Hsu HE, Mathew R, Wang R, Broadwell C, Horan K, Jin R, et al. Health care-associated infections among critically ill children in the US, 2013-2018. *JAMA Pediatr*. 2020;174:1176-83.
14. SA I. Infecciones hospitalarias (por atención y por infraestructura) [Internet]. [citado 11 Ago 2022]. Disponible en: <https://www.ingeniarg.com/blog/27-infecciones-hospitalarias-por-atencion-y-por-infraestructura>
15. World Health Organization. Directrices sobre componentes básicos para los programas de prevención y control de infecciones a nivel nacional y de establecimientos de atención de salud para pacientes agudos [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/255764>