

Evaluación de la contaminación acústica en alrededores de los Hospitales Universitario y San Pedro Claver de la Ciudad de Sucre

Evaluation of noise pollution in the vicinity of the University and San Pedro Claver Hospitals in the city of Sucre

ARANCIBIA - Jose*¹ LOREDO - Tatiana²

¹Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Carrera de Ingeniería Ambiental.

² Consultor Ambiental

Recibido noviembre, 29, 2024; Aceptado diciembre, 2024

Resumen

El crecimiento urbano y demográfico global intensifica la problemática ambiental, destacando la contaminación acústica como un factor crítico en la salud pública y la calidad de vida. Esta investigación evaluó los niveles de ruido en los alrededores de dos hospitales en Sucre, Bolivia: el Hospital Universitario y el Hospital San Pedro Claver.

Las mediciones se realizaron utilizando la Norma Boliviana NB 62006 en una cuadrícula de 20x20 metros, con cuatro puntos georreferenciados por hospital, totalizando ocho puntos. Los datos se recolectaron durante cuatro días (lunes, martes, viernes y sábado) en horarios matutinos y vespertinos. Los resultados revelaron que solo cuatro de los ocho puntos de medición cumplían con el límite máximo permitido de 55 dB(A), establecido por la Ley 1333 (anexo 6) y el RASIM (anexo 12-C). El Hospital Universitario registró un máximo de 70 dB(A), atribuido principalmente al tráfico vehicular intenso. Por su parte, la entrada principal del Hospital San Pedro Claver alcanzó 58.2 dB(A). En general, ninguno de los puntos evaluados cumplió consistentemente con la normativa vigente.

Una encuesta a personal hospitalario y residentes aledaños mostró que el 80% percibe el ruido como una afectación a la calidad de vida, el 92% lo considera un contaminante, y el 86% lo asocia con enfermedades. Sin embargo, el 100% de los encuestados desconocía la normativa sobre contaminación acústica.

Se propone una estrategia integral para mitigar el ruido, combinando medidas estructurales como el reordenamiento de rutas de transporte público y la implementación de señalización de zonas con campañas de educación ambiental. Estas acciones son cruciales para reducir el impacto del ruido y mejorar el bienestar de pacientes y personal en entornos hospitalarios.

Palabras Clave: Área de Influencia, Niveles de ruido, calidad de vida, educación ambiental.

Citación: Arancibia J. Evaluación de la contaminación acústica en alrededores de los Hospitales Universitario y San Pedro Claver de la Ciudad de Sucre Revista Ingeniería Sostenible Ambiental 2024,1(2),51-114

Abstract

Global urban and demographic growth intensifies environmental challenges, with noise pollution emerging as a critical factor affecting public health and quality of life. This study evaluated noise levels in the vicinity of two hospitals in Sucre, Bolivia: the University Hospital and San Pedro Claver Hospital.

Measurements were conducted following the Bolivian Standard NB 62006 within a 20x20 meter grid, with four georeferenced points per hospital, totaling eight sampling sites. Data collection occurred over four days (Monday, Tuesday, Friday, and Saturday) during morning and afternoon periods. Results indicated that only four of the eight measurement points complied with the maximum permissible noise limit of 55 dB(A), as established by Law 1333 (Annex 6) and RASIM (Annex 12-C). The University Hospital registered a peak noise level of 70 dB(A), primarily attributed to heavy vehicular traffic, while the main entrance of San Pedro Claver Hospital reached 58.2 dB(A). Overall, none of the points consistently met the current regulatory standards.

A survey conducted among hospital staff and nearby residents revealed that 80% perceive noise as detrimental to quality of life, 92% consider it a pollutant, and 86% associate it with health problems. However, 100% of respondents were unaware of existing noise pollution regulations.

An integrated noise mitigation strategy is proposed, combining structural measures such as the reorganization of public transport routes and the implementation of zone-specific signage with environmental education campaigns. These actions are essential to reduce noise impact and enhance the well-being of patients and staff within hospital environments.

Keywords: Area of influence, noise levels, quality of life, environmental education

Introducción

La contaminación acústica, definida como la presencia de sonido no deseado o molesto, emerge como una preocupación ambiental crítica globalmente. Su proliferación se atribuye a la expansión urbana descontrolada, el aumento del tráfico vehicular, la densificación poblacional y ciertos hábitos culturales, que colectivamente deterioran la calidad de vida y el bienestar humano (Alconz, 2019). A diferencia de otras formas de contaminación, su naturaleza difusa la convierte en un desafío de control particular, impactando directamente la salud auditiva, la calidad de vida, el equilibrio ecosistémico y el derecho a un ambiente sano (Muerza, 2014).

Más allá del impacto humano, la contaminación acústica afecta profundamente la fauna, alterando patrones de comportamiento natural y dificultando la comunicación, especialmente en entornos marinos. En Bolivia, los ruidos molestos derivan principalmente de actividades humanas como el transporte, la construcción y la industria, generando efectos fisiológicos y psicológicos adversos en la población.

A pesar de la creciente problemática, existe una escasez de investigaciones específicas sobre los niveles de ruido en entornos hospitalarios. Esta investigación busca subsanar dicha deficiencia, enfocándose en cuantificar los niveles de presión sonora (NPS) en las áreas externas del Hospital Universitario II Nivel y el Hospital San Pedro Claver II Nivel en Sucre, Bolivia. El objetivo es evaluar el ruido ambiental generado por fuentes fijas y móviles y compararlo con los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de 55 dB(A), y la Ley de Medio Ambiente N° 1333 en su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), que permite hasta 68 dB(A).

Estudios previos en Sucre, como el de Murillo y Vargas, han reportado promedios globales de ruido de 82.05 dB(A) para fuentes móviles en el mercado central, excediendo significativamente el umbral de salud de 55 dB(A). Este antecedente resalta la urgencia de investigar la exposición al ruido en zonas sensibles como los hospitales.

La prevalencia de altos niveles de ruido en el área de estudio, exacerbada por la falta de regulación y control efectivo, subraya la necesidad de implementar medidas preventivas y correctivas para salvaguardar el bienestar de pacientes, personal hospitalario y residentes adyacentes.

Materiales y métodos

Para la evaluación de la contaminación acústica en los entornos hospitalarios, se empleó una metodología mixta que combinó enfoques teóricos y empíricos, apoyándose en diversas técnicas e instrumentos.

Métodos Teóricos

Análisis documental

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de literatura, normativas y estudios previos relacionados con la evaluación y el control de la contaminación acústica, específicamente en entornos hospitalarios. Esta etapa fue crucial para contextualizar el problema, identificar las mejores prácticas y fundamentar el marco teórico de la investigación.

Método histórico-lógico

Este método permitió rastrear la evolución de la investigación en contaminación acústica y los antecedentes de estudios similares en la región, proporcionando una base comparativa para los hallazgos actuales y facilitando la identificación de tendencias y vacíos de conocimiento.

Métodos empíricos

Observación científica

Se llevaron a cabo visitas de campo a las zonas de estudio (Hospital Universitario II Nivel y Hospital San Pedro Claver II Nivel) para una percepción directa de las actividades cotidianas, la dinámica socioeconómica y las condiciones ambientales circundantes. Se utilizaron guías de observación estructuradas para documentar factores relevantes que pudieran influir en los niveles de ruido.

Técnicas e Instrumentos

Búsqueda y análisis de publicaciones científicas, legislación ambiental (Ley N° 1333, normativas de salud y medio ambiente) reportes sobre el derecho a la salud y a un medio ambiente sano.

Encuestas y Entrevistas: Se diseñaron cuestionarios para recabar la percepción y el conocimiento sobre la contaminación acústica en el personal de salud, pacientes y población aledaña. Se aplicaron encuestas estructuradas y entrevistas semi-estructuradas.

Tamaño de muestra para encuestas: La muestra de encuestados y entrevistados fue seleccionada estratégicamente para asegurar una representación significativa de la población total, incluyendo personal de salud, pacientes y residentes de las áreas de influencia hospitalaria. Este enfoque permitió obtener una visión representativa con eficiencia en costos y tiempo

Planillas de Registro: Formatos estandarizados para la tabulación y organización de los datos de monitoreo de ruido.

Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Utilizado para la georreferenciación precisa de cada punto de medición

Cámara Fotográfica: Para el registro visual de las condiciones del sitio y las fuentes de ruido predominantes.

Sonómetro TSI QUEST SE-402: Instrumento de precisión para la medición directa de los niveles de presión sonora (dB(A)) en los puntos de monitoreo designados durante los periodos establecidos.

Medición de niveles de presión sonora (NPS)

Este fue el componente central del método empírico. Se realizaron mediciones cuantitativas de los niveles de presión sonora en puntos estratégicos predefinidos alrededor de ambos hospitales. Los datos obtenidos se compararon rigurosamente con los límites permisibles establecidos por la Norma Boliviana NB 62006, el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA) y el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM Anexo 12-C).

Las mediciones de ruido en los hospitales Universitario y San Pedro Claver de la ciudad de Sucre, se realizaron con un sonómetro integrador tipo 2, sonómetro TESTO ES-402, siguiendo los siguientes pasos:

Se utilizó el mapa de ubicación de los puntos de medición para colocar el sonómetro en lugar indicado.

Se midió la distancia entre el punto de medición y la fachada, con el fin de determinar si era necesario realizar la corrección establecida en la norma ISO 1996-2, todos los puntos de medición se posicionaron a una distancia mayor de 2 metros de cualquier superficie reflectante.

Se encendió el sonómetro y se dirigió el micrófono con la pantalla antiviento puesto, en dirección a las vías públicas.

Se sujetó el sonómetro con el brazo extendido a una distancia de 0,5 m del técnico y acompañante y una altura de 1,5 metros de altura del nivel del suelo.

Se configuró el sonómetro del tiempo de respuesta fast a Slow.

Se configuró el rango de medición en 30 – 130 dB.

Se configuró el sonómetro con la curva de ponderación A (dBA)

Se configuró el sonómetro para que registre niveles de presión sonora equivalentes, máximo y mínimo.

Se registraron los datos de la medición en lapsos de un minuto, registrando los valores de medición (Leq), máximo (Lmax) y mínimo (Lmin).

Se realizó la medición durante un lapso de tiempo de 15 minutos continuos.

Nota: La medición debe ser suspendida en caso de lluvia, granizo o tormenta.

Terminada la medición en el punto designado, se procedió a dirigirse hasta el siguiente punto de medición y repetir el procedimiento.

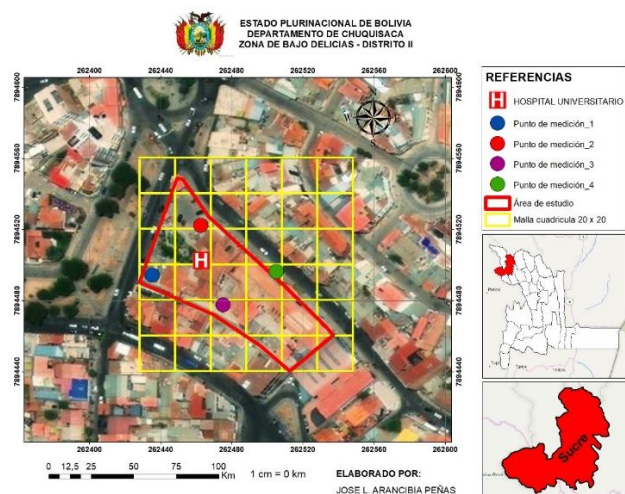
Metodología para la ubicación de los puntos (puntos de medición externo)

Para definir los puntos de medición, se utilizó la siguiente metodología:

Metodología de la cuadrícula: La definición de puntos de medición se determina mediante la superposición sobre el plano de una retícula cuyas cuadrículas tienen dimensiones proporcionales a la superficie del área.

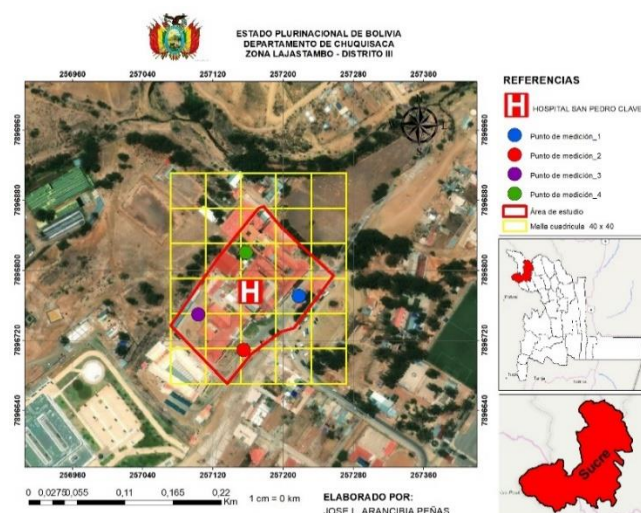
Una vez obtenido el punto central y establecido el tipo de metodología que se usará para la selección de puntos, se prosiguió a realizar la división por cuadrantes en las zonas colindantes a los hospitales Universitario y San Pedro Claver (norte, sur, este y oeste). Mediante el método de la cuadrícula, partiendo desde el punto central hacia el perímetro del hospital Universitario siguiendo la dirección de las calles y/o avenidas, se superpuso el plano de la zona una retícula de 20 x 20 metros, obteniendo 36 cuadrantes de 400 m² superpuesto en el área de estudio del hospital Universitario. Estos puntos fueron situados preferentemente en el centro de cada cuadrante, priorizando su ubicación en vías importantes dentro de las cuadrículas siempre que fuera posible. Como resultado, se definieron un total de 4 puntos de medición. (Ver Mapa 1)

Mapa 1: Ubicación de los puntos de medición de ruido ambiental – H. Universitario



Para el hospital San Pedro Claver, se aplicó de la misma manera el método de la cuadrícula, partiendo desde el punto central hacia el perímetro del área de estudio, siguiendo las direcciones de las calles y/o avenidas cercanas. En este proceso, se superpuso un plano de la zona con una retícula de 40 x 40 metros, lo que resultó en la obtención de 30 cuadrantes de 1.600 m² cada uno, distribuidos sobre el área de estudio del hospital. y se seleccionaron los puntos de medición de ruido preferentemente dentro de estos, priorizando su ubicación en vías principales con mayor flujo vehicular durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Como resultado, se establecieron un total de 4 puntos de medición. (Ver mapa 2)

Mapa 2: Ubicación de los puntos de medición de ruido ambiental – H. San Pedro Claver



Una vez definido los puntos donde se realizarán las mediciones de ruido ambiental, se realizó la ubicación del sitio de medida en campo, de tal manera que sea fácilmente relocalizado. Para tal efecto se realizó un recorrido real, para garantizar que los puntos de monitoreo cumplan con los parámetros de medición adecuado, razón por la cual se procedió a reubicar los puntos que a si se requerían tomando su ubicación real con la ayuda del GPS para posteriormente georreferenciar con ayuda del ArcGIS.

Tanque Imhoff

El tanque Imhoff es una tecnología de tratamiento primario para aguas residuales crudas, diseñada para separar el sólido del líquido, y para la digestión del lodo asentado. Consiste en un compartimiento de sedimentación en forma de V sobre una cámara de digestión de lodo. Tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. El lodo estabilizado en el fondo del compartimiento de digestión debe eliminarse según el diseño. Siempre debe haber un espacio mínimo de 50 cm entre la manta de lodo y la ranura de la cámara de sedimentación. (McLean, R.C, 2009).

Cronograma de medición de ruido

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en fecha 4, 5, 8 y 9 de marzo del 2024. Las mediciones se realizaron en los horarios considerados en el Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero RASIM en su anexo 12-C, las mediciones se realizaron en base a lo establecido en la NB 62006.

En la siguiente tabla se detalla el cronograma de medición:

Tabla 1: Cronograma de medición de ruido

Horario Diurno	MES MARZO															
DIAS	Lunes				Martes				Viernes				Sábado			
Mañana	Hospital San Pedro Claver				Hospital Universitario				Hospital San pedro Claver				Hospital Universitario			
Punto	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
08:30 - 08:45																
09:00 - 09:15																
09:30 - 09:45																
10:00 - 10:15																
Tarde	Hospital Universitario				Hospital San pedro Claver				Hospital Universitario				Hospital San pedro Claver			
Punto	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12:30 - 12:45																
13:00 - 13:15																
13:30 - 13:45																
14:00 - 14:15																

Resultados

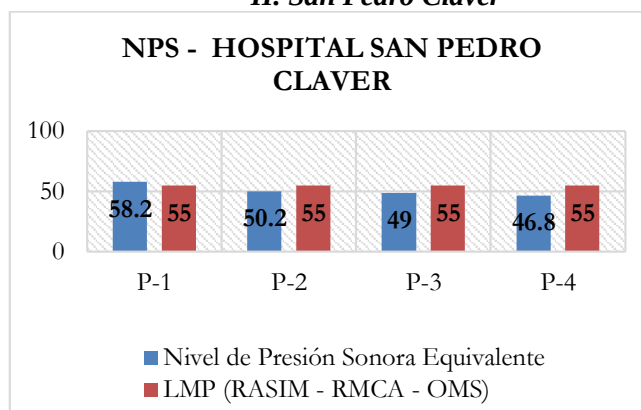
De acuerdo con el monitoreo ambiental realizado en los puntos previamente seleccionados en ambos hospitales objeto de estudio, y considerando la información proporcionada por residentes, personal de salud y administrativo, se verificó que tanto el Hospital San Pedro Claver como el Hospital Universitario operaban bajo condiciones normales durante el periodo de medición. Para cada hospital se establecieron cuatro (4) puntos de monitoreo, sumando un total de ocho (8) puntos evaluados. Cabe destacar que las mediciones se efectuaron en ausencia de precipitaciones, tales como lluvia o granizo, a fin de evitar interferencias en los resultados.

Los datos obtenidos revelan que, de los ocho puntos monitoreados, cuatro presentaron niveles de ruido ambiental dentro de los valores máximos permisibles establecidos por la Ley 1333 – RMCA (anexo 6), el RASIM (anexo 12-C) y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, los otros cuatro puntos excedieron dichos límites, lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias de mitigación y control del ruido en las áreas identificadas con sobrepaso de los umbrales normativos.

N°	Zona de muestreo	Nivel de presión sonora equivalente dB(A)	Evaluación	Límite máximo permisible Anexo 12 C	Límite máximo permisible RMCA	Límite máximo Permissible OMS
1	Hospital San Pedro Claver	Entrada Principal (área de ambulancias)	58,2	no cumple	55 dB(A)	55 dB(A)
2		Entrada principal	50,2	cumple		
3		Parte trasera (Área de estacionamiento 2)	49,0	cumple		
4		Parte trasera	46,8	cumple		
5	Hospital Universitario	Calle Adolfo Vilar, entrada principal	65,4	no cumple	55 dB(A)	55 dB(A)
6		Calle Adolfo Vilar, entrada principal	59,0	no cumple		
7		Parte trasera derecho	53,6	cumple		
8		Calle Daniel Bustamante.	70	no cumple		

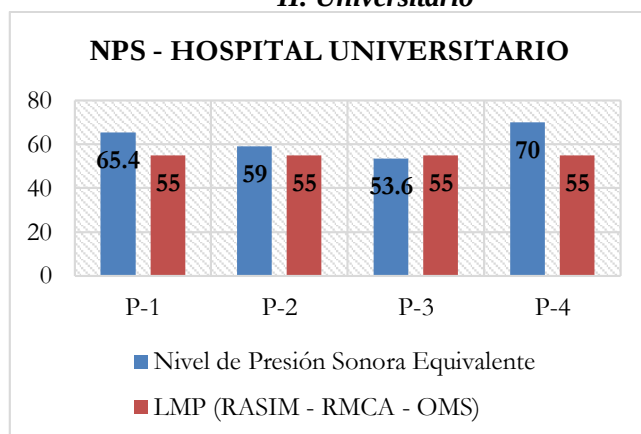
Análisis de nivel presión sonora vs límite permisible (RASIM-RMCA-OMS)

Gráfico 1: NPS vs lim. permisible (RASIM-RMCA-OMS) – H. San Pedro Claver



De acuerdo a los resultados de medición, los tres puntos (P-2; P-3; P-4) de monitoreo se encuentran dentro de los valores máximos permisibles que se establece en la Ley 1333 – RMCA su anexo 6, RASIM su anexo 12-C y la OMS. Además, se observa que el punto 1 muestra el más alto NPS que sobre pasa los límites permisibles con 58,2 dB(A), debido que es la entrada principal del hospital, por tanto, la salida y llegada de personas visitantes como personal del hospital emite gran cantidad de ruido.

Gráfico 2: NPS vs lim. permisible (RASIM-RMCA-OMS) – H. Universitario



Se identificaron fuentes generadoras de ruido y receptores en el área de influencia del hospital, los resultados obtenidos que representan los promedios de los niveles de presión sonora en los cuatro puntos de medición.

Al comparar estos resultados con los límites permisibles de 55 dB(A) según el Anexo 12 C de RASIM, la Ley 1333 – RMCA su anexo 6 y la OMS, se observa que (P-3) está por debajo del límite permisible y (P-1; P-2; P-4) de los puntos de medición presentan mediciones que sobrepasan este límite ya que el hospital cuenta como fuente principal de ruido la circulación y tráfico vehicular, salida y llegada de personas visitantes, personal del hospital. Asimismo, ruido emitido debido a conversación de personas.

Medidas de prevención, mitigación y educación ambiental para reducir el ruido

Un entorno hospitalario óptimo es aquel que propicia la curación, el descanso y la recuperación del paciente. Dentro de sus múltiples dimensiones, la gestión acústica emerge como un factor crítico, con una influencia directa sobre el bienestar del paciente y la eficacia de los tratamientos. La mitigación del ruido no es una característica deseable, sino un requisito fundamental para garantizar un ambiente terapéutico y reducir el estrés asociado a la hospitalización. Por ende, la formulación e implementación de un plan de gestión de ruido debe ser abordada con la máxima prioridad.

Tabla 3 Medidas propuestas para el hospital Universitario

Nº	Medidas	Código	Prioridad
1	Restricción del tránsito de vehículos pesados	RV - 01	media
2	Reordenar las rutas de taxis y micros	RR - 02	media
3	Regulación del servicio de transporte menor (motos)	RM 03	media
4	Implementación de señalética y reductores de velocidad	SR - 04	alta
5	Campañas de sensibilización	CS - 05	alta
6	Divulgación y comunicación	DC - 06	alta

Tabla 4 Medidas propuestas para el hospital San Pedro Claver

Nº	Medidas	Código	Prioridad
1	Reordenar los paraderos de taxis y colectivos	RP - 01	media
2	Implementación de señalética y reductores de velocidad	SR - 04	alta
3	Campaña de sensibilización y Educación Ambiental.	CS - 05	alta
4	Divulgación y comunicación	DC - 06	alta

Evaluación técnica para el hospital Universitario

Para garantizar la efectividad y viabilidad de las medidas de prevención, mitigación y educación propuestas para el control del ruido hospitalario, se llevó a cabo una evaluación técnica detallada. Esta evaluación consideró factores críticos como el impacto potencial en la salud del paciente, el tiempo de implementación y la gestión de recursos necesarios para su ejecución.

El método empleado para esta evaluación fue una matriz de decisión multicriterio. Esta herramienta permitió integrar de manera sistemática los criterios más relevantes para la aceptación o rechazo de aquellas medidas cuya factibilidad técnica presentaba algún grado de incertidumbre. A cada criterio se le asignó un peso (P), reflejando su importancia relativa, y un valor (V), indicando el desempeño de la medida en relación con dicho criterio. Las medidas fueron rechazadas si la valoración total obtenida era baja, lo que indicaba una baja factibilidad o un impacto negativo significativo. Este enfoque proporciona una base objetiva para la selección de las intervenciones más apropiadas.

Calificación de las medidas propuestas

Se procede a realizar la calificación de cada uno de las medidas propuestas, para ello se empleará una escala de 1 a 5. Donde, 1 indica la opción menos conveniente y el número 5 la opción más conveniente.

La matriz utiliza criterios clave para evaluar cada opción, ponderando la importancia relativa de cada aspecto.

Tabla 5: Matriz de decisión para la determinación de la factibilidad técnica – H. Universitario

Criterio	P	RV-01		RR-02		RM-03		SR-04		CS-05		DC-06	
		V	P* V	V	P* V	V	P* V	V	P* V	V	P* V	V	P* V
Efectividad en reducción de ruido	5	4	20	3	15	3	15	3	15	2	10	2	10
Costo de implementación	5	4	20	3	15	4	20	4	20	4	20	4	20
Impacto en las operaciones del hospital	4	4	16	3	12	4	16	4	16	4	16	4	16
Facilidad de implementación	4	4	16	3	12	4	16	4	16	4	16	4	16
Mantenimiento y sostenibilidad	3	3	9	2	6	3	9	2	6	3	9	3	9
Total			81		60		76		73		71		71

Peso (P) según su importancia esto permitirá cual es más importante. Este peso se asigna mediante números. si usamos una escala de 1 a 5. el numero 5 será considerado con mayor peso y el 1 con menor peso o relevancia.

Explicación de los criterios

Efectividad en la reducción del ruido: Este criterio evalúa el impacto directo que la medida tiene en la disminución de los niveles de ruido en el entorno hospitalario. Las medidas que eliminan o reducen fuentes significativas de ruido obtendrán una puntuación más alta.

Costo de implementación: Refleja los costos iniciales relacionados con la puesta en marcha de la medida, como la instalación de infraestructura, tecnología o campañas de concienciación.

Impacto en las operaciones del hospital: Evalúa en qué medida la implementación de la medida afecta la operación cotidiana del hospital, incluyendo el acceso de pacientes, personal y servicios de emergencia.

Facilidad de implementación: Considera la viabilidad técnica y logística de poner en práctica la medida, así como la necesidad de obtener permisos especiales o realizar cambios estructurales importantes.

Mantenimiento y sostenibilidad: Analiza si la medida requiere mantenimiento constante y si es sostenible a largo plazo en términos financieros y operacionales.

Evaluación técnica para el hospital San Pedro Claver.

Para evaluar la viabilidad técnica de las medidas propuestas para la reducción del ruido ambiental en el Hospital San Pedro Claver, también se empleó una matriz de decisión. Esta herramienta permitió comparar sistemáticamente cada alternativa en función de su factibilidad técnica y operativa, considerando criterios como la complejidad de implementación, los requerimientos de permisos regulatorios y el grado de compatibilidad con la infraestructura hospitalaria existente. Este enfoque facilita la identificación de las opciones más adecuadas para una gestión acústica eficiente y sostenible en el entorno hospitalario.

Tabla 6: Matriz de decisión para la determinación de la factibilidad técnica – H. San Pedro Claver

Criterio	P	R P- 01		SR- 04		CS- 05		DC -06	
		V	P * V	V	P * V	V	P * V	V	P * V
Complejidad de implementación	5	3	15	4	20	4	20	4	15
Requerimientos de permisos	5	3	15	4	20	4	20	4	20
Integración con Infraestructura existente	4	3	15	4	16	4	16	4	16
Impacto en operaciones	3	4	12	4	12	4	12	4	12
Durabilidad y mantenimiento	3	3	9	4	12	3	9	3	9
Total			66		80		77		77

Criterios explicados

Complejidad de implementación: Evalúa el nivel de dificultad para implementar la medida, incluyendo la necesidad de planificación.

Requerimientos de permisos: Considera si la medida requiere permisos especiales o aprobaciones de autoridades locales.

Integración con infraestructura existente: Mide cómo la medida se adapta a la infraestructura actual sin requerir modificaciones extensas.

Impacto en operaciones: Analiza cómo la implementación afectará las operaciones diarias.

Durabilidad y mantenimiento: Evalúa la durabilidad de la medida.

Discusión

La georreferenciación y caracterización del área de influencia en torno a los hospitales Universitario y San Pedro Claver evidencian que una de las principales fuentes de ruido ambiental proviene del intenso tráfico vehicular.

Entre las fuentes destacan motocicletas con escapes libres, el uso frecuente de bocinas en vehículos particulares y micros, y el acceso habilitado para transporte público y vehículos particulares hacia los hospitales. Además, la proximidad de establecimientos comerciales, restaurantes, unidades educativas y zonas comerciales contribuye significativamente a la generación de ruido, especialmente debido a su cercanía con las áreas hospitalarias.

Se identificaron cuatro puntos críticos de influencia sonora para cada hospital, donde se realizaron mediciones preliminares que confirmaron niveles de ruido que en varios casos superan los límites máximos permisibles establecidos en la normativa local y recomendaciones internacionales. Esta situación resalta la necesidad de implementar medidas integrales para la gestión del ruido ambiental en estos entornos sensibles.

Asimismo, se detectó una carencia de campañas de concientización dirigidas a conductores, comerciantes, transeúntes y personal hospitalario sobre la prevención y mitigación del ruido ambiental. La educación ambiental emerge como un componente esencial para fomentar conductas que contribuyan a la reducción del ruido.

La solución más equilibrada y efectiva para mitigar la contaminación acústica en los hospitales combina intervenciones estructurales y educativas. Entre las medidas estructurales destacan el reordenamiento de rutas de transporte público, la restricción del tránsito de vehículos pesados, la regulación del uso de motocicletas y la instalación de señalización y reductores de velocidad. Estas acciones, complementadas con campañas de sensibilización, permitirán una reducción sostenida del ruido y mejorarán el bienestar de pacientes, personal y la comunidad circundante. Es importante señalar que, hasta la fecha, el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre no cuenta con estudios específicos sobre contaminación acústica en hospitales de la ciudad, lo que limita la formulación de políticas públicas dirigidas a este problema.

Por ello, la evaluación del nivel de ruido ambiental en las zonas hospitalarias es un paso fundamental para el diseño e implementación de estrategias de control y mitigación que garanticen el cumplimiento de los márgenes admisibles para la salud pública.

La gestión del ruido en los hospitales Universitario y San Pedro Claver es esencial para proporcionar un ambiente adecuado para la recuperación de los pacientes. El plan propuesto incluye la restricción del tránsito de vehículos pesados, el reordenamiento de rutas de taxis y transporte público, la regulación del tránsito de motocicletas, y la implementación de señalización y reductores de velocidad. Además, se promueven campañas de sensibilización y educación ambiental para concienciar sobre los efectos nocivos del ruido en la salud.

La evaluación técnico-económica de las medidas indica que la combinación de restricción vehicular y señalización representa la solución más efectiva y sostenible. En el Hospital Universitario, la restricción del tránsito de vehículos pesados se destaca como la alternativa más viable técnica y económicamente, dado que reduce significativamente los niveles de ruido con costos moderados. Esta medida, complementada con la regulación del tránsito de motocicletas y la instalación de señalización y reductores de velocidad, contribuirá a crear un entorno hospitalario más tranquilo y seguro. Para el Hospital San Pedro Claver, la reubicación de paraderos de taxis y colectivos, aunque requiere planificación y permisos, puede disminuir notablemente la contaminación acústica en el área. En conclusión, la implementación coordinada de medidas estructurales y educativas, con el respaldo de las autoridades municipales, departamentales y nacionales, es indispensable para mitigar la contaminación acústica en las zonas hospitalarias de Sucre, mejorando así la calidad de vida de pacientes, trabajadores de la salud y la comunidad en general.

Conclusiones

En este estudio se establecieron las tendencias teóricas relacionadas con la contaminación acústica en los hospitales Universitario y San Pedro Claver de la ciudad de Sucre, a partir de la recopilación exhaustiva de información proveniente de fuentes especializadas, incluyendo literatura académica, artículos científicos, sitios web relevantes y visitas de campo a ambos centros hospitalarios.

Se logró medir, representar y evaluar los niveles de presión sonora en los puntos estratégicos identificados en ambos hospitales, aplicando una metodología rigurosa alineada con los objetivos planteados y conforme a la normativa nacional vigente, con el fin de garantizar la protección de la salud pública en el área de estudio.

Los resultados indican que, en el Hospital San Pedro Claver, el punto 1 —ubicado en la entrada principal— registró el nivel de presión sonora más alto, con 58,2 dB(A), superando los límites permisibles establecidos. En contraste, en el Hospital Universitario, el punto 3 presentó un nivel dentro de los límites aceptables, con 53,6 dB(A). No obstante, los puntos 1 (65,4 dB(A)), 2 (59 dB(A)) y 4 (70 dB(A)) excedieron los niveles máximos permitidos, atribuible a la alta circulación vehicular a gran velocidad y la concentración de personas que transitan hacia el mercado campesino y las unidades educativas cercanas. Estos hallazgos evidencian la necesidad imperante de implementar medidas efectivas para la reducción de la contaminación acústica en ambos hospitales.

La gestión integral del ruido en los hospitales Universitario y San Pedro Claver es fundamental para proporcionar un ambiente adecuado que favorezca la recuperación de los pacientes. En este sentido, se propone un plan de acción que contempla la restricción del tránsito de vehículos pesados, el reordenamiento de rutas de taxis y transporte público, la regulación del tránsito de motocicletas, así como la instalación de señalización y reductores de velocidad.

Complementariamente, el plan promueve campañas de sensibilización y educación ambiental dirigidas a conductores, comerciantes, personal hospitalario y comunidad en general, con el objetivo de concienciar sobre los efectos adversos del ruido en la salud.

Referencias

- A. Ojala, K. Korpela, L. Tyrväinen, P. Tiittanen, and T. Lanki, "Restorative effects of urban green environments and the role of urban-nature orientedness and noise sensitivity: A field experiment", *Health & Place*, vol. 55, pp. 59-70, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.11.004>
- Alconz, M. F. (2019). *Influencia de la Intensidad del Ruido en la Frecuencia Cardiaca*. LA PAZ – BOLIVIA: Tesis de grado para optar al Grado de Magister en Enfermería Terapia Intensiva.
- Avilés, H. G. (2005). *Evaluación de la Contaminación Acústica por fuentes móviles en el distrito 1 del municipio de Sucre*. proyecto de Grado.
- Azañedo Alva, J. N., & Esquen Diaz, G. F. (Marzo de 2019). Evaluación de la Contaminación Sonora en le distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Beizaga, G. M. (2022). *Evaluación de los niveles de contaminación acústica generadas por fuentes fijas a través de monitoreos estandarizados en industrias KANTUTA S.R.L*. Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- Ceballos-Cogollo, J. D., & Acevedo-Buitrago, B. . (2021). Evaluación de la contaminación acústica en zonas aledañas a entornos sensibles en la ciudad de Bogotá y su relación con el uso del suelo. *Respuestas*, 26(1), 181–191. <https://doi.org/10.22463/0122820X.2942>
- Foronda, D. M. (2021). Evaluación de la Contaminación Acústica en el Distrito 1 de la ciudad de Sucre - Chuquisaca. Proyecto de Grado.
- GESAMBCONSULT. (Noviembre de 2012). *Areas de Influencia*. Obtenido de https://www.jbic.go.jp/ja/business-areas/environment/projects/pdf/56262_4.pdf
- Giraldo, S. K. (12 de Diciembre de 2011). Caracterización y estimación de emisiones vehiculares en la universidad autónoma de occidente. proyecto de grado. Santiago de Cali, Colombia.
- Gobierno Autonomo Municipal de Sucre. (2016-2020). Plan Territorial de Desarrollo Integral (P.T.D.I.). GAMS.
- Gracia, T. T. (18 de Septiembre de 2018). Evaluación de los Niveles de Pesión Sonora (Ruido Ambiental) en tres (3) Hospitales de la localidad de Kennedy, ubicados en la UPZ 47 y en la UPZ 48 entre la Calle 22 Sur 8Avenida Primera de Mayo) y la Carrera 80. Obtenido de repository.unilibre: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15881/Documento%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibarra, T. A. (2017). La contaminación acústica en los alrededores del Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora y su incidencia en los derechos del Buen Vivir en el Distrito Metropolitano de Quito, año 2016.
- IBNORCA, NB 62005. (Septiembre de 2005). "Calidad del aire - Ruido ambiental - Vocabulario". Emisiones de fuentes fijas. Bolivia: Instituto Boliviano de Normalizacion y Calidad.
- IBNORCA, NB 62006. (2005). Calidad del aire - Emisiones de fuentes fijas - Determinación de niveles de presión sonora - Equipo de medición.

- Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar. (02 de agosto de 1979). Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar - Decreto Ley N°16998. Obtenido de amdepo.org: <https://amdepo.org.bo/wp-content/uploads/2020/10/Ley-General-de-higiene-y-Seguridad-Ocupacional-y-bienestar-Decreto-Ley-16998.pdf>
- Miraya, F. (08 de noviembre de 1995). La contaminación Acústica en los establecimientos hospitalarios de rosario. Obtenido de fceia.unr: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/hospital.htm>
- Muerza, A. F. (10 de abril de 2014). Consumer. Obtenido de Medio Ambiente y Solidaridad: <https://www.consumer.es/medio-ambiente/los-problemas-ambientales-que-deberian-preocuparnos.html>
- N. Kuehnel and R. Moeckel, "Impact of simulation-based traffic noise on rent prices", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 78, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.11.020>
- Obando, L., & Cabrera, F. J. (2017). "Evaluación de los Niveles de Ruido Ambiental en las principales zonas comerciales de la Ciudad de Trujillo". Trabajo de Investigación para optar el Título de Ingeniero Ambiental.
- OMS. (2015). Documento de la OMS para unas prácticas auditivas responsables: Escuchar sin Riesgos. FIAPAS.
- RASIM. (2002). Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (Límites Permisibles de Emisión de Ruidos). Gaceta Oficial.
- Román, G. (05 de Julio de 2018). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia. Obtenido de scielo.org: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892018000100009
- UCSM. (2022). Guía de prácticas curso Contaminación y Análisis de Calidad Ambiental: Aire - Agua. Obtenido de studocu.com: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-mayor-de-san-marcos/fisica-1/practica-n01-sonometro/53698360>