

IMPACTO DE LOS GENERADORES ELÉCTRICOS EN LA AUDICIÓN DE LOS TRABAJADORES: ESTUDIO DE CASO EN LOCALES COMERCIALES DEL CENTRO DE AMBATO, ECUADOR

JOSÉ FERNANDO MENDOZA RODRÍGUEZ*

<https://orcid.org/0000-0002-0591-2768>

Departamento de Matemática,
Unidad Educativa Joaquín Lalama, Ecuador

CHRISTOPHER SEBASTIÁN POAQUIZA AUCATOMA

<https://orcid.org/0009-0007-0187-0795>

Facultad de Ciencias,
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

Recibido: 21 de enero del 2025 / Aceptado: 10 de marzo del 2025

Publicado: 10 de junio del 2025

doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2025.n48.7716>

RESUMEN. En Ecuador, durante el estiaje sufrido en la temporada seca del 2024, se presentaron inconvenientes en las centrales hidroeléctricas por el bajo caudal en los ríos. Además, debido a los cortes de energía eléctrica, los locales comerciales vieron la necesidad de adquirir generadores eléctricos para continuar con las actividades comerciales. Entonces, se realizó la medición del ruido en veintidós locales comerciales de la ciudad de Ambato. Para dicha medición se utilizó un sonómetro profesional calibrado y se halló que, en los sectores del Mercado Modelo y Teófilo López, el 50 % y el 60 % de las mediciones, respectivamente, superaron el límite de los 85 dB establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393. Asimismo, según la información proporcionada por los trabajadores, se determinó que, al utilizar los generadores eléctricos, el zumbido en

Este estudio no fue financiado por ninguna entidad.

* Autor corresponsal

Correos electrónicos en orden de aparición: mendo-10@hotmail.com; cristopherabril132005@gmail.com

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

los oídos y la dificultad para concentrarse con valores porcentuales de 40,9 % y 36,4 %, respectivamente fueron las afectaciones de mayor incidencia o significativas.

PALABRAS CLAVE: estiaje / generadores eléctricos / ruido / sonómetro / afectaciones

IMPACT OF ELECTRIC GENERATORS ON WORKERS' HEARING: A CASE STUDY OF COMMERCIAL ESTABLISHMENTS IN DOWNTOWN AMBATO, ECUADOR

ABSTRACT. In Ecuador, the dry season in 2024 caused problems at hydroelectric power plants due to the low water flow in the rivers. As a result of power outages, commercial establishments found it necessary to purchase generators to maintain their commercial activities. Noise measurements were conducted in 22 commercial establishments in the city of Ambato. A calibrated professional sound level meter was used for the measurements, revealing that 50% and 60% of the measurements taken in the Mercado Modelo and Teófilo López sectors, respectively, exceeded the 85 dB limit established in Executive Decree 2393. Furthermore, according to information provided by workers, it was determined that the use of electric generators led to ringing in the ears and difficulty concentrating with prevalence rates of 40.9% and 36.4%, respectively, being the most significant adverse effects.

KEYWORDS: drought / electric generators / noise / sound level meter / effects

INTRODUCCIÓN

Se considera que el ruido es uno de los contaminantes ambientales más importantes que constituye una amenaza silenciosa para la salud. Según la Agenda 21 de la Naciones Unidas, es importante aplicar principios de gestión del ruido, entre los cuales se destacan: el principio de precaución y prevención que, asociados a otros componentes de gestión como la vigilancia de los niveles de ruido, modelos de exposición, enfoques para el control y evaluación del mismo, permite desarrollar e implementar estrategias integrales (como se cita en Maya et al., 2010).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) ha indicado que los grados de exposición al ruido no deben exceder los setenta decibeles (dB), dado que este es el rango que el oído humano puede soportar y manejar sin peligro de perjuicio, ya sea de carácter temporal o permanente. No obstante, se considera peligroso cualquier nivel de sonido que supere este límite y es posible que provoque algún tipo de daño auditivo (Briones Ortiz et al., 2023).

El número de decibeles que un generador eléctrico puede fluctuar considerablemente según el tipo de aparato en función. En Ecuador, los generadores más habituales son los que operan con motores de gasolina o *diesel*. Normalmente, un generador de gasolina genera entre 68 dB y 77 dB; en cambio, uno de *diesel* llega a producir niveles sonoros de 77 dB a 88 dB. Estos niveles simbolizan un volumen significativo de sonido, lo que puede tener serias consecuencias tanto para la salud de los oídos como para la salud global (Pintulac, 2024).

Ante los continuos cortes de energía eléctrica en Ecuador, el uso de generadores eléctricos se ha convertido en una solución popular, tanto en hogares como en comercios; sin embargo, especialistas advierten que estos equipos pueden afectar seriamente la salud y el medioambiente. Estos se utilizaron durante la intensa sequía vivida en Ecuador en el 2024, en la que los niveles de agua en los ríos que sustentan las principales centrales hidroeléctricas del país disminuyeron significativamente. Esta fue la mayor sequía de las últimas seis décadas que vivió Ecuador, pues impactó no solo en el sector eléctrico, sino también en la agricultura y en la disponibilidad de agua potable en diversas zonas, y provocó incendios forestales (Orozco, 2024).

No obstante, el Colegio de Ingenieros Eléctricos de Pichincha indicó que los desafíos fundamentales de la crisis energética aún no habían sido resueltos (como se cita en Vásconez, 2024). Además, Ecuador aún dependía de factores climáticos, en particular del agua, lo que le provocaba inestabilidad. Incluso, se indicó que, en los próximos estiajes, podrían producirse racionamientos eléctricos parecidos (Vásconez, 2024).

En tal contexto se utilizaron los generadores eléctricos, los cuales pueden generar contaminación acústica. Este es un tipo de contaminación que se diferencia,

principalmente, por el efecto acumulativo y progresivo que tiene en las personas que se encuentran expuestas al ruido. Este se considera un contaminante, ya que, al producirse, podría ser un riesgo ambiental que se emite con poca energía y que, a diferencia de otros contaminantes, se puede percibir solo por el oído, es decir, su efecto es direccionado y específico (Massa-Palacios et al., 2021).

En ese sentido, cabe resaltar que el oído es aquel órgano que permite una comunicación con el entorno, con el que se perciben sonidos, se entienden y discriminan (Moreira Mayorga & Alfonso Morejón, 2022). Debido a ello, las alteraciones que afectan a la capacidad auditiva, llamadas también hipoacusia, representan un riesgo para la salud, incluso en años recientes, pues su impacto a nivel mundial ha aumentado, sobre todo en el entorno ruidoso de los países desarrollados (Santos Pérez & Novoa López, 2020). En otras palabras, el crecimiento industrial implica un aumento significativo del ruido producido por las máquinas, medios de transporte, entre otros, pues contaminan el entorno y se manifiestan en la población contemporánea como un factor perjudicial para la salud (Landeras-Pilco, 2023).

De tal manera, la pérdida auditiva causada por la exposición constante al ruido se refiere a la reducción de la capacidad auditiva, de manera parcial o total, permanente y acumulativa, como consecuencia de la exposición a entornos con niveles de ruido dañinos, de carácter continuo o variable durante periodos extensos (Moreira Mayorga & Alfonso Morejón, 2022). Por ello, el ruido se considera uno de los principales agentes contaminantes en el medio ambiente debido a que su efecto en la salud y en el bienestar de las personas son notables. Entonces, para garantizar condiciones adecuadas en entornos urbanos y laborales, algunas normativas sobre niveles de ruido establecen medidas clave para evitar daños auditivos (véanse las tablas 1 y 2) y reducir las molestias asociadas a una exposición prolongada al ruido (Vazques Sanchez & Manzano Merchán, 2023). Estas regulaciones son fundamentales para fomentar un entorno seguro y saludable en ambientes residenciales, industriales y laborales (Hernández-Peña et al., 2019).

Tabla 1
Tiempo máximo de exposición al ruido según un nivel equivalente diario

$L_{Aeq,T}$ en dB (A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	½ hora
102	¼ hora

(continúa)

(continuación)

$L_{Aeq,T}$ en dB (A)	Tiempo máximo de exposición
105	7½ minutos
112	1½ minutos
117	½ minuto
120	15 segundos

Nota. $L_{Aeq,T}$ es el nivel sonoro continuo equivalente ponderado en A en un periodo de tiempo específico. De *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo*, por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 2006, p. 29 (<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido/96a86542-1ac3-42c1-9df2-8c385c67db60>).

Tabla 2

Tiempo de exposición y niveles sonoros medidos en decibeles con el filtro A en posición lenta

Nivel sonoro en dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Nota. En el Decreto Ejecutivo 2393, en el numeral 6 del artículo 55 menciona que “los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido”. De *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*, aprobado por el Decreto Ejecutivo 2393, 17 de noviembre de 1986, numeral 7 del artículo 55, sobre ruidos y vibraciones (<https://www.epemapar.gob.ec/documentos/2015/MAYO/A/a2/NORMATIVA/DECRETO%20EJECUTIVO%202393.pdf>).

Entonces, la finalidad del Decreto Ejecutivo 2393, en su artículo 55, y de la “Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo” es controlar y minimizar los riesgos producidos por la exposición a ruidos excesivos, es decir, no buscan solo prevenir los daños auditivos, sino reducir el impacto de estos en la calidad de vida y la eficiencia productiva de los trabajadores. La diferencia entre ambas normativas radica en que el INSST permite hasta un umbral máximo de 87 dB considerando la atenuación por protección auditiva, mientras que el Decreto Ejecutivo 2393 establece un límite máximo de 85 dB sin especificar dicha reducción. Además, la normativa española incorpora diferentes niveles de acción, como el umbral de acción y los límites para ruido de impacto. Además, el INSST caracteriza el ruido como cualquier sonido peligroso, incómodo, inútil o desagradable. Por ello, el ruido puede analizarse como un grupo de propiedades

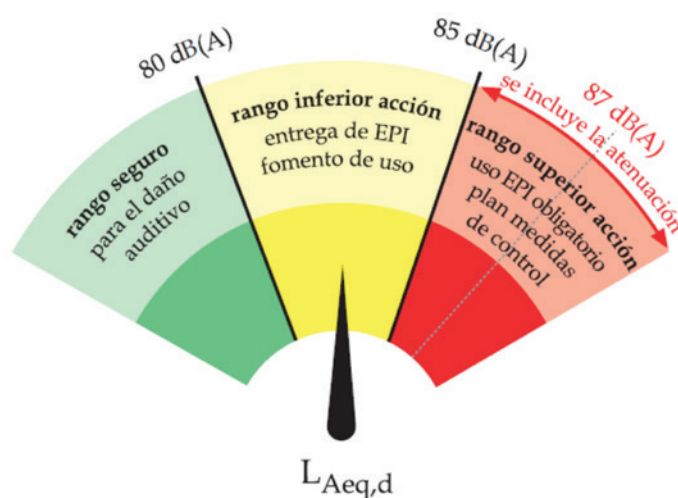
físicas medibles que incluyen variables objetivas, como la amplitud y la frecuencia (INSST, 2023).

Respecto al nivel de ruido de los generadores, los límites máximos fijados oscilan entre 95-98 dB. Los niveles de ruido que superan los 85 dB pueden ser perjudiciales para la audición, por lo que resulta vital entender cómo reducirlos al emplear generadores eléctricos en viviendas, industrias y oficinas (Grupos Bravo Generadores Eléctricos, 2023).

La dificultad en la comunicación oral es otra consecuencia perjudicial, ya que los cambios bruscos en el nivel de sonido dificultan la interacción efectiva entre los trabajadores. Además, la exposición repetida al ruido intermitente se puede asociar con alteraciones auditivas temporales (véase la Figura 1), lo que aumenta el riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido a corto plazo (Andino & Sabatier, 2024).

Figura 1

Valores de exposición y niveles de acción



Nota. De Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo, por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2022, p. 15 (<https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido+en+los+lugares+de+trabajo+2022.pdf/491842fd-cdf3-09bc-09b6-acc88279eea4?t=1725623502826>).

En los meses de interrupciones de energía por las sequías, la exposición al ruido de estos generadores era casi inevitable, dado que se empleaban durante extensos periodos para preservar el funcionamiento de electrodomésticos y equipos indispensables. Este ruido incesante no solo impactó sobre la salud auditiva de numerosas personas, sino

que también generó inconvenientes como trastornos del sueño, incremento del estrés y dificultades de concentración, elementos que ponen en riesgo el bienestar global (Quispe Mamani et al., 2021).

Como la crisis energética en Ecuador no se ha solucionado totalmente, es posible que la utilización intensiva de generadores eléctricos vuelva a ocurrir en el futuro. Por esta razón, es vital estar equipados con tácticas efectivas para salvar la salud auditiva de la población y asegurar un ambiente más saludable con el fin de reducir el efecto del ruido producido por estos equipos.

METODOLOGÍA

En este estudio se han analizado las posibles afectaciones ocasionadas por los generadores eléctricos en la salud de los trabajadores cuando realizaron sus labores durante las sequías del 2024. El enfoque investigativo fue direccionado a la ruta cuantitativa porque su naturaleza tiene como objetivo la recolección de datos numéricos para ser procesados y analizados mediante el uso de estadística descriptiva e inferencial, además, porque "la confiabilidad se enfoca en los datos, en el contexto de un método estadístico, desde aquí se observa la importancia del regreso a lo empírico en la vida cotidiana" (Castañeda, 2022, p. 8).

El enfoque de investigación adoptado fue el de trabajo de campo, ya que los datos fueron recolectados *in situ* para obtener mediciones aproximadas en los sectores seleccionados (se mencionan más adelante), donde la fluctuación del nivel de ruido era significativa. En cuanto al nivel o alcance de la investigación, se definió como descriptivo, dado que su propósito es detallar y especificar las características propias de la variable en estudio (Arias-González & Covinos-Gallardo, 2021).

Respecto al contexto, los apagones registrados a nivel nacional afectaron directamente a todas las provincias de Ecuador e impactaron en diversas actividades productivas. Por esta razón, delimitar el estudio resultó pertinente, con el objetivo de obtener datos preliminares y aproximados. En esta investigación, el análisis del ruido se centró en la zona céntrica del cantón Ambato, en la provincia de Tungurahua. Se seleccionó este sector debido a la alta concentración de locales comerciales, los que en su mayoría utilizaban generadores eléctricos como consecuencia de los cortes de energía. Además, la densidad de personas y la congestión vehicular contribuyeron significativamente al incremento de los niveles de ruido.

Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que el investigador tuvo la facultad de seleccionar de manera discrecional la cantidad de elementos a analizar (Hernández-González, 2021). Se definió un total de veintidós locales comerciales de distintas actividades económicas para realizar las mediciones de ruido

correspondientes, en los cuales el uso de generadores eléctricos resultó indispensable para el cumplimiento de sus labores. Esta cantidad de locales constituyó la muestra establecida para la investigación.

Para obtener las mediciones respectivas de los niveles de ruido, se utilizó un sonómetro profesional marca Extech 407730 con las siguientes características, según su ficha técnica (Ecuador GPS, s. f.):

- Precisión ± 2 dB con resolución de 0,1 dB
- Ponderación A y C
- Salida análoga CA
- Registro de valores máximo/mínimo sobre tiempo
- Funciones de apagado automático y retención de máximos
- Utiliza un micrófono condensador de 12,7 mm
- Montable en trípode
- Escala de medición de 40 a 130 dB
- Tiempo de respuesta rápida/lenta
- Completo con 4 baterías AAA
- Pantalla contra viento del micrófono

Luego, se definieron los sectores ubicados en la zona céntrica de la ciudad de Ambato. En este contexto, las mediciones se realizaron en los siguientes sectores: Juan Montalvo, Mercado Modelo, el parque 12 de Noviembre y Teófilo López.

La medición se realizó en diferentes locales comerciales y se abarcó un total de veintidós puntos de medición. En este proceso, se aplicó como procedimiento para la toma de datos el siguiente esquema: en primer lugar, se determinó el lugar posicional de la persona expuesta al ruido; posteriormente, se efectuó la medición con el sonómetro profesional marca Extech 407730 (véase la Figura 2) durante un minuto y a una distancia de 1,5 m entre el generador y el trabajador, y, finalmente, se registraron los niveles de ruido.

En este sentido, la franja horaria en la que se realiza una medición influye significativamente en los resultados. Por ello, las mediciones se realizaron en horarios estratégicos para minimizar la interferencia del ruido ambiental, los periodos considerados fueron de 8:00 a 9:30 horas y de 18:00 a 19:30 horas, durante los días sábado y domingo hasta completar los veintidós puntos de medición, momentos en los que la congestión vehicular, conversaciones humanas, ruido de la naturaleza y ruido de equipos urbanos fueron mínimos.

Figura 2

Medición de ruido



Nota. En la imagen izquierda se muestra el generador eléctrico y en la imagen derecha se muestra el sonómetro utilizado para la medición del ruido.

Luego de la toma de medición de los niveles de ruido, se entrevistó a las personas que participaron con dos preguntas puntuales para conocer algunas sintomatologías y efectos ocasionados por el ruido emitido por los generadores eléctricos. En este sentido, dichas preguntas fueron estructuradas con respuestas politómicas, es decir, se detallaron y explicaron algunos síntomas y afectaciones en el desempeño que posiblemente pueden ocurrir al estar expuesto al ruido durante la jornada de trabajo. Las preguntas planteadas fueron las siguientes:

- a. ¿Qué síntomas ha sufrido debido a la exposición continua al ruido proveniente de los generadores eléctricos?
- b. ¿De qué manera el ruido de los generadores eléctricos influye en su rendimiento cotidiano?

Para la primera pregunta, las opciones de respuesta fueron dolor de cabeza, zumbido en los oídos, pérdida de la audición, fatiga o agotamiento, irritabilidad o ansiedad, dificultad para dormir, ningún síntoma y otros síntomas. Para la segunda, las opciones fueron dificultad para concentrarse, reducción de la productividad laboral, alteraciones en la comunicación, estrés durante las actividades diarias, ninguna afectación y otros efectos.

Con las respuestas recolectadas, se obtuvo un punto de partida para generar recomendaciones sobre las medidas preventivas con el fin de disminuir los síntomas o afectaciones en el desempeño en futuras situaciones en las que se presenten cortes de energía eléctrica debido a estiaje o condiciones climáticas adversas. En particular, estas recomendaciones están dirigidas a aquellas regiones donde la generación de energía eléctrica depende en gran medida de la energía hidráulica.

RESULTADOS

Para realizar un análisis estadístico acorde con los datos recolectados, y recalcando nuevamente que se tomaron los valores máximos de cada medición efectuada, se aplicó un estudio descriptivo con los datos obtenidos de las mediciones sin tomar en consideración la normativa nacional e internacional sobre los niveles máximos permisibles de exposición (véase la Tabla 3).

Tabla 3
Niveles de ruido por cada medición según el sector

Sector	Nivel de ruido (dB)
1	83,4
1	79,7
1	86,2
1	83,8
1	84,5
1	84,1
2	83,3
2	81,9
2	91,6
2	83,2
2	85,7
2	86,8
2	81,2
2	86,4
3	80,7
3	86,9
3	83,1
4	82,6
4	82,3
4	85,7
4	86,5
4	85,2

Nota. Los números de la primera columna hace referencia al sector donde fue realizada la medición. Juan Montalvo (1), Mercado Modelo (2), el parque 12 de Noviembre (3) y Teófilo López (4). La toma de medición tuvo una duración de un minuto.

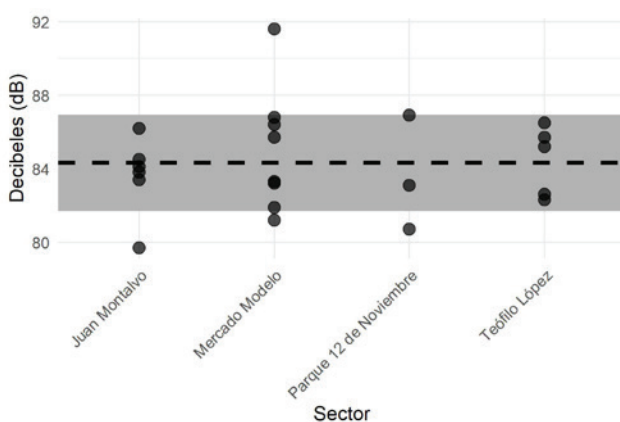
Con los niveles de ruido expresados en la Tabla 3, se calcularon los estadísticos descriptivos, incluyendo la medida de tendencia central (media), la medida de dispersión (desviación estándar) y los extremos (mínimo y máximo) que se encuentran en la Tabla 4. Para realizar todo el análisis estadístico, se utilizó el *software* R.

Tabla 4*Estadísticos descriptivos*

Mínimo (dB)	Máximo (dB)	Media (dB)	Desviación estándar (dB)
79,7	91,6	84,3	2,6

Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R.

En la Figura 3, se puede observar que la concentración de los niveles de ruido se encuentra en un intervalo aproximado de 81,7 a 86,9 dB. Además, si se desea tomar un valor referencial correspondiente a la media de los datos como límite máximo permisible, el 50 % de los casos supera dicho valor. Aunque no se considera una normativa vigente sobre los niveles de ruido en la Figura 3, esto sugiere a grandes rasgos que es necesario tomar acciones preventivas con el fin de evitar problemas auditivos.

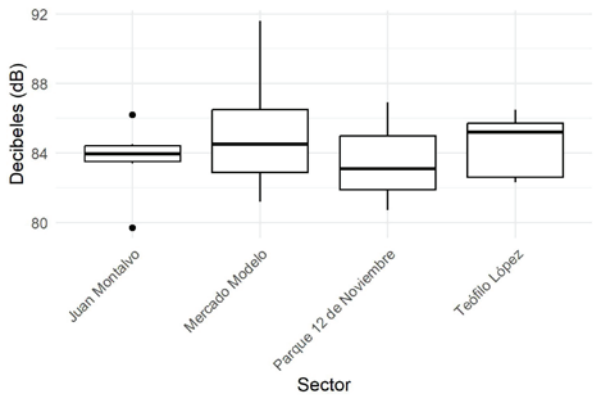
Figura 3*Diagrama de dispersión de decibeles por sector sin considerar normativa legal*

Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R. La línea discontinua representa la media del conjunto de datos. Las franjas grises verticales indican una desviación estándar con respecto a la media. Además, existen mediciones iguales, por tal razón, los puntos de superponen.

En la Figura 4, se puede observar que, de manera general, las cajas presentan una dispersión reducida, lo que indica que no existe mucha variabilidad en los datos. Cabe destacar que se puede verificar, con la mediana (línea horizontal en la parte interna de la caja), que los niveles de ruido en los sectores del Mercado Modelo y Teófilo López son superiores a la media (84,3 dB). Esto sugiere que existen picos de ruido muy altos y, por lo tanto, es muy probable que las afectaciones auditivas sean más significativas en ese sector.

Figura 4

Diagrama de cajas de decibeles por sector

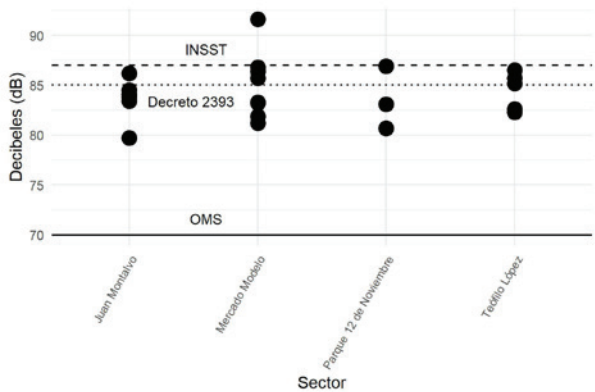


Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R.

Cuando se tratan temas de ruido, como los límites máximos permisibles y el tiempo de exposición, es importante contar con un sustento técnico basado en una norma legal vigente que facilite la toma de decisiones y las posibles medidas de prevención. En consecuencia, la Figura 5 muestra que, en el Mercado Modelo y Teófilo López, el 50 % y 60 % de las mediciones realizadas respectivamente superan el límite de los 85 dB establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393, lo que los convierte en los sectores con mayor incidencia. Además, en el sector del Mercado Modelo se registra un nivel de ruido crítico con 91,6 dB, lo que supera el umbral permitido en todas las normativas consideradas en esta investigación.

Figura 5

Diagrama de dispersión de decibeles por sector considerando la normativa legal



Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R. INSST = Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo; OMS = Organización Mundial de la Salud.

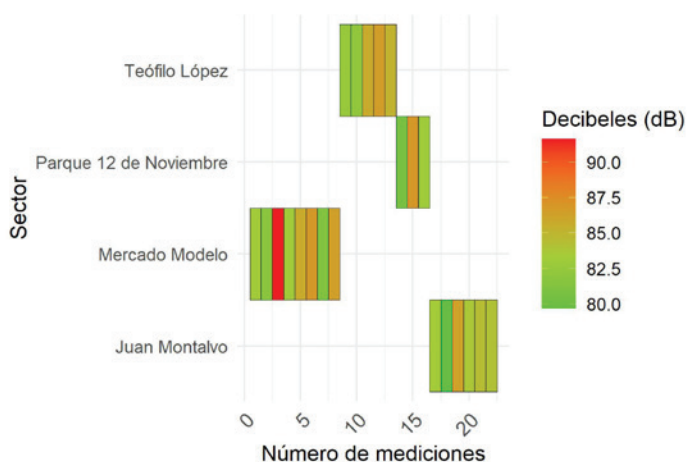
Si se analiza la Figura 5 bajo un criterio estricto, se debe tener en cuenta que el artículo 55 del Decreto Ejecutivo 2393 señala que, si las actividades en un lugar de trabajo requieren tareas intelectuales, regulación, concentración y cálculo, y para que el oído humano tolere y asimile el ruido sin sufrir daños, ya sean temporales o permanentes (Organización Mundial de la Salud, 2022), el nivel de ruido no debe superar los 70 dB.

En tal sentido, algunas mediciones se realizaron en farmacias, donde el trabajo de un farmacéutico requiere de mucha concentración para cumplir con sus actividades, como vender el medicamento correcto con la dosis correcta. Si se generalizara este criterio para todos los locales comerciales que fueron parte de las mediciones respectivas, se hubiera observado que, en todos los casos, se superarían los umbrales permitidos establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393 y la OMS. Por ende, no necesariamente se debe esperar a que se alcancen los umbrales máximos; al contrario, se deben tomar acciones preventivas que protejan el bienestar y la salud de los trabajadores.

Con el fin de verificar lo señalado en las figuras 4 y 5, la Figura 6 se basa en un mapa de calor de los niveles de ruido. Claramente, existe una franja (área) de color rojo en el sector del Mercado Modelo que, efectivamente, representa los 91,6 dB. Además, se observan algunas franjas de color naranja en los sectores, lo que induce a pensar que los niveles de ruido están cerca de los umbrales máximos permisibles establecidos en la normativa utilizada para el presente estudio.

Figura 6

Mapa de calor de decibeles por sector

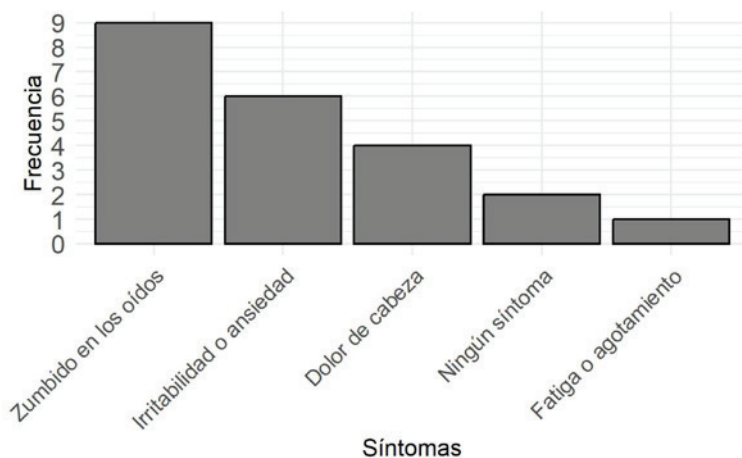


Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R. Los niveles de ruido según los sectores son representados con base en una escala cromática, en la que los tonos más intensos representan niveles de ruido altos y los tonos suaves indican los niveles de ruido bajos.

Con respecto a las preguntas formuladas a las personas que participaron luego de realizar las mediciones de ruido, se obtuvieron algunos resultados que llamaron la atención sobre la sintomatología en las personas. En la Figura 7, el síntoma con mayor incidencia fue el zumbido en los oídos, lo cual, en términos porcentuales, representó el 40,9 % de la muestra establecida. A pesar de que la normativa, tanto internacional como nacional, define niveles de ruido y tiempo de exposición sobre la base de criterios técnicos, estar expuesto al ruido de manera prolongada en un intervalo de tiempo genera algunas consecuencias en la salud de los trabajadores. Por esta razón, es de suma importancia contar con medidas preventivas o un plan de acción en caso de que se repita el uso de los generadores eléctricos cuando existan cortes de energía eléctrica.

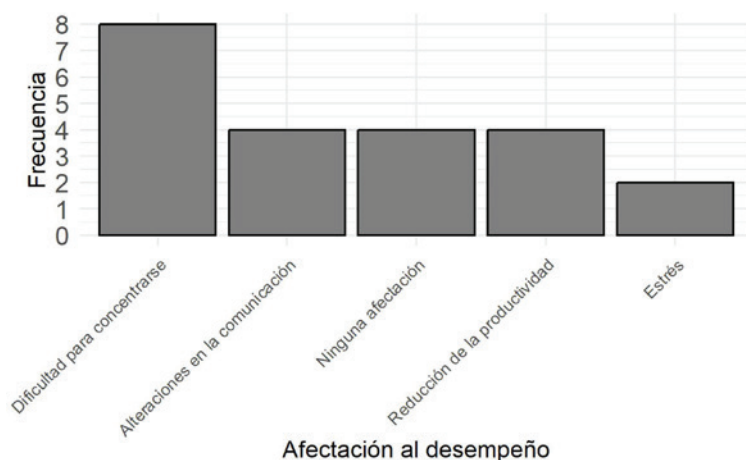
Figura 7

Sintomatología a la exposición del ruido producido por los generadores eléctricos



Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R.

Al estar expuestos al ruido, no necesariamente se afecta la salud física de los trabajadores; sin embargo, indirectamente se generan afectaciones en el desempeño laboral, lo que hace que las actividades no se ejecuten adecuadamente. Por ende, otra pregunta planteada a las personas que participaron en el estudio estuvo relacionada con el desempeño. En la Figura 8, se puede observar que la afectación más significativa fue la dificultad para concentrarse, lo cual, en términos porcentuales, representa el 36,4 % de la muestra establecida. Es coherente que el ruido excesivo genere un malestar general, ya que la concentración está vinculada a la parte psicológica de las personas, lo que influye en las actividades laborales. No obstante, contar con un protocolo sobre pausas activas contribuiría a mejorar la concentración.

Figura 8*Afectación al desempeño laboral producido por los generadores eléctricos*

Nota. Los datos fueron procesados utilizando el software R.

DISCUSIÓN

Los cambios climáticos a nivel mundial han generado afectaciones en el medioambiente, además de impactos económicos y factores sociales. Por otro lado, en los últimos años, el calentamiento global es un problema que los científicos e investigadores han tratado de reducir, pero con soluciones mínimas. Sin embargo, el problema está en la humanidad que carece de concientización sobre la contaminación al medioambiente y que, en varias ocasiones, son provocados por el mismo ser humano.

En Ecuador se han sufrido sequías considerables. Esta situación ha surgido por el incremento de la temperatura, olas de calor extremas que han producido evaporaciones en los ríos y escasas lluvias en las cuatro regiones del país. A nivel general, el país ha sido afectado en varias ocasiones por este tipo de impactos, los cuales recaen en cortes de energía. Esto se debe a que las represas disminuyen su cota de agua significativamente, tomando en cuenta, además, que la energía eléctrica del país se obtiene de centrales hidroeléctricas y térmicas en un alto porcentaje y que el uso de energías renovables es muy escaso (Carrión et al., 2021).

En la ciudad de Ambato, que es considerada una zona comercial y cuya actividad económica es representativa en todo el país, la presencia de industria hace que la ciudad tenga producción de bienes y servicios de todo tipo. Sin embargo, al sufrir los cortes de energía, Ambato y todas las ciudades del país experimentaron impactos en su economía, lo que ha afectado con mayor intensidad a las medianas y pequeñas

empresas, para las cuales fue indispensable adquirir generadores eléctricos con el fin de lograr la reactivación comercial.

En la zona céntrica del país, el uso de los generadores eléctricos ha provocado una contaminación acústica que, junto al ruido producido por el tráfico vehicular y el ruido generado por la comunicación humana, ha producido patologías en la salud y afectaciones en el desempeño de las actividades laborales. De hecho, el transitar por el centro de la ciudad generaba un malestar, sobre todo en la zona auditiva y cefálica. Además, en corto tiempo, se producía irritabilidad en las personas. No obstante, optaban por realizar su actividad de manera rápida para luego retirarse a su domicilio.

El problema con mayor incidencia tuvo lugar entre los trabajadores de los locales comerciales que estaban expuestos a los ruidos mencionados anteriormente durante toda la jornada de trabajo, es decir, ocho horas diarias. En muchos casos, la concentración era muy difícil de mantener, y esto provocaba un desgaste físico y mental. Adicionalmente, el ruido de los generadores eléctricos evitaba que la comunicación con los clientes fuera asertiva. Por otro lado, la duración de los cortes de energía, según la planificación horaria por parte de las empresas eléctricas y su ministerio, variaba de cuatro a catorce horas de corte al día. Cada semana, se manejaba un horario distinto y en franjas horarias diferentes. Como resultado, esto ocasionó que los trabajadores convivieran durante algunos meses con los generadores eléctricos, los cuales se ubicaban en la parte exterior de los locales comerciales.

La exposición prolongada al ruido depende del tipo de trabajo que se realice; no obstante, las normativas del INSST, el Decreto Ejecutivo 2393 y la OMS deberían realizar un análisis según el contexto. En este caso, sería fundamental establecer parámetros sobre los límites máximos permisibles en locales comerciales ubicados en zonas céntricas de una ciudad, donde el ruido ambiental sea considerado un agente directo de afectación. Además, esto cobra mayor relevancia cuando se utilizan generadores eléctricos que, debido a la falta de energía, generan un nivel de ruido adicional al habitual.

La normativa vigente detalla parámetros de niveles de ruido basados en un análisis realizado en empresas dedicadas a la producción de bienes y servicios, donde los criterios son distintos a los que realmente se presentan en los locales comerciales. En este sentido, el INSST y el Decreto Ejecutivo 2393 establecen que, para una jornada de ocho horas, el nivel de ruido debe ser de 87 dB y 85 dB, respectivamente. Sin embargo, aunque la OMS y el Decreto Ejecutivo 2393 indican que, en actividades donde el nivel de concentración es de mayor requerimiento, el ruido no debe exceder los 70 dB. Esta regulación no permite tomar decisiones asertivas o preventivas para minimizar las afectaciones en los trabajadores. Por ello, las autoridades locales deberían generar planes de acción, guías, instructivos y procedimientos que permitan a empleadores y trabajadores estar preparados ante posibles acontecimientos en los que la falta de energía eléctrica obligue a los locales comerciales a utilizar generadores eléctricos.

Es importante mencionar que los locales comerciales ubicados en la zona céntrica de una ciudad desarrollan diferentes actividades económicas. En el caso de la ciudad de Ambato, la gran mayoría de estos establecimientos están direccionados a la venta de productos como farmacias, mercados, artículos tecnológicos y vestimenta, entre otros. En este tipo de locales, la concentración es una variable indispensable. Por ejemplo, en una farmacia, los farmacéuticos requieren un alto nivel de concentración para proporcionar el medicamento adecuado. Por ende, el ruido producido por los generadores eléctricos puede provocar equivocaciones en la dispensación de los medicamentos, lo que podría tener consecuencias significativas para las personas que realizan la compra. Por esta razón, contar con un instructivo o protocolo sería de suma importancia en estos casos, pues los niveles de ruido estarían estandarizados con base en un estudio minucioso. Además, los equipos de protección individual deben ser diseñados para tal fin para garantizar la protección de los trabajadores sin interferir en su comunicación con el entorno.

El implementar medidas preventivas o planes de acción basados en esta experiencia como país es un reto, sobre todo para empresarios, emprendedores o dueños de locales comerciales. Cuando se trata de estudiar el medio ambiente, existen dificultades para pronosticar algún evento que pueda ocurrir en el futuro. Por lo tanto, los expertos ambientalistas, conjuntamente con otros especialistas, deben comunicar al Gobierno central de manera asertiva, mediante una planificación bien estructurada, todo lo relacionado con las probabilidades de que se genere un estiaje cuando ocurra una temporada seca. El objetivo es que la población pueda tomar acciones y, a su vez, contar con un tiempo considerable para analizar los posibles daños tanto en la actividad económica de las empresas como en las posibles afectaciones a los trabajadores.

Una de las alternativas para reducir el impacto que pueden producir los generadores eléctricos en la salud de los trabajadores es utilizar generadores silenciosos o con tecnología de reducción del ruido, ya que esto permite la insonorización del equipo. Si bien la inversión inicial es alta, esta opción puede contribuir significativamente a minimizar las sintomatologías provocadas por la contaminación acústica y, al mismo tiempo, mejorar el ambiente laboral (Pérez Herrera et al., 2023).

En las zonas céntricas, debido a la afluencia de personas y congestión vehicular, es importante implementar dispositivos tecnológicos que permitan monitorear y controlar los niveles de ruido. Esto ayudaría a tener parámetros reales de la contaminación acústica y detectar áreas con mayor impacto acústico mediante mapas de ruido. Este tipo de tecnologías permite tomar decisiones preventivas con énfasis en los trabajadores que permanecen en los locales comerciales expuestos al ruido en su jornada completa de trabajo (Ordóñez Mendieta & Garrochamba, 2020).

CONCLUSIONES

Los cortes de energía eléctrica conllevan a que las actividades comerciales sufran afectaciones a gran escala y pérdidas económicas significativas. Las pequeñas y medianas empresas tuvieron la obligatoriedad de buscar alternativas para evitar que sus locales paralicen la producción y, sobre todo, para no perder la venta de productos. Así, adquirir generadores eléctricos fue la opción más rápida para mantener los locales comerciales en funcionamiento, sin tener en cuenta las posibles consecuencias que pueden ocasionar a los trabajadores. El estudio tuvo la oportunidad de verificar los niveles de ruido en la zona céntrica de la ciudad de Ambato (Ecuador), donde todas las mediciones realizadas sobrepasaron los 70 dB.

Al estar expuestos al ruido excesivo en prolongados intervalos de tiempo, se ha provocado que los trabajadores sufran de zumbidos en el oído, lo que representa un 40,9 % de la muestra. A su vez, se observan alteraciones en la concentración, con un 36,4%, lo que refleja la gravedad del problema. Este tipo de inconvenientes afecta directamente a la salud auditiva, y la dificultad de concentración compromete indirectamente la eficiencia operativa de los locales comerciales.

Es vital salvaguardar la salud auditiva al estar expuesto al ruido desmedido de los generadores eléctricos, ya que esto ayuda a prevenir problemas auditivos tanto a corto como a largo plazo. El uso de protectores de espuma o silicona que reduzcan el ruido del ambiente sin eliminarlo completamente es una alternativa que los trabajadores en los locales comerciales pueden utilizar con la finalidad de atenuar el ruido (Gamero Motta, 2020).

Es importante evitar permanecer en el área más ruidosa durante extensos periodos de tiempo. En lo posible, rotar al personal en una jornada máxima de cuatro horas si los cortes de energía son prolongados por más de ocho horas. En el caso de no ser posible, el uso de barreras acústicas puede ser una ruta de solución que ayude a reducir el nivel de ruido (Carrillo Barahona et al., 2023).

Se recomienda destinar un espacio con un diseño acorde con las características físicas de los generadores eléctricos. En términos técnicos, esto implicaría la construcción de un cuarto de máquinas con la finalidad de atenuar eficazmente el ruido (El Mercurio, 2024). Además, ubicar los generadores eléctricos en áreas adecuadas evitaría afectar la parte exterior de los locales comerciales, lo que podría generar un ruido ambiental significativo para los transeúntes.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

José Fernando Mendoza Rodríguez: redacción, revisión y edición, escritura: borrador y original, *data curation*, análisis formal, metodología, investigación, *software*, administración del proyecto, supervisión, validación, visualización. **Christopher Sebastián Poaquiza Aucatoma:** conceptualización, redacción, revisión y edición, investigación, recursos.

REFERENCIAS

- Andino, F. L., & Sabatier, I. (2024). *Impacto del ruido en la salud de trabajadores hidrocarburíferos: desafíos y oportunidades para la fonoaudiología* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Rosario]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Rosario. <https://hdl.handle.net/2133/27988>
- Arias-González, J. L., & Covinos-Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Briones Ortiz, A. K., Lozano Briones, L. L., Cedeño Mendoza, E. D., & Moreira Bustamante, M. E. (2023). Ruido laboral y su relación con la pérdida auditiva en empleados en empresas de salud pública. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 8(1), 132-138. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2986>
- Carrillo Barahona, W. E., Negrete Costales, J. H., Toalombo Vargas, V. M., Estrada Brito, N. A., & Chacón Chacón, P. M. (2023). Control y evaluación estadística de los niveles de ruido de la contaminación sonora en las unidades educativas Don Bosco y María Auxiliadora Macas–Ecuador. *Polo del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 8(1), 1429-1453. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9284306>
- Carrión, D., Quinteros, J., & Masache, P. (2021). Revisión para la restauración óptima de la operación del sistema eléctrico basado en criterios de calidad de energía y estabilidad. *I+D Tecnológico*, 17(1), 87-95. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/339/3392002010/index.html>
- Castañeda, M. M. (2022). La científicidad de metodologías cuantitativa, cualitativa y emergentes. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.19083/ridu.2022.1555>
- Decreto Ejecutivo 2393. Por el cual se aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. 17 de noviembre de 1986. Registro Oficial 565. <https://www.epemapar.gob.ec/>

- documentos/2015/MAYO/A/a2/NORMATIVA/DECRETO%20EJECUTIVO%202393.pdf
- Ecuador GPS. (s. f.). *Sonómetro Extech 407730*. <https://ecuadorgps.com/producto/sonometro-extech-407730/>
- El Mercurio. (2024). *Ruido de los generadores: ¿cómo proteger los oídos?* <https://elnuevotiempo.com/ruido-de-los-generadores-como-proteger-los-oidos/>
- Gamero Motta, H. G. (2020). Comparación de los niveles de ruido, normativa y gestión de ruido ambiental en Lima y Callao respecto a otras ciudades de Latinoamérica. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (5), 107-142. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202001.004>
- Grupos Bravo Generadores Eléctricos. (2023). *Generador eléctrico genenergy guardian S6-SOL ARR/ELECT 2 hilos monofásico 230 V*. <https://gruposbravo.com/generadores-de-gasolina/47--genenergy-guardian-s6-solar-arrelect-2-hilos.html>
- Hernández-González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&tlng=es
- Hernández-Peña, O., Hernández-Montero, G., & López Rodríguez, E. (2019). Ruido y salud. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000400019&lng=es&tlng=en
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2006). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido*. <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido/96a86542-1ac3-42c1-9df2-8c385c67db60>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo*. <https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido+en+los+lugares+de+trabajo+2022.pdf/491842fd-cdf3-09bc-09b6-acc88279eea4?t=1725623502826>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). *Ruido*. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos/ruido>

- Landeras-Pilco, M. I. (2023). Ruido ocupacional y su influencia en la siniestralidad y ausentismo laboral en la empresa Tal S. A., Trujillo-Perú, 2021-2022. *Revista Ciencia y Tecnología*, 19(2), 37-52. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2023.02.03>
- Massa-Palacios, L., Cusi-Palomino, R., & Álvaro-Huillcara, M. (2021). Percepción del ruido ambiental en pobladores de Cercado de Ica, Perú. *Producción + Limpia*, 16(1), 31-47. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552021000100031
- Maya, G., Correa, M., & Gómez, M. (2010). Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano. *Producción + Limpia*, 5(1), 75-94. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000100005
- Moreira Mayorga, D. A., & Alfonso Morejón, E. A. (2022). Hipoacusia inducida por ruido ocupacional (revisión de la literatura). *Recimundo*, 6(3), 276-283. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(3\).junio.2022.276-283](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.276-283)
- Ordóñez Mendieta, A. J., & Garrochamba, A. P. (2020). Diseño de una WSN para el monitoreo de CO2 en el aire y niveles de ruido en la ciudad de Loja. *Maskay*, 10(1), 20-31. <https://doi.org/10.24133/maskay.v10i1.1522>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida auditiva*. <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Orozco, M. (2024, 31 de diciembre). 2024: el año en que se fue y regresó la luz. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/economia/crisis-electricidad-cortes-luz-resumen2024-86508/#:~:text=Hogares%20ya%20no%20tienen%20cortes,desde%20el%2020%20de%20diciembre>
- Pérez Herrera, A., Baracaldo Alba, H. E., Jauregui Rigo, S. L., & Fariñas Wong, E. Y. (2023). Configuraciones de generadores eléctricos para pequeños aerogeneradores con mínimas condiciones tecnológicas de fabricación. *Ingeniería Energética*, 44(2), 81-93. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012023000200081
- Pintulac. (2024). *Generador dual gasolina-GLP 43753 W. Sesnsor Co2 Champion*. <https://www.pintulac.com.ec/generador-dual-gasolina-glp-43753-co2-champion.html>
- Quispe Mamani, J. C., Roque Guizada, C. E., Rivera Mamani, G. F., Rivera Mamani, F. A., & Romaní Claros, A. (2021). Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 311-337. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.228

- Santos Pérez, Y., & Novoa López, A. M. (2020). Actualización acerca del riesgo de pérdida auditiva inducida por ruido en el personal odontológico. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*, 108(2), 80-87. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/10/1121640/atualizacion-acerca-del-reisgo-de-perdida-auditiva-inducida.pdf>
- Vásconez, L. (2024). Hogares de Ecuador amanecen sin cortes de luz este 20 de diciembre de 2024. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/hogares-de-ecuador-amanecen-sin-cortes-de-luz-este-20-de-diciembre-de-2024.html>
- Vazques Sanchez, D. J., & Manzano Merchán, F. O. (2023). Determinar los niveles de ruido ocupacional en agentes de tránsito de Cuenca-Ecuador. *Religación*, 8(37). <https://doi.org/10.46652/rgn.v8i37.1089>