



CENTRO DE ESTADÍSTICA

Universidad del Azuay

**Cuenca,
Abril de 2025
No. 65**

El Centro de Estadística de la Universidad del Azuay se establece como un espacio destinado a potenciar y respaldar la investigación mediante el apoyo y la ejecución de proyectos, garantizando un correcto y preciso manejo de los datos; así como, promueve instancias formativas para la comunidad universitaria, generando actividades de aprendizaje permanente vinculadas al empleo de datos, el uso de la estadística y sus múltiples técnicas.

Fernando Córdova León
Coordinador Centro de Estadística

En esta edición:

Comparativa de niveles de ruido creadas por generadores diésel durante su operación en lugares cercanos

Este estudio, desarrollado por docentes investigadores del IERSE (Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador) de la Universidad del Azuay, analiza el impacto acústico de generadores diésel durante cortes de energía. Los datos muestran niveles de ruido que superan los límites permitidos, afectando el entorno laboral. El análisis estadístico confirma diferencias significativas y respalda el uso de energías renovables como alternativa más limpia y silenciosa.

Centro de Estadística: Fernando Córdova, Gabriela Duque, Jonnatan Avilés, Tatiana Pesántez, Julio Mosquera.

Sitio web: <https://centro-estadistica.uazuay.edu.ec/>

Comparativa de niveles de ruido creados por generadores diésel durante su operación en espacios cercanos

Darwin Darío Espinoza Saquicela

Chester Andrew Sellers Walden

Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador

Introducción

Debido a la intensa sequía hidrológica que atravesó el Ecuador durante el año 2024 la generación de energía eléctrica del país se vio comprometida ya que la mayoría de esta depende de centrales hidroeléctricas. Por ello, para mantener la operabilidad de sus distintas dependencias, la Universidad del Azuay usa medios alternativos de generación eléctrica como paneles fotovoltaicos y generadores eléctricos.

El funcionamiento de generadores eléctricos es fácilmente perceptible debido a los altos niveles de ruido y gases poscombustión producidos. Es así que, en el ámbito local, la autoridad en temas ambientales, Comisión de Gestión Ambiental perteneciente al Municipio de Cuenca, realizó controles preventivos para verificar el buen estado de generadores eléctricos y evitar que estos produzcan niveles excesivos de ruido, contaminación del aire e incluso contaminación del suelo y agua que pueden ocasionarse por derrames de aceite o combustible.

Caso de estudio

La Universidad del Azuay, a través del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador,

ejecuta un monitoreo de ruido ambiente de distintos puntos del área urbana de Cuenca usando una red de sensores remotos, los cuales registran de forma autónoma niveles de ruido $dB A^1$.

La red de monitoreo cuenta con un nodo patrón usado para medir niveles de ruido ambiente en distintos puntos internos del campus central de la universidad. Por este motivo, para conocer los niveles de ruido a los que se expone un ambiente de trabajo durante el funcionamiento de un generador eléctrico, se ha ubicado el nodo patrón en una oficina cercana a un generador separada por una barrera artificial de concreto.

Metodología

Cada nodo de la red de monitoreo posee un sensor de ruido capaz de medir niveles $dB A$ por segundo. Los niveles interpretados como válidos durante un periodo de muestreo de diez minutos son usados para calcular un nivel de ruido equivalente Leq^1 . Tras finalizar dicho periodo, los valores calculados son enviados a un servidor de base de datos usando comunicación celular.

Se han obtenido las muestras de ruido registradas en dos días, uno en el que debido a cortes programados se hace uso del generador eléctrico, y otro en el que no se registraron cortes

¹ Promedio ponderado en el tiempo de un nivel de ruido constante, equivalente a ruido real variable.

en el servicio eléctrico, omitiendo el uso de generador. Para el primer día, 29 de octubre de 2024 (Figura 1) en el área del campus central de la universidad, se programaron cortes en el servicio eléctrico en dos franjas horarias, desde las 00H00 hasta las 04H00 y desde 12H00 hasta las 18H00, sumando un total de diez horas de suspensión del servicio. Mientras que, en el segundo día, 31 de octubre de 2024 (Figura 2) no se programaron cortes del servicio eléctrico.



Figura 1: Niveles *Leq* captados el 29 de octubre de 2024, con ocurrencia de cortes programados de energía eléctrica.

Según el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)[1] los niveles de ruido ambiente permitidos para una fuente fija de ruido en una zona de servicios sociales (EQ1), a la cual pertenece el campus central de la universidad, se establecen en 55 decibelios para el horario diurno de 07H00 a 21H00, y de 45 decibelios en el horario nocturno de 21H00 a 07H00 . Estos límites son mostrados en las gráficas con líneas discontinuas de color rojo.



Figura 2: Niveles *Leq* captados el 31 de octubre de

2024 sin ocurrencia de cortes de energía eléctrica

Análisis estadístico

Se ha realizado una clasificación de los niveles de ruido *Leq* del 29 de octubre de 2024 usando las franjas horarias de “Corte programado” y “Sin corte”. Se ha asignado la primera a aquellos valores registrados durante la ocurrencia de cortes programados en el servicio eléctrico, y la segunda a los registrados durante los periodos sin cortes programados, encontrándose 49 y 79 muestras para cada franja horaria respectivamente. Realizada la clasificación de los datos ha sido posible generar un diagrama de caja (Figura 3) con el cual ya se puede inferir que existe una diferencia entre las muestras de ambas categorías por la posición de sus medianas. Los *outliers* visibles en cada franja horaria ocurren debido a que los cortes del servicio eléctrico no han ocurrido a la hora anunciada, y se han desfasado varios minutos a lo anticipado por la empresa local CENTROSUR.

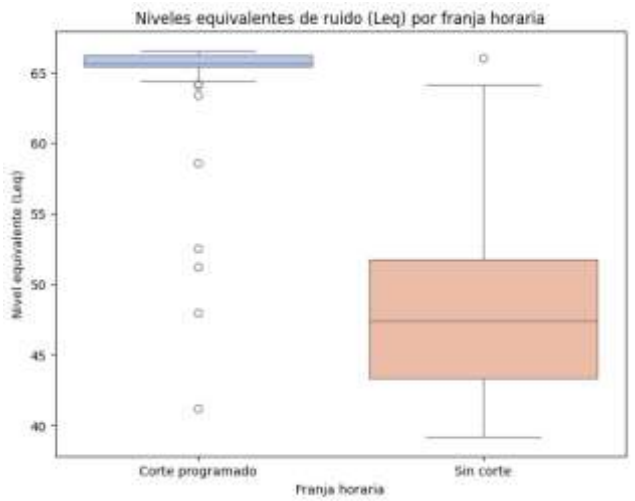


Figura 3: Diagrama de caja para niveles de ruido en las franjas horarias “Corte programado” y “Sin corte”, 29 de octubre de 2024.

Con el objetivo de verificar que existe una diferencia significativa entre los niveles de ruido registrados durante las franjas horarias de “Corte programado” y “Sin corte”, se ha planteado realizar una prueba *t* unilateral para muestras

independientes, para evaluar si la media de las muestras pertenecientes a la primera franja horaria es significativamente mayor a la de las muestras que se encuentran en la franja horaria sin corte programado. Para esto se usó un script² desarrollado en lenguaje Python y se consideran las siguientes hipótesis.

- H_0 : Niveles de ruido durante la franja horaria de "Corte programado" $\leq$ Niveles de ruido durante la franja horaria "Sin corte".
- H_a : Niveles de ruido durante la franja horaria de "Corte programado" $>$ Niveles de ruido durante la franja horaria "Sin corte".
- Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Resultados

Los parámetros obtenidos para la prueba t unilateral de muestras independientes son los siguientes:

- Grados de libertad: $49 + 79 = 126$
- Desviación estándar combinada: $S_p = 5,915$
- Valor del estadístico: $t = 14,736$
- Valor crítico de la distribución t para una cola: 1,657
- Valor p de la distribución t para una cola: 0,00

Dado que el valor p es menor que 0,05 y que t es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula (H_0) a un nivel de significancia de 0,05, indicando que la diferencia entre las medias de ruido ambiente registrado en franjas horarias con cortes programados y sin cortes programados es estadísticamente significativa.

Conclusiones

La exposición prolongada a una fuente fija de ruido (FFR), como generadores eléctricos diésel, puede representar riesgos para la salud debido al ruido constante y a las emisiones de gases contaminantes. El sonido continuo del motor puede provocar fatiga auditiva, estrés y, con el tiempo, afectar la audición. Por otro lado, los gases de escape contienen partículas nocivas que, en espacios mal ventilados, pueden causar problemas respiratorios.

El análisis estadístico presentado ha demostrado que los espacios de trabajo cercanos a generadores eléctricos están expuestos a niveles de ruido significativamente mayores a los habituales, cuando estos entran en funcionamiento. Por lo tanto, para minimizar estos riesgos, es recomendable mantener una distancia segura del generador, usar protección auditiva y asegurar una adecuada ventilación en el área.

Como alternativa sostenible y silenciosa ante cortes de luz, el uso de energías renovables como la fotovoltaica, ofrece una solución más limpia, segura y eficiente. La Universidad del Azuay, gracias al uso de paneles solares en sus dependencias, se ha convertido en la primera del país en tener autonomía energética, reduciendo así la dependencia de combustibles fósiles y minimizando el impacto ambiental.

Referencias

- [1] Ministerio del Ambiente. *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente: Libro VI, Anexo 5*. Ministerio del Ambiente, Ecuador, Quito, Ecuador, 2015. Consultado el 02 de diciembre de 2024.

² 3Repositorio remoto https://github.com/darespinoza/ruido_generador_ierse