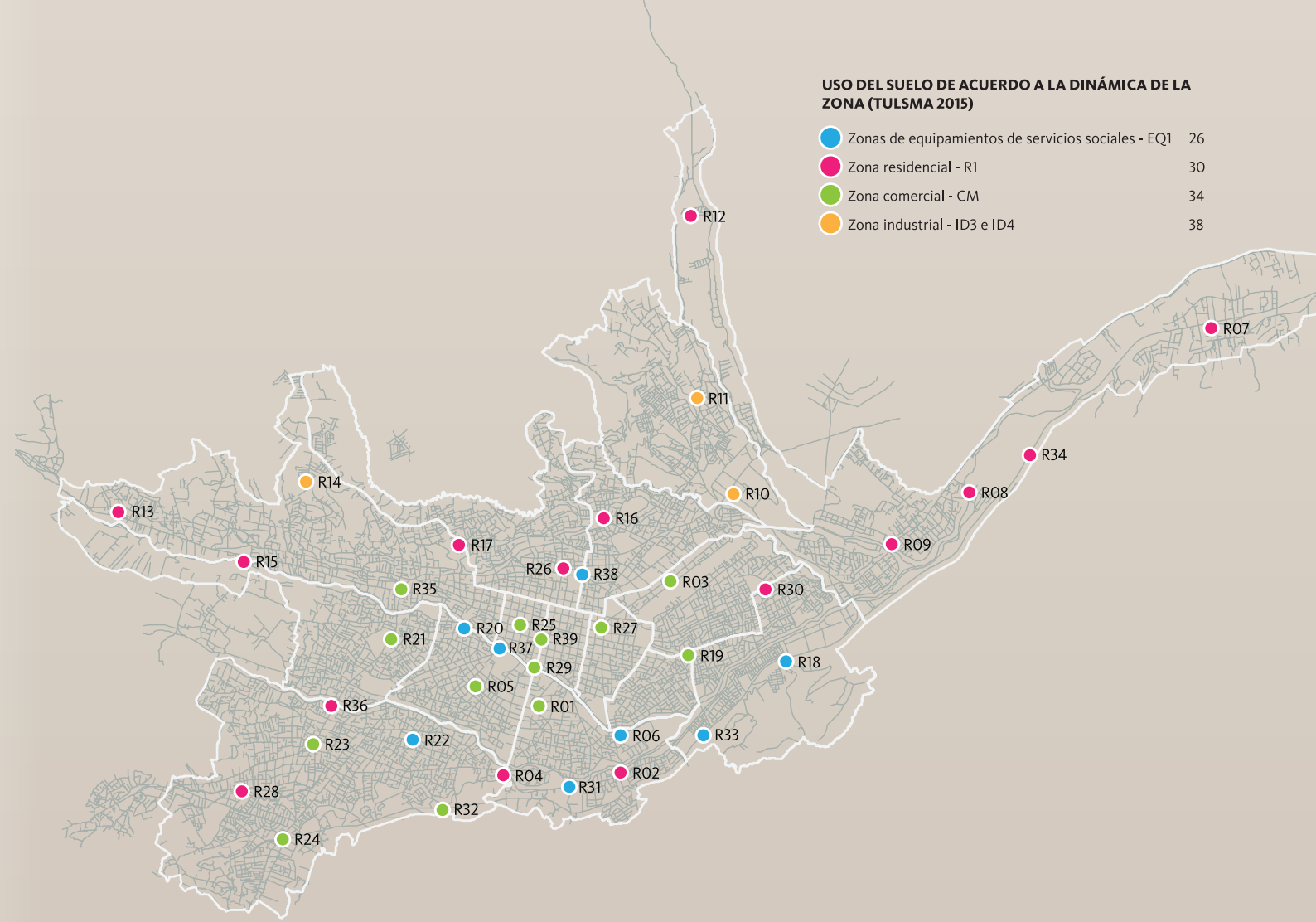


Ruido 2019-2021

CUENCA - ECUADOR

Ruido 2019-2021



Puntos de medición

PUNTO	SECTOR	PÁG.
R-01	El Estadio	34
R-02	Gapal	30
R-03	Aeropuerto Mariscal Lamar	34
R-04	Tres Puentes	30
R-05	Remigio Crespo	34
R-06	Hospital Regional	26
R-07	Challuabamba	30
R-08	Lagunas de oxigenación	30
R-09	Monumento a la Familia	30
R-10	Parque industrial	38
R-11	Camal	38
R-12	Camino a Ochoa León	30
R-13	La Libertad	30

PUNTO	SECTOR	PÁG.
R-14	Los Cerezos Alto	38
R-15	Camino del Tejar	30
R-16	Vía a Sinincay (Miraflores)	30
R-17	El Cebollar	30
R-18	Hospital del IESS	26
R-19	Redondel Paseo de los Cañaris	34
R-20	Redondel del Otorongo	26
R-21	Feria Libre	34
R-22	Isabel La Católica	26
R-23	Av. de las Américas y Don Bosco	34
R-24	Control Sur	34
R-25	Gran Colombia	34
R-26	Cristo Rey	30

PUNTO	SECTOR	PÁG.
R-27	Chola Cuencana	34
R-28	Vía a Baños	30
R-29	Bajada del Centenario	34
R-30	Totoracocha	30
R-31	Redondel 24 de Mayo	26
R-32	Autopista y Felipe Segundo	34
R-33	Camino al Valle	26
R-34	Camino a Nulti	30
R-35	Redondel Simón Bolívar	34
R-36	Av. Primero de Mayo	30
R-37	Puente del Vado	26
R-38	Héroes de Verdeloma	26
R-39	Parque Calderón	34

Ruido

en Cuenca 2019-2021

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CUENCA

Ing. Pedro Palacios Ullauri	ALCALDE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CUENCA
Ing. David Vázquez Torres	DIRECTOR EJECUTIVO DE LA COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Ing. Francisco Salgado Arteaga, PhD.	RECTOR
Dis. Genoveva Malo Toral, PhD.	VICERRECTORA ACADÉMICA
Blga. Raffaella Ansaloni, PhD.	VICERRECTORA DE INVESTIGACIONES
Dis. Toa Tripaldi Proaño, PhD.	DIRECTORA DE LA CASA EDITORA

Equipo del IERSE

Ing. Omar Delgado Inga, Mgt.	DIRECTOR EJECUTIVO DEL IERSE
Ing. Julia Martínez Gavilanes, Mgt.	
Ing. Chester Sellers Walden, Mgt.	
Ing. Ismael Vanegas Galindo	
Blgo. Emanuel Martínez Urgilés	
Ing. Francisco Salgado Castillo, Mgt.	
Ing. Darío Espinoza Saquicela	

Coordinadora del proyecto
Ing. Julia Martínez Gavilanes, Mgt.

Revisión por pares
Dra. Marcela Virginia Santana Juárez. Área Socioeconómica de la Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México.
Juan Maita Chamba, M.Sc. Geomática. Responsable del Centro de Investigaciones Tropicales del Ambiente y Biodiversidad - CITIAB. Universidad Nacional de Loja - Ecuador.

Colaboradores de ediciones anteriores:
Ing. Santiago Carranco Zumba
Blga. Monserrath Santillán Rodríguez
Ing. Agr. Eloisa Fajardo
Blga. Candy Cárdenas Ochoa
Ing. Christian Tacuri Ortega
Ing. Felipe Calderón Peralvo
Ing. Doménica López Ullauri

Revisión de estilo
Dr. Oswaldo Encalada Vásquez

Diseño
Propone.net

A menos que se indique lo contrario, toda la información contenida en este documento (textos, tablas, gráficos y mapas) fue producida por el equipo del IERSE - Universidad del Azuay, que estuvo a cargo de este proyecto.
ISBN de la publicación impresa: 978-9942-847-25-6; ISBN de la publicación digital: 978-9942-847-74-4
Cuenca, 2022.

CONTENIDO

Introducción 9
Presentación 11
Antecedentes 13
Objetivos 15
Metodología 15
Marco legal 16
Monitoreo en sitios de medición 18
Evaluación del ruido ambiente 19
- Zona de equipamientos de servicios sociales - EQ1 26
- Zona residencial - R1 30
- Zona comercial - CM 34
- Zona industrial - ID3 e ID4 38

Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca 43
Monitoreo en los sitios de medición con nodos sensores 51
Conclusiones 79
Bibliografía 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites permisibles AM- 097-A (TULSMA 2015) 17
Tabla 2. Horario de monitoreo 2021 18
Tabla 3. Horario de monitoreo al año 2009 18
Tabla 4. Comparación de emisiones sonoras (2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021) 20
Tabla 5. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en zonas de equipamientos de servicios sociales - EQ1 26
Tabla 6. Comparación datos - Zona de equipamiento de servicios sociales - EQ1 28
Tabla 7. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA - Zona EQ1 28
Tabla 8. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en la zona residencial - R1 30
Tabla 9. Comparación datos - Zona residencial - R1 32
Tabla 10. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA -R1 32
Tabla 11. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en la zona comercial - CM 34
Tabla 12. Comparación datos - Zona comercial - CM 36
Tabla 13. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA -R1 36
Tabla 14. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en zonas industriales - ID3 e ID4 38
Tabla 15. Comparación datos - Zona industrial - ID3 / ID4 40
Tabla 16. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA - Zona EQ1 40
Tabla 18. Horario de monitoreo para evaluación 53
Tabla 17. Sitios de monitoreo con nodos sensores 2021 y asignación de usos según el TULSMA - 2015 53
Tabla 19. Datos de monitoreo. Nodo Calle Larga. Ponderación A 56
Tabla 20. Conteo vehicular. Calle Larga 56
Tabla 21. Datos de monitoreo. Nodo Presidente Córdova. Ponderación A 58
Tabla 22. Conteo vehicular. Presidente Córdova 59
Tabla 23. Conteo vehicular. Vargas Machuca 59
Tabla 24. Datos de monitoreo. Nodo Remigio Crespo. Ponderación A 60

Tabla 25. Conteo vehicular. Remigio Crespo 61
Tabla 26. Conteo vehicular. Agustín Cueva 61
Tabla 27. Datos de monitoreo. Nodo El Estadio. Ponderación A 62
Tabla 28. Conteo vehicular. Av. del Estadio 63
Tabla 29. Conteo vehicular. Av. Manuel J. Calle 63
Tabla 30. Datos de monitoreo. Nodo El Arenal. Ponderación A 64
Tabla 31. Conteo vehicular. Av. de Las Américas (1) 65
Tabla 32. Conteo vehicular. Av. de Las Américas (2) 65
Tabla 33. Datos de monitoreo. Nodo Parque Industrial. Ponderación A 66
Tabla 34. Conteo vehicular. Paseo Río Machángara 67
Tabla 35. Conteo vehicular. Av. Octavio Chacón 67
Tabla 36. Datos de monitoreo. Nodo Primero de Mayo. Ponderación A 68
Tabla 37. Conteo vehicular. Av. Primero de Mayo 69
Tabla 38. Conteo vehicular. Av. 12 de Octubre 69
Tabla 39. Datos de monitoreo. Nodo Av. 12 de Abril. Ponderación A 70
Tabla 40. Conteo vehicular. Av. 12 de Abril 71
Tabla 41. Conteo vehicular. Av. Paseo de los Cañaris 71
Tabla 42. Datos de monitoreo. Nodo Av. Don Bosco. Ponderación A 72
Tabla 43. Conteo vehicular. Av. Don Bosco (1) 73
Tabla 44. Conteo vehicular. Av. Don Bosco (2) 73
Tabla 45. Datos de monitoreo. Nodo Av. de las Américas. Ponderación A 74
Tabla 46. Conteo vehicular. Av. de las Américas 75
Tabla 47. Conteo vehicular. Av. Héroes de Verdeloma 75
Tabla 48. Datos de monitoreo. Nodo Av. Los Andes. Ponderación A 76
Tabla 49. Conteo vehicular. Av. Los Andes 76
Tabla 50. Conteo vehicular. Av. Del Cóndor 77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mediciones de ruido en las zonas de equipamientos sociales - EQ1. Años 2021, 2020 y 2019 27
Gráfico 2. Presión sonora - Zona de equipamiento de servicios sociales - EQ1 28
Gráfico 3. Puntos sobre el TULSMA - EQ1 28
Gráfico 4. Mediciones de ruido en la zona residencial - R1. Años 2021, 2020 y 2019 31
Gráfico 5. Presión sonora - Zona residencial - R1 32
Gráfico 6. Puntos sobre el TULSMA - R1 32
Gráfico 7. Mediciones de ruido en la zona comercial - CM. Años 2021, 2020 y 2019 35
Gráfico 8. Presión sonora - Zona comercial - CM 36
Gráfico 9. Puntos sobre el TULSMA - CM 36
Gráfico 10. Mediciones de ruido en las zonas industriales - ID3 e ID4. Años 2021, 2020 y 2019 39
Gráfico 11. Presión sonora - Zona industrial - ID3 / ID4 40
Gráfico 12. Puntos sobre el TULSMA - ID3 e ID4 40
Gráfico 13. Sonómetro vs sensor. Nodo Calle Larga 56
Gráfico 14. Sonómetro vs sensor. Nodo Presidente Córdova 58
Gráfico 15. Sonómetro vs sensor. Nodo Remigio Crespo 60
Gráfico 16. Sonómetro vs sensor. Nodo El Estadio 62
Gráfico 17. Sonómetro vs sensor. Nodo El Arenal 64
Gráfico 18. Sonómetro vs sensor. Nodo Parque Industrial 66
Gráfico 19. Sonómetro vs sensor. Nodo Primero de Mayo 68
Gráfico 20. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. 12 de Abril 70
Gráfico 21. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. Don Bosco 72
Gráfico 22. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. de las Américas 74
Gráfico 23. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. Los Andes 76

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ruido en la ciudad de Cuenca - 7h00 44
Mapa 2. Ruido en la ciudad de Cuenca - 10h00 45
Mapa 3. Ruido en la ciudad de Cuenca - 13h00 46
Mapa 4. Ruido en la ciudad de Cuenca - 15h00 47
Mapa 5. Ruido en la ciudad de Cuenca - 18h00 48
Mapa 6. Ruido en la ciudad de Cuenca - 21h00 49
Mapa 7. Sitios de monitoreo con nodos sensores 2021 52



¡Por una Cuenca sin ruido!

Sabemos que el éxito de una sociedad se evidencia cuando todos los sectores sociales ejercen sus derechos, los cuales son respetados y protegidos por las autoridades. Para conseguirlo se debe trabajar en programas y proyectos de inclusión social, desarrollo y bienestar para todos. Desde la Alcaldía de Cuenca trabajamos por precautelar el bienestar de todos.

A medida que las ciudades crecen, aumentan también las principales fuentes de ruido, las cuales provienen principalmente de las actividades comerciales y sobretodo del tráfico vehicular, producto del aumento del parque automotor.

En el año 2015 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) designó a Cuenca como ciudad intermedia, considerándola como una ciudad con un sistema de gobierno equilibrado y sostenible, permitiendo una mayor participación ciudadana y brindando por sus características sociales y culturales una mejor calidad de vida. Es por esto que se ha tomado mayor interés en los impactos ambientales presentes, de los cuales se considera al ruido como una de las principales molestias para la población, porque es el causante de problemas de salud, además de alteración de las condiciones naturales de los ecosistemas.

El GAD Municipal de Cuenca, a través de la Comisión de Gestión Ambiental en trabajo conjunto con la Universidad del Azuay ha evaluado desde el año 2009 los niveles de ruido ambiente en la ciudad de Cuenca, logrando con esto un estudio continuo de las principales fuentes de ruido y su comportamiento a través de la elaboración de mapas de ruido, los cuales establecen los criterios para implementar medidas correctoras.

Estos estudios se realizan en cumplimiento de la norma ambiental vigente, la cual indica la obligación de los mismos para ciudades con una población mayor a 250.000 habitantes, tomando en cuenta que sirve como una herramienta estratégica para el control de la contaminación acústica y la planificación territorial.

Seguiremos tomando decisiones responsables, por un cantón de oportunidades para todos, preservando siempre nuestra casa, que es la naturaleza. Nuestro deber como administración es trabajar intensamente por el bienestar de cada uno de ustedes, y de igual forma asumimos la responsabilidad establecida a través del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) en su artículo 431, que establece como competentes a los gobiernos autónomos descentralizados para determinar normas para la gestión integral del ambiente, mediante la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo, con la finalidad de mantener a Cuenca como el referente nacional por su calidad de vida. Una ciudad Efectiva, Productiva, Solidaria, Con Visión de Futuro y Amigable con el Ambiente.

Ing. Pedro Palacios U.
Alcalde de Cuenca.

Presentación

De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza de Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruido proveniente de Fuentes fijas y móviles, El Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca, a través de la Comisión de Gestión Ambiental (CGA) tiene el compromiso de actualizar cada dos años los Mapas de Ruido, documentos que constituyen herramientas estratégicas para la gestión del control de la contaminación acústica y la planificación territorial.

Siempre pensando en criterios de responsabilidad ambiental y sobre la base de uno de los ejes de gestión de la Corporación Municipal "Cuenca amigable con el Ambiente", la Comisión de Gestión Ambiental, CGA, ha querido ir más allá del estricto cumplimiento de la norma, y por ello ha establecido alianzas estratégicas que fortalezcan la sostenibilidad del proceso, en este sentido mediante convenio suscrito con la Universidad del Azuay se ha logrado un monitoreo y actualización permanente del Mapa de Ruido en Cuenca, que puede revisarse por cualquier persona en cualquier momento, a través de medios virtuales.

Además del cumplimiento específico de la norma y del objeto del convenio, se fortalece la articulación entre los distintos entes de la sociedad, administración pública, academia, sector productivo y ciudadanía, pues al tener libre acceso a la información para los distintos actores, se generan algunas relaciones interesantes que van desde el uso para la sensibilización ambiental ciudadana hasta despertar la inquietud en estudiantes para hacer investigaciones y generar propuestas ciudadanas para buscar soluciones a problemas cotidianos.

La red de monitoreo que alimenta esta información está conformada por 11 estaciones de medición en tiempo real, y complementada por mediciones con sonómetros. Los lugares escogidos para la ubicación de estos puntos de medición obedecen a criterios de priorización, como lugares de alto tráfico, concentración de actividades productivas, entre otros.

Al revisar los resultados obtenidos podemos concluir que la movilidad de ciudadanos entre sus viviendas y actividades cotidianas, ya sea de trabajo, estudio u ocio, así como el transporte de productos sigue siendo la principal causa de generación de ruido, lo que hace pensar que la ciudad de Cuenca está haciendo una adecuada apuesta por fortalecer la movilidad activa y sostenible, impulsando la ampliación de redes de ciclovías y medios alternativos de transporte masivo como el Tranvía, alimentado por una matriz eléctrica ecuatoriana muy limpia, con un 93.2% que proviene de energías renovables. Es decir que además de tener la expectativa de disminución de ruido se obtienen beneficios adicionales como disminución de la huella de carbono y, por ende, mitigación del cambio climático, mejora en la calidad del aire e inclusive mejora en la salud y niveles de estrés y ansiedad en la ciudadanía.

Ing. David Vásquez T.
Director de la Comisión de Gestión Ambiental

Antecedentes

Desde el punto de vista ambiental, el crecimiento poblacional está acompañado de acciones y actividades que generan alteraciones en el territorio, entre ellas, asentamientos humanos sin considerar la planificación establecida, falta de cobertura de servicios básicos, insuficiencia de vivienda e infraestructura básica, lo cual trae consigo impactos ambientales que afectan a la población y a los ecosistemas existentes.

Los seres humanos receptan un conjunto de sonidos provenientes del entorno desde su aparición en el planeta, los cuales han provenido de los fenómenos naturales; pero en los tiempos actuales por la actividad antrópica estos sonidos se han incrementado, transformándose en ruido; un contaminante ambiental que afecta el equilibrio natural de las ciudades (Cohen & Castillo, 2017) y un problema de salud pública (Fiedler y Zannin, 2015) citado por (Nazneen et al., 2020).

Uno de los contaminantes que constituye un impacto a la salud de la población, que ocasiona enfermedades, tanto fisiológicas como mentales, es el ruido, el cual en la actualidad se ha visto incrementado por el crecimiento del transporte urbano en las ciudades alrededor del mundo.

En los tiempos modernos los seres humanos se encuentran continuamente expuestos a altos niveles de contaminación auditiva, ya sea en la calle, en su lugar de trabajo o en sus residencias. Esto afecta el desempeño de los seres humanos en sus actividades diarias, debido a la falta de conciliación del sueño, estrés, dificultad para concentrarse, entre otros problemas ocasionados por el ruido; a tal punto que hoy en día se ha convertido en una de las fuentes de malestar principales en países desarrollados (Sanchís, R., Segura, J., Navarro, E., & García, 2000).

Es necesario evaluar la contaminación auditiva por medio de indicadores acústicos confiables, que permitan cuantificar de manera objetiva el exceso de ruido en una ciudad. De esta manera se muestran valores representativos sobre los niveles de ruido y la población expuesta(González, A.R.,& Calle, 2014).

De manera paralela al incremento poblacional se presenta la evolución tecnológica que da lugar al crecimiento y desarrollo de las ciudades, formando lo que se denomina "ciudades inteligentes", (Laboratorio de informática aplicada, 2014). El uso de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), ha permitido mejorar la calidad de vida de la población, disminuyendo tiempo de gestión, tiempo de movilización, que contribuye a la reducción de emisiones y contaminación.

En este marco, la Universidad del Azuay, desde el año 2009, conjuntamente con la Comisión de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Cuenca (GAD) evalúan las emisiones sonoras en la ciudad de Cuenca. Las mediciones se realizan de manera anual con un sonómetro, en una red de muestreo preestablecida, que inicialmente en el año 2009 contó con 23 puntos, luego en el 2012 se incrementó a 30 puntos; en el año 2016 se sumó un punto, en el 2020 se adicionaron 3 puntos y en el año 2021 se sumaron 5 puntos de monitoreo, los que están situados de manera estratégica en la ciudad de Cuenca. Los datos levantados son almacenados y sistematizados en una base de datos estructurada, que permite conocer la variación de las emisiones sonoras y el comportamiento del ruido generado por las actividades cotidianas de la población.

Adicionalmente se realiza el monitoreo continuo que permite caracterizar el ruido por períodos de tiempo (mes, semana, días, etc.), para lo cual la Universidad del Azuay cuenta con una red de nodos sensores de monitoreo continuo en tiempo real, que inicialmente fueron 7 y en la actualidad están 11 nodos sensores activos. Para la ubicación de los mismos se trabajó, de manera coordinada entre los equipos técnicos de la Comisión de Gestión Ambiental (CGA) del GAD Municipal de Cuenca y del IERSE de la Universidad del Azuay.

Con estos antecedentes, el GAD Municipal de Cuenca y la Universidad del Azuay suscribieron con fecha 20 de abril de 2021 un convenio para realizar el monitoreo y el mapa de ruido correspondiente al año 2021, el mismo que se detalla a continuación:

Objetivos

Inicialmente el objetivo fue evaluar las emisiones sonoras de la ciudad de Cuenca en 31 puntos de monitoreo y elaborar el mapa de ruido del año 2021, sin embargo como un aporte de la Universidad del Azuay al proyecto se incrementó el número de puntos a 39, información levantada con sonómetro, se incluyó además la evaluación en tiempo real de las emisiones captadas por los nodos sensores, en modo continuo en las 11 estaciones en operación.

Objetivos específicos

1. Contar con la base de datos levantados con sonómetro, de las emisiones de ruido en la ciudad de Cuenca, en 39 sitios de monitoreo preestablecidos.
2. Evaluar el ruido en la ciudad de Cuenca durante el año 2021, con la Norma ambiental vigente (A.M. Nro. 097A).
3. Elaborar y publicar el mapa de ruido 2021.
4. Comparar los valores de ruido y mapas generados de los años 2019, 2020 y 2021.

Metodología

Para la consecución de los objetivos se siguió la metodología que se describe a continuación:

a) Recopilación y sistematización de la información existente:

- Análisis de la información existente: Evaluación de ruido de la ciudad de Cuenca en el período 2009 - 2020.

b) Levantamiento y sistematización de las emisiones sonoras para el año 2021:

- Para el levantamiento de la información se contó con el sonómetro de la Universidad del Azuay (modelo SOUNDPRO DL-2-1/3, Marca QUEST TECHNOLOGIES, debidamente calibrado).
- Levantamiento de información en 39 sitios de monitoreo con sonómetro y 11 estaciones en tiempo real con nodos sensores.
- Los horarios de monitoreo fueron: 7h01, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h01, por períodos de 15 minutos en cada horario, de acuerdo con lo establecido en el Anexo 5 del TULSMA (AM Nro. 097A, 2015).
- Para garantizar un correcto levantamiento de datos, se cumplió estrictamente con todos los parámetros que exige el TULSMA en su apartado sobre medición de niveles de ruido.
- Se realizaron inspecciones a los sitios de monitoreo para determinar las dinámicas propias de la población para, de ser necesario, proceder a actualizar los usos y ocupación del suelo en relación con los estudios realizados en años anteriores y también para incluir los nuevos puntos de monitoreo.

c) Evaluación de la contaminación sonora en la ciudad de Cuenca:

- La información levantada con sonómetro y nodos sensores fue sistematizada y comparada con la norma local y nacional vigente (TULSMA, 2015).
- Se realizaron comparaciones y estadísticas con los puntos levantados en los años 2009, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021.
- Se realizaron comparaciones de los datos obtenidos en relación con los parámetros límite establecidos en la norma ambiental (TULSMA 2015).

d) Elaboración del mapa de ruido.

- Elaboración del mapa de ruido por el método IDW.
- Planteamiento de conclusiones y recomendaciones.

e) Publicación

La información levantada y sistematizada fue revisada y evaluada, para la presente publicación.

Marco legal

La evaluación de las emisiones sonoras se realizó tomando como base de comparación la norma técnica del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015):

Uso residencial (R1). Es aquel que tiene como destino principal la vivienda humana permanente. El nivel máximo de emisión para uso residencial también aplica al uso de suelo destinado a resguardar el patrimonio cultural, el cual se refiere al suelo ocupado por áreas, elementos o edificaciones que forman parte del legado histórico o con valor patrimonial que requieren preservarse y recuperarse.

Uso industrial (ID). Es aquel que tiene como destino actividades de elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de insumos en general, para producir bienes o productos materiales. El suelo industrial se clasifica en: industrial 1, industrial 2, industrial 3 e industrial 4.

Industrial 1 (ID1). Comprende los establecimientos industriales y actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al ambiente, son considerados no significativos.

Industrial 2 (ID2). Comprende los establecimientos industriales y las actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al medio, son considerados de bajo impacto.

Industrial 3 (ID3). Comprende los establecimientos industriales y las actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al ambiente, son considerados de mediano impacto.

Industrial 4 (ID4). Comprende los establecimientos industriales y las actividades cuyos impactos ambientales, o los niveles de contaminación generados al ambiente, son consideradas de alto impacto y/o

riesgo ambiental.

Equipamiento de servicios sociales (EQ1). Destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios relacionados con la satisfacción de las necesidades de desarrollo social de los ciudadanos, tales como: salud, educación, cultura, bienestar social, recreación y deporte, religioso, etc.

Equipamiento de servicios públicos (EQ2). Destinado a actividades de carácter de gestión y los destinados al mantenimiento del territorio y sus estructuras, tales como: seguridad ciudadana, servicios de la administración pública, servicios funerarios, transporte, instalaciones de infraestructura, etc.

Uso comercio (CM). Es el destinado a actividades de intercambio de bienes y servicios en diferentes escalas y coberturas. Por su naturaleza y radio de influencia se los puede integrar en: comercial y de servicio barrial, comercial y de servicio sectorial, comercial y de servicios zonal, comercial y de servicios de ciudad.

Uso agrícola residencial (AR). Corresponde a aquellas áreas y asentamientos humanos concentrados o dispersos, vinculados con las actividades agrícolas, pecuarias, forestales, piscícolas, etc.

Uso protección ecológica (PE). Corresponde a las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, al Sistema Nacional de Bosques Protectores, a los manglares, los humedales, páramos, etc.

Uso recursos naturales (RN). Corresponde a aquellas áreas destinadas al manejo, extracción y transformación de recursos naturales renovables y no renovables.

Uso múltiple (MT). Es el que está compuesto por dos o más usos de suelo.

Tabla 1. Límites permisibles AM- 097-A (TULSMA 2015)

USO DEL SUELO	DENOMINACIÓN	Lkeq (dB): NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUA EQUIVALENTE (DECIBELES A)	
		DIURNO: DE 07h01 A 21h00	NOCTURNO: DE 21h01 A 07h00
Residencial	R1	55	45
Equipamiento de servicios sociales	EQ1	55	45
Equipamiento de servicios públicos	EQ2	60	50
Comercial	CM	60	50
Agrícola residencial	AR	65	45
Industrial	ID1 / ID2	65	55
Industrial	ID3 / ID4	70	65
Uso múltiple	Cuando existan usos del suelo múltiples o combinados, se utilizará el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos del suelo que componen la combinación.		
Protección ecológica	PE	La determinación del Lkeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo 4 del anexo Nº 5 del TULSMA.	
Recursos naturales	RN		

Fuente: AM- 097-A. Libro VI, Anexo 5 del TULSMA - Noviembre de 2015

Monitoreo en sitios de medición

PUNTOS DE MONITOREO CON SONÓMETRO

Los puntos establecidos inicialmente para el monitoreo fueron 31, sin embargo, la Universidad del Azuay incrementó 8 puntos adicionales en sitios estratégicos; porque debido al crecimiento de la ciudad son necesarios. Los factores considerados para la selección de los puntos fueron: densidad de tráfico, uso y ocupación del suelo y las dinámicas de la población. Los puntos monitorizados se muestran en el mapa *Sitios de Monitoreo* (portada).

HORARIO DE MUESTREO

El horario de muestreo se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2. Horario de monitoreo 2021

Horario de muestreo por punto	7h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

El horario se estableció en función de las horas pico (7h01, 13h00 y 18h00) y horas valle (10h00 y 15h00), de ingreso al centro de la ciudad, datos establecidos en el estudio realizado por la Unidad Municipal de Tránsito y Transporte (UMT) del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca. Se incluyó el horario correspondiente a las 21h01 como horario nocturno.

El método de medición empleado es el establecido en la legislación ecuatoriana, en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente - TULSMA (AM Nro. 097A, 2015), en el Anexo 5 de la norma técnica correspondiente, en la cual se detallan los "Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones". Para las mediciones se siguieron las indicaciones establecidas en la citada norma y se realizaron durante treinta y nueve días, considerando un día por cada punto a levantar, sin incluir los fines de semana ni feriados.

El período de toma de datos es de 15 minutos por cada horario, en cada estación, superando lo recomendado en la norma ambiental TULSMA (AM Nro. 097A, 2015). Para el año 2009 el horario de medición fue:

Tabla 3. Horario de monitoreo al año 2009

Horario de muestreo por punto	08h00	13h00	18h00	22h30

Fuente: CGA - UDA. Determinación del ICAUC - 2009
Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

EQUIPO UTILIZADO

El levantamiento de la información se realizó con un sonómetro modelo SOUNDPRO DL-2-1/3 SLM, Serie BCQ120001, Marca QUEST TECHNOLOGIES con certificado de calibración Nº5137981BCQ12001, actualizado a la fecha de medición.

ASIGNACIÓN DE USO DE SUELO A LOS PUNTOS DE MONITOREO

Para el período 2021, el uso del suelo utilizado fue el asignado en el estudio realizado en el año 2016, denominado: "Evaluación del ruido en Cuenca al 2016", en el cual se actualizaron los usos de acuerdo con la ordenanza de uso y ocupación del suelo vigente y a las dinámicas de la población. Similar procedimiento se siguió para asignar el uso del suelo a los nuevos puntos de monitoreo que se adicionaron.



Evaluación del ruido ambiente

El análisis de las emisiones de ruido de la ciudad de Cuenca se realizó con datos que fueron levantados durante el año 2021; para la evalulación se tomó como referencia la norma nacional vigente que es el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (AM Nro. 097A, 2015).

Con información sonora de años anteriores se realiza un análisis multitemporal, desde el año 2009 hasta el 2021 y abarca la totalidad de puntos monitorizados(39) en seis horarios) (7h01, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h01).

Evaluación emisiones sonoras (mediciones realizadas de 2012 a 2021)

A continuación, se presenta un análisis de las variaciones que se dieron en las emisiones sonoras en los treinta y nueve (39) puntos de monitoreo, que coinciden en los seis horarios de muestreo descritos anteriormente.

Tabla 4. Comparación de emisiones sonoras (2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021)

USO DEL SUELO ACTUAL Y CÓDIGO TULSMA 2015	#	PUNTO MEDIDO (SECTOR)	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	2021 (Decibeles-dB)						2020 (dB)						2019 (dB)					
					7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01
ZONA DE EQUIPAMIENTOS DE SERVICIOS SOCIALES (EQ1)	R-06	Hospital Regional	Av. 12 de Abril	Av. del Paraíso	65,5	68,3	71,5	66,1	67,8	64,8	68,6	68,0	69,0	67,6	68,6	64,4	70,5	71,8	69,3	68,6	69,7	67,2
	R-18	Hospital del IESS	Autopista Cuenca Azogues	Monay -Paccha	74,5	75,3	75,2	77,5	74,2	73,1	76,1	74,8	75,1	76,0	75,9	72,3	75,9	75,7	76,4	76,4	78,4	71,9
	R-20	Redondel del Otorongo	Paseo Tres de Noviembre	Simón Bolívar	70,4	73,1	73,1	71,2	73,2	69,7	67,4	72,7	73,2	72,8	72,5	66,8	77,5	73,8	74,8	75,5	76,0	70,1
	R-22	Isabel La Católica	Lope de Vega	Gaspar de Jovellanos	56,8	58,6	62,3	59,1	62,8	55,8	56,2	58,1	64,8	58,7	58,5	53,4	62,3	60,0	59,7	62,3	66,9	59,0
	R-31	Redondel 24 de Mayo	Av. 24 de Mayo	Hernán Malo	67,9	68,4	69,6	70,1	68,8	69,3	68,8	68,9	69,8	67,6	69,5	66,0	70,8	68,8	69,4	69,3	70,7	68,8
	R-33	Camino al Valle	Autopista Cuenca-Azogues	Camino al Valle	78,1	77,1	78,3	77,7	78,2	74,1	77,9	76,9	79,7	76,7	79,4	74,9						
	R-37	Puente del Vado	Av. Loja	Av. 12 de Abril	68,1	69,5	70,4	70,9	71,6	68,6												
	R-38	Héroes de Verdeloma	Héroes de Verdeloma	Mariano Cueva	73,0	75,4	74,5	73,9	75,9	72,6												
ZONA RESIDENCIAL (R1)	R-02	Gapal	Av. 24 de Mayo	Las Herrerías	70,2	71,3	72,9	70,3	72,3	67,8	73,7	73,9	72,3	71,4	73,6	67,6	74,1	72,1	75,0	72,5	73,5	69,6
	R-04	Tres Puentes	Av. Primero de Mayo	Fray Vicente Solano	71,4	73,2	72,3	71,5	73,4	73,5	71,3	73,3	72,2	81,4	71,0	66,7	74,4	73,8	73,5	77,8	74,0	69,2
	R-07	Challuabamba	Autopista Cuenca Azogues	Triángulo de Challuabamba	76,1	76,7	74,9	75,5	75,9	73,8	76,9	75,7	74,5	75,4	76,2	72,2	76,8	74,6	75,7	75,8	78,4	74,1
	R-08	Lagunas de oxigenación	Camino a Paccha	Ucubamba	71,0	69,7	71,0	71,7	71,7	67,7	72,6	71,7	71,9	72,5	71,4	67,1	72,1	70,8	71,2	71,9	71,1	68,2
	R-09	Monumento a la Familia	Av. González Suárez	Panamericana Norte	68,6	67,3	68,6	69,7	66,0	63,4	67,9	69,5	72,6	70,0	69,4	63,8	73,4	72,1	73,6	72,7	73,2	69,8
	R-12	Camino a Ochoa León	Camino a Ochoa León		63,3	70,1	61,0	60,6	66,2	60,0	58,8	63,1	62,9	62,4	66,9	52,5	65,0	59,6	64,3	61,9	61,9	64,7
	R-13	La Libertad	Camino del Tejar	De la Ortiga	67,5	64,7	68,6	65,2	67,3	61,6	64,7	67,3	62,9	62,4	66,0	61,5	68,5	60,9	63,4	65,5	63,7	59,9
	R-15	Camino del Tejar	Av. Ordóñez Lazo	Monseñor Leonidas Proaño	67,7	66,7	69,9	67,4	67,8	65,2	68,3	66,7	66,3	67,4	67,5	63,9	69,9	67,2	66,1	66,7	67,9	65,6
	R-16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Julio Jaramillo	Vía a Sinincay	71,4	75,3	68,6	69,4	71,8	79,3	71,3	67,7	67,6	67,9	69,5	66,3	73,2	67,8	69,8	67,8	69,6	66,4
	R-17	El Cebollar	Av. del Chofer	Av. Abelardo J. Andrade	79,2	71,1	72,6	71,1	71,3	72,3	71,3	71,8	72,1	70,8	70,6	69,6	73,5	73,8	71,5	72,8	73,0	68,5
	R-26	Cristo Rey	Luis Cordero	Juan de Salinas	70,1	72,5	71,6	71,2	74,8	69,0	69,5	71,0	70,2	71,4	73,5	68,2	73,5	72,9	72,6	71,7	74,9	69,3
	R-28	Vía a Baños	Juan Larrea Guerrero	Mariano Villalobos	62,5	60,1	63,6	59,6	64,4	57,9	50,3	57,9	52,7	55,8	54,0	63,6	60,8	54,4	54,4	54,3	64,3	56,3
	R-30	Totoracocha	Totoracocha	Av. El Cóndor	59,7	61,2	66,7	63,6	72,2	62,5	63,7	61,6	65,1	63,9	65,7	60,4	66,7	63,1	63,9	64,9	63,8	64,9
	R-34	Camino a Nulti	Autopista Cuenca-Azogues	Camino a Nulti	77,9	77,9	78,2	77,5	78,4	76,0	79,9	78,0	77,9	79,5	78,6	76,1						
	R-36	Av. Primero de Mayo	Av. Primero de Mayo	Av. de las Américas	74,4	73,6	74,2	75,6	77,2	71,5												
ZONA COMERCIAL (CM)	R-01	Estadio	Del Estadio	José Peralta	65,0	67,5	69,9	68,9	71,9	64,5	64,3	69,4	70,6	69,1	70,8	65,3	69,3	72,4	70,0	68,9	69,1	67,8
	R-03	Aeropuerto Mariscal Lamar	Av. España	Elia Liut	64,4	65,8	66,8	67,6	69,8	58,9	68,8	67,4	72,5	67,9	67,2	60,8	69,2	68,2	68,4	68,8	71,2	65,0
	R-05	Remigio Crespo	Remigio Crespo	Ricardo Muñoz	67,3	70,0	73,1	74,0	73,1	70,4	68,5	71,3	72,1	70,3	74,0	74,0	72,2	71,4	74,0	71,6	71,1	71,9
	R-19	Redondel Paseo de los Cañaris	Paseo de los Cañaris	González Suárez	70,6	72,7	72,3	73,0	74,7	70,6	69,2	72,0	71,9	71,9	72,2	71,9	73,4	72,1	73,6	72,7	73,2	69,8
	R-21	Feria Libre	Av. de las Américas	Remigio Crespo	69,9	72,5	69,9	70,3	70,9	65,4	70,5	70,4	69,3	68,0	68,9	65,9	72,0	68,8	71,4	70,4	70,7	67,0
	R-23	Av. de las Américas y Don Bosco	Av. de las Américas	Don Bosco	71,3	72,7	71,5	70,2	70,4	69,9	70,4	72,0	70,9	71,3	73,4	69,1	73,1	72,4	72,6	72,4	72,4	70,1
	R-24	Control Sur	Av. de las Américas	Circunvalación Sur	79,0	75,2	73,9	72,7	75,2	72,1	75,3	75,8	74,8	74,1	74,2	70,2	73,9	78,1	74,0	74,4	71,0	70,8
	R-25	Gran Colombia	Tarqui	Gran Colombia	70,1	69,1	69,6	70,7	69,9	66,7	67,6	68,8	68,6	69,7	71,8	67,0	72,9	70,5	72,5	72,8	70,8	67,8
	R-27	Chola Cuencana	Av. Huayna Cápac, Av. España	Gaspar Sangurima	65,4	67,6	67,9	69,8	70,5	69,5	66,9	69,9	68,4	73,6	68,2	68,2	72,2	71,5	72,4	71,5	72,0	65,6
	R-29	Bajada del Centenario	Calle Larga	Benigno Malo	69,6	70,4	70,9	71,3	70,0	70,3	71,6	70,1	70,1	72,3	71,4	68,8	75,7	74,5	74,9	73,6	74,6	71,1
	R-32	Autopista y Felipe Segundo	Autopista Cuenca-Azogues	Felipe Segundo	77,8	77,4	77,1	76,7	78,1	76,3	77,7	76,8	76,6	77,1	77,6	73,0						
	R-35	Redondel Simón Bolívar	Av. Ordóñez Lazo	Av. de las Américas	68,4	71,0	70,3	73,4	70,4	67,4												
	R-39	Parque Calderón	Benigno Malo	Mariscal Sucre	60,9	66,8	65,2	62,9	71,3	66,5												
ZONA INDUSTRIAL (ID3/ID4)	R-10	Parque Industrial	Octavio Chacón	Cornelio Vintimilla	74,4	72,7	72,9	72,3	72,6	68,8	70,8	75,4	70,7	72,0	73,2	68,4	72,4	74,9	72,9	72,5	71,7	70,5
	R-11	Camal	Camino a Ochoa León		72,9	70,1	73,5	71,5	72,1	71,2	74,2	69,9	70,9	72,3	71,8	65,8	70,0	71,7	70,4	70,4	69,2	64,3
	R-14	Los Cerezos Alto	De los Cerezos		67,2	67,3	71,3	69,1	69,9	65,2	69,2	67,8	70,7	68,8	70,6	65,9	69,1	69,2	71,4	67,5	68,3	65,6

Fuente: Información generada en el proyecto - 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Mayor que la medición del año anterior

Igual o menor que la medición del año anterior

2018 (dB)						**2017** (dB)						**2016** (dB)						**2015** (dB)						**2014** (dB)						**2012** (dB)						**2009** (dB)			
7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	8H00	13H00	18H00	22H30
72,1	68,3	69,4	69,2	70,4	68,5	72,5	71,2	73	71	71,6	67,9	67,4	66,2	66,8	69	66,3	66,1	74,3	73,7	71,2	70,7	72	66,3	69,8	65,3	67,9	64,9	65,2	63,7	66	66,8	66,5	67,4	73,2	64,2	68,7	66,4	67,1	61
75,4	76,8	75	75,8	74,7	73,3	78,2	75,3	75,9	75,4	78,1	71,9	72,5	68,2	72,2	70,2	64	69,2	77,7	75,2	79,2	76,5	77	73,4	70,5	70,6	67,2	71,5	68,9	66,8	74	71,9	77,9	72,7	72,2	74,8				
78,5	75,2	75,9	76,2	76,9	73,8	76,6	74,7	74,8	75,7	75,4	72,4	73,8	71,5	74,6	71,6	69,9	67,5	74,5	73,7	74,6	73,9	74,7	70,6	74,7	73,8	74	74,4	79,4	68,1	78,2	75,2	75,3	73,1	77,3	77,3	64,5	64,6	65	57,2
64,3	62,2	60,6	65,8	68	64,2	63,5	56,9	61,6	60,7	61,3	54,4	56,7	51,9	57,2	55,8	69,7	48,4	62,8	59,5	61,5	65,7	66,1	56,4	64,2	60	61,4	60,9	60	58,3	63,9	60,2	60,8	60,6	59,7	59,2	46,7	39,4	54	32
71,1	68,9	72,5	70,7	71,8	67,6	72,6	71,4	74,9	73	73,3	69,7	65,3	64,6	68	66,3	64,3	61,4																						
75,3	71,9	74,3	73	75,5	71,8	75	75,2	74,5	72,7	76,9	70,7	70,8	70,2	73,5	69,9	72,7	66	77,6	72,7	73	72,5	74,2	68,5	72,7	75,6	73,6	72,9	72,9	69,1	72,7	71,5	71,1	71,5	73	67,9	68	67,9	70,1	60,3
74,3	71,4	72,6	71,6	74,1	73,2	76	70,8	70,8	71,7	73,4	67,5	79,4	66,4	62,7	64,6	64,2	65,2	71,4	70,8	72	72	71,3	68,4	67,9	68	66,8	67,5	67,6	64,3	74,3	74,8	76,5	76,3	68	70,7	68,2	69,2	68,6	60,7
70,5	67,6	70,8	76,5	71,4	68,7	77,2	76	75,4	76	78,2	74,9	71,7	70	71	71,2	71	71,1	76,4	75,8	74,9	73,9	77	72,9	72,6	72,8	71,1	71	72,6	72,4	77,4	72,6	75,3	75,1	72,9	70,6				
73,8	72,2	71,4	72,1	72,8	70,2	74,3	71,7	71,4	71,7	71,5	66,7	68,8	68,1	69,6	62,6	68,4	65,7	72,8	71,3	70,9	69,3	70,3	68	64,3	65,1	65,1	66,5	66,6	57	80,7	77,1	76,5	76,8	76,5	74,9	47,7	45,5	48,6	47,9
71,8	71,3	70,6	71,6	74,5	66,7	72,5	69,1	70,2	70,4	70,6	67	68,4	69,4	72,5	70,1	67,3	63,1	72,8	71,8	72,3	72,9	72,1	69,8	62,3	63,6	63,6	65,5	64,2	61,2	72,5	75,3	71	70,2	72,3	60,3				
72,2	72,2	73,3	73,1	73,9	67,6	61,5	60,9	65,4	62	61,9	58,2	60,4	53,9	64,3	65,2	70,9	47,9	67	76,5	62,2	67,1	63,4	56,2	65,2	62,8	69	62,2	63,3	63,5	36,6	55,6	45,9	57,1	49,8	49,7				
61,4	61	56,3	57,3	59,8	60	67	59,3	63,9	63,3	65,2	60,5	56,7	65,6	62,9	70,8	64,1	60,5	64,6	60,9	59,8	63,7	64,3	56,5	53,8	59,9	61,7	56,7	58,4	55,3	65,4	48,7	52	55,7	52,3	48				
70,4	67,7	71,1	67,9	67,9	68	71,6	68,1	67,4	67,9	67,2	65,8	63,6	61,5	61	61,6	68,4	55,7	73	75,3	74,8	71,6	72,9	71,7	68	66,4	68	68,4	66,9	65,8	70,5	74,3	70,2	73,1	70,2	64,3				
71,9	70,1	70,3	68,2	68,9	74,7	72,1	68,3	70	69,4	69,7	69	66,3	62,9	67,5	56,8	66,5	62,6	68,8	65,6	67,1	68	72,1	62,8	70,6	68,2	68,7	67,6	68,8	65,2	74,1	68,8	62,9	63,6	65,6	67,4				
70,2	72,6	73,2	72,3	71,4	73	73,3	72,4	72,4	74,1	74,4	68,2	70	67	57	66,9	66,9	66,9	73,9	74,9	73,5	73,5	72,7	70,4	70,5	69,5	71	69	69,8	66,7	69,4	72,2	76,2	72,5	73,6	55,5				
71,8	70,3	72,5	73	72,8	73,1	72,9	72,4	72,9	72,4	73	71,3	70,2	68,7	74,3	67,8	70	67,3	73,9	75,1	73,7	72,7	72,1	71,5	70,5	71,2	69,7	68,4	72,6	67,4	67,4	67,3	67,4	61	65,3	56,5	51,6	53,8	52,2	49,1
61,7	53,8	57,5	60,5	62,6	55,5	63,9	55,7	56,8	57,1	55,7	55,7	57,5	48,7	71	61,5	69,9	60,6	62,7	77,5	54,7	59,9	52,6	56,6	54,5	55	57	62,2	53,3	49,2	63,8	64	57,6	65,9	55,9	48,1	46,7	49,1	50,1	48,8
67,7	65,9	66,2	69,9	64,8	65,7	63,3	65,9	65,2	66	74,5	67,1	59,2	65,7	64,3	58,3	62,3	62,1	68,8	68,3	70,2	67	68,3	66,1	66,1	65,7	65,6	64,8	70,3	60,9	65,6	65,6	64,1	67,9	66,8	64	66,4	62,9	64,2	54,2
68,6	69,5	70,6	70	70,4	67,5	71	59,1	70,1	69,1	68,8	69,7	65,7	67,2	64	65	60,8	63,6	70,3	75,5	72,8	71,8	72,6	66,9	70,4	69,6	68,1	69,8	68,4	66,6	72,5	73,2	73,2	72,6	72,7	67,2	70,9	69,1	69,4	61,8
70,5	67,6	70,8	76,5	71,4	68,7	67,7	68,5	71,4	71,6	69,2	64	57,4	60,4	61,9	65,2	69,1	60,4	69,3	66,9	68,2	65,1	65,8	62,3	70,8	69,2	73,9	69,2	70,7	68,1	69	71,7	74,1	70,5	74,5	69,6	72,9	74,2	74,6	63,5
74,4	70,5	71,5	70,5	72,9	69,8	74	73,8	72,9	73,5	74,3	68,6	69,4	69,5	70,2	70,9	69,5	62,8	74,4	73,5	73,6	72,8	73,8	72,9	72,8	73,1	73,5	72,2	70,7	72,9	71,9	72,2	72,4	72,3	76	70,6	67,6	62,6	72,1	66,1
72,3	74,3	72,5	71,4	75,4	70,3	74,4	73,7	75,5	73	73,4	71,8	69,5	68,4	68,8	67,7	67,8	65,2	75,5	73,3	75,7	72,9	76,4	72,1	69,6	67,8	70,6	70,1	69,8	67,1	74,3	73,9	74,6	73,5	76,3	74,7	73,5	73,4	73,5	70,1
72,9	70,7	69,8	69,8	72,6	70,4	71,9	70,1	71,1	72,9	71,3	67,7	69,3	72,7	73,4	69,8	67,8	64,5	74,4	75	74,5	75,4	73,5	72,9	62,4	63,2	61,3	62,6	63,5	66,4	74,5	74,6	73,1	72,3	72,9	71,4	71,1	71,9	72,1	66
73,2	72,2	73,4	72,8	71,8	74,2	76,5	72,6	74,9	73,4	74	70,3	70,1	69,4	71,6	67,8	63,9	65,5	75	73,9	72,9	73,8	74,2	71,1	74,6	74,8	72,1	72,1	73,5	71,5	74,6	76,9	74,3	78	77,2	74,2	76	76,3	76,5	71,1
75,4	76,7	75,5	73,7	74,9	70,9	76,6	73,4	76,8	75,1	75,7	73,4	73	69,5	65,5	69,1	69,4	68,6	75,3	75,4	74,9	74,4	83,4	73	72,2	74	71,6	76,6	74,5	70,1	77	74,6	76,9	76,1	78,7	73,9				
73,6	75	72,7	70,7	75,3	70	73,2	72,4	71,9	71,2	72,7	70,7	69,5	66,5	71,5	66,6	68,7	62,9	73,6	74,5	72,4	78,7	72,5	71,4	73,5	72,2	72,1	71	74,5	69,8	74,1	69,8	72,2	68,4	69,3	66,6				
62,4	75,7	69	72,7	75,5	69	70	69,5	70,9	70,7	69,1	66,5	66,3	66,2	66,9	75,9	66,3	66,7	72,8	72,3	73,8	72,2	76,8	70,4	66,8	67,3	67,6	68,8	68,5	69	73	79,5	74	74,3	71,4	67,6	69,6	69,5	68,3	62,4
77,9	76	74,9	74,7	75,3	71,8	76	75,2	71,5	74,7	75,5	70,8	71,9	70,4	73,4	75,7	70,9	65,6	76	74,8	75	73,9	75,1	70	76,2	73,1	75,5	74,6	74,4	71,2	75,2	74,2	74,4	73,5	74,3	66,1	60,1	60,9	60,1	61
57,9	58,9	61,7	53,6	62,4	58,8	72,9	73,2	72,3	73,5	74,7	69,2	70,3	70,9	70	69,1	73,9	68,1	75,8	73,7	73,5	73,3	74,6	70,8	75,6	70,5	76	73	72,6	71,3	75,4	75,5	73,2	77	72,9	71,7	71,7	73	76,8	70,8
72,7	69,4	66,8	67,8	70,8	68,5	71,8	70,5	70,7	71,5	71,1	67,1	69,8	63	68	65,7	64,3	61,1	71,3	70,2	70,6	70,4	70,4	66,9	70,3	66,7	67,4	69,8	67,4	63,3	55,3	56,7	69,9	62,1	61,8	62,8	65,5	57,1	58,5	56,8
71,8	68,8	68,6	69,3	72,7	68,5	68,4	67,3	70,2	70,9	69,6	68,2	65,4	63,4	68,5	61,5	63,3	62,3	69,3	68	71,9	72,2	69,6	69,1	68,6	66,7	70,5	70	67,9	62,4	70,2	62,3	70,8	76,3	72,5	64	41,5	41	37,1	32,2

Del análisis de la tabla anterior se han obtenido los siguientes resultados:

PERÍODO 2012 - 2014

En el horario de las 21h01, 16 de las 30 mediciones presentan una disminución de emisión sonora, lo que representa el 53,33%, en tanto que el restante 46,67% sufre un incremento. La mayor disminución se presenta en el punto R-08 *Lagunas de oxigenación* con (-17,9 dB), en tanto que el mayor incremento es de 13,8 dB que corresponden al punto R-12 *Camino a Ochoa León*.

Para el horario de las 18h00, de igual manera, se presenta una disminución en el 66,67% de los puntos muestreados y un incremento del 33,33%. La mayor disminución se da en el punto R-08 *Lagunas de oxigenación* en (-9,9 dB) y el mayor incremento está en el punto R-12 *Camino a Ochoa León* con (13,5 dB).

Para las 15h00, se observa que en los 19 puntos de los 30, se presentan disminuciones, siendo la más representativa la del punto R-08 *Lagunas de oxigenación* con (-10,3 dB) y el mayor incremento es (7,7 dB) y se presenta en el punto R-11 *Camal*.

Para el horario de las 13h00, el 63,33% de los resultados de los monitoreos han disminuido con relación al año 2012, con el correspondiente incremento del 36,67%. El mayor incremento se estableció en el punto R-12 *Camino a Ochoa León,* con (23,1 dB) sobre la medición anterior, en tanto que el punto en donde se dio la mayor disminución fue el R-21 *Feria Libre* con (-11,8 dB).

A las 10h00 se produce una disminución de emisiones en el 63,33% de los puntos muestreados. El mayor incremento se da en el punto R-13 *La Libertad* con una elevación de (11,2 dB) y la mayor disminución es de (-12,2 dB) y se registra en el punto R-27 *Chola Cuencana*.

El 56,67% de las mediciones realizadas ha tenido una disminución de los resultados de las emisiones en el horario de las 7h00. El punto en el cual se determinó el mayor incremento es el R-12 *Camino a Ochoa León* con (28,6 dB) adicionales a la medida establecida en el año 2012. En el punto R-08 *Lagunas de oxigenación* disminuyen las emisiones en (-16,4 dB).

PERÍODO 2014 - 2015

Durante este período, de manera general, se puede ver que se han incrementado las emisiones en los distintos horarios, es así que a las 21h00, existe un incremento de emisiones en el 73,33% de los sitios monitorizados, en tanto que en el 26,67% hay una disminución.
El mayor incremento se registra en el punto R-09 *Monumento a la Familia* con (8,6 dB) adicionales. En el punto R-12 *Camino a Ochoa León* se produce la mayor disminución en (-7,3 dB).

A las 18h00 se presenta un incremento en el 80% de los sitios muestreados. En el punto R-21 *Feria Libre* se registra el mayor incremento en (10 dB), y la mayor disminución es de (-4,9 dB) en el punto R-03 *Aeropuerto*.

De igual manera que en el horario descrito en el párrafo anterior, a las 15h00 se incrementan las emisiones en 24 de los 30 puntos medidos, lo que representa el (80%), siendo el punto R-21 *Feria Libre* el que mayor incremento presenta en (12,8 dB). La mayor disminución se da en el punto R-03 *Aeropuerto* en (-4,1 dB).

En el horario de las 13h00, el 73,33% de los sitios monitorizados presentan incremento de emisiones. Se registra en el punto R-21 *Feria Libre* el mayor incremento en (13,2 dB) y la mayor disminución se registra en el punto R-12 *Camino a Ochoa León* en (-6,8 dB).

El 80% de los puntos medidos presentan incremento de emisiones en el horario de las 10h00, corresponde al punto R-28 *Vía Baños* el mayor incremento que es

de (22,5 dB), en tanto que en el punto R-02 *Gapal* se da la mayor disminución, que es de (-2,9 dB).

En el horario de las 7h01 se incrementan las emisiones en el 80 % de los puntos muestreados. El mayor incremento se establece en el punto R-13 *La Libertad* en (10,8 dB), y; la mayor disminución se registra en el punto R-16 *Vía a Sinincay* con (-1,8 dB).

PERÍODO 2015 - 2016

Al analizar la variación sonora en el período del 2015 al 2016, se puede observar que de las 180 mediciones analizadas, se presenta una disminución de los valores de las emisiones en el 88,33 %, y a su vez hay un incremento en el 11,67 % restante.

En los horarios de las 7h01 y 10h00, se presenta una disminución en 29 de los puntos muestreados, lo que representa el 96,67 %, y se incrementa en 1 punto, que corresponde al R-04 *Tres Puentes* y R-13 *La Libertad*, respectivamente. El mayor número de incrementos para el año 2016 se da en el horario de las 13h00, que suben las emisiones en el 26,67 % de los puntos muestreados.

Las mayores variaciones se presentan en el punto R-28 *Vía Baños*, ya que en el horario de las 10h00 hay una disminución 28,8 dB y en el horario de las 18h00 se incrementa en 17,3 dB.

En el horario de las 13h00 la mayor disminución corresponde al punto R-17 *El Cebollar* en 16,5 dB. En el horario de las 21h01 se presenta el mayor incremento (16 dB), en el punto R-15 *Camino del Tejar*.

PERÍODO 2016 - 2017

Se puede observar que el aumento en las emisiones es generalizado en los puntos de monitoreo, aproximadamente el 88,8% de los muestreos presentan un incremento.

Los datos obtenidos en el monitoreo realizado al 2017, tienen valores promedio de 70 dB, lo que representa, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), al ruido emitido por la circulación vehicular.

PERÍODO 2017 - 2018

Del análisis realizado se obtiene que en el 48,4% de los puntos medidos se ha registrado disminución de emisiones, en el 49,5% hay un incremento y en el restante 2,2%, las emisiones se han mantenido.

En el horario de las 7h01 se presenta una disminución en el 61% de los puntos monitorizados, con el correspondiente incremento en el restante 39%.

Durante el horario de las 10h00, el comportamiento es contrario al horario de las 7h01, ya que el incremento se da en el 58% de los puntos medidos, el 3% se mantiene y el 39% presenta una leve disminución de emisiones.

En los horarios de las 13h00 y 15h00 hay una disminución del 53% y durante los horarios de las 18h00 y 21h01, en contraposición, los incrementos son mayores con un 58% .

Las mayores variaciones se presentan en el punto R-10 *Parque Industrial*, en donde las emisiones disminuyen 19,9 dB y 15 dB en los horarios de las 7h00 y 15h00 respectivamente; y los mayores incrementos son de 12 dB y 11,3 dB, que corresponden al punto R-12 *Camino a Ochoa León* en los horarios de las 18h00 y 10h00, respectivamente.

PERÍODO 2018 - 2019

Se debe mencionar que en el período 2019 se observa que ha habido una disminución de las emisiones en el 61,8% de los puntos monitorizados, en tanto que en el 37,1% hay incrementos y en el 1,1% se mantienen los valores generados.

En los horarios de las 7h01 y 15h00, se presenta una disminución en el 61% de los puntos monitorizados, con el correspondiente incremento en el restante 39%.

Durante el horario de las 10h00, se da una disminución en el 52% de los puntos monitorizados, en tanto que el incremento se presenta en el 48% restante.

En el horario de las 13h00 hay una disminución en el 52% de los puntos monitorizados y el correspondiente incremento en el 45% de los puntos, en tando que se se mantiene el mismo valor de la emisión en un punto, el cual representa el 3%.

El 68% de puntos monitorizados presenta una disminución en el horario de las 18h00, y el incremento se presenta en el 29% de los puntos, el 3% se mantiene con los mismos valores de emisión.

En el horario nocturno se presentan en 24 puntos (77%), una disminución en los valores medidos, y en el restante 23% hay un incremento en la emisión registrada.

Al revisar los valores obtenidos de las emisiones se observa que la mayor emisión se presenta en el horario de las 18h00 en el punto R-07 *Challuabamba* con 78,4 dB. La menor emisión se presenta en el punto R-28 *Vía a Baños*, en el horario de las 15h00 con un valor de 54,3 dB.

Las mayores variaciones se presentan en el punto R-10 *Parque Industrial*, en donde las emisiones se incrementan en 18,9 dB y 14,5 dB en los horarios de las 15h00 y 7h01 respectivamente. Las mayores disminuciones se dan en el punto R-12 *Camino a Ochoa León*, en todos los horarios del monitoreo; de mayor a menor tenemos: 12,6 dB (10h00); 12,0 dB (18h00); 11,2 dB (15h00); 9 dB (13h00); 7,2 dB(7h01) y 2,9 dB (21h01).

PERÍODO 2019 - 2020

Durante el año 2020 el gobierno ecuatoriano estableció restricciones de movilidad debido a la emergencia sanitaria asociada a la COVID - 19, por lo cual el tránsito vehicular disminuyó de manera considerable en la ciudad. Esto se ve reflejado en un 69,4% de puntos que presentan menor nivel de ruido en comparación con el año 2019.

Si bien durante el año 2020 el tránsito vehicular no se puede considerar como normal (típico) en comparación con años anteriores. Existe un 30,1% de puntos que presentan un aumento de nivel con relación al año 2019.

En el horario de las 7h00 se presenta una disminución de un 77% debido a que durante el año 2020 las instituciones educativas no funcionaron, por lo tanto el tránsito vehicular en ese horario bajó de manera representativa.

En el horario de las 7h00 existen grandes variaciones de nivel en los puntos R-20 *Redondel del Otorongo*, R-28 *Vía a Baños* y R-22 *Isabela La Católica*, con disminuciones de 10,5 dB; 10,1 dB y 6,1 dB respectivamente.

Se puede observar que en el horario de las 10h00, el 71% de los puntos presentan menor nivel que el año anterior y un 29% de los puntos ha aumentado el nivel de ruido, como se mencionó anteriormente el flujo e intensidad del tránsito vehicular cambió de manera drástica durante el año 2020, por lo cual, tanto las horas que antes fueron consideradas como "valle" presentan un nivel muy similar a las horas consideradas como horas "pico".

En el punto R-12 *Camino a Ochoa León*, en el horario de las 21h00 existe una variación de 12,2 dB, siendo esta la disminución más significativa de nivel entre todos los puntos analizados del 2020, en comparación con el año 2019.

A pesar de existir tránsito vehicular casi nulo, en el punto R-28 *Vía a Baños*, se puede observar que

con relación al año 2019 se da un aumento de nivel sonoro de 7,3 dB. Esto se puede atribuir a ladridos de perros, alarmas de automóviles estacionados y algunos peatones que se encontraban por el punto de monitoreo, al momento de realizar la medición.

El único punto que no presenta variación entre el año 2019 - 2020 es el R-09 *Monumento a la Familia*, en el horario de las 7h00 donde permanece un nivel de 73,4 dB, el cual es alto y se debe a que existe alto tránsito de vehículos pesados como buses inter provinciales, buses urbanos y transporte de carga.

PERÍODO 2020 - 2021

Los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el año 2021 muestran un incremento de ruido en 114 mediciones, lo que representa el 48,7 %, en 87 mediciones (37,2%). Los datos indican una disminución de los valores con respecto al año anterior y 33 mediciones (14,1%) se mantienen igual a los valores obtenidos en el año 2020, lo que se explica porque el gobierno ecuatoriano emprendió en una intensiva campaña de vacunación contra la COVID - 19, lo que permitió ablandar las medidas sanitarias restrictivas generando un incremento de movilidad. A esto se suma el hecho que muchos planteles educativos retomaron las clases presenciales, lo que repercute en el incremento del tránsito vehicular y, por ende, en el aumento del ruido en la ciudad.

En el horario de las 7h00 existen grandes variaciones de nivel en los puntos R-28 *Vía a Baños*, R-17 *El Cebollar*, con incrementos de 12,2 dB y 7,9 dB respectivamente.

Los valores de las emisiones de ruido en los puntos de monitoreo, en el horario de las 10h00 presentan un 44% de incremento y el 41% de disminución en relación con las emisiones del año 2020, y las horas "valle" presentan un nivel de emisión de ruido muy similar a las consideradas como horas "pico".

En el punto R-17 *Vía a Baños*, en el horario de las 21h00 existe una variación de 10,5 dB, siendo esta la disminución más significativa de nivel entre todos los puntos analizados del 2021, en comparación con el año 2020.

El punto R-15 *Camino del Tejar* mantiene los mismos valores de las emisiones en los horarios de las 10h00 y 15h00 con respecto al año 2020 y el punto R-09 *Monumento a la Familia* mantiene el mismo valor de la emisión de ruido a las 7h00. Los valores están sobre la norma del (TULSMA - 2015) debido al alto tránsito de vehículos pesados como buses inter provinciales, buses urbanos y transporte de carga, que se movilizan por las calles en las que se realiza el monitoreo.

NOTA:

A continuación se realizan comparaciones en el comportamiento sonoro en la ciudad de Cuenca durante los años 2019, 2020 y 2021. Para la evaluación se toma como base de comparación los parámetros establecidos en el TULSMA.

Adicionalmente, se efectúa una comparación de los valores que se han obtenido desde el año 2012, pero se representa gráficamente desde el año 2017, con el único propósito de obtener mejor representación y calidad en los gráficos. Como se puede observar en los gráficos siguientes.

Zona de equipamientos de servicios sociales - EQ1

Evaluación 2019, 2020, 2021

Tabla 5. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en zonas de equipamientos de servicios sociales - EQ1

COLOR EN LA TABLA	PUNTO DE MEDICIÓN	SECTOR	**2021** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2020** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2019** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)					
			07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01
	R-06	Hospital Regional	65,5	68,3	71,5	66,1	67,8	64,8	68,6	68	69	67,6	68,6	64,4	70,5	71,8	69,3	68,6	69,7	67,2
	R-18	Hospital del IESS	74,5	75,3	75,2	77,5	74,2	73,1	76,1	74,8	75,1	76	75,9	72,3	75,9	75,7	76,4	76,4	78,4	71,9
	R-20	Redondel del Otorongo	70,4	73,1	73,1	71,2	73,2	69,7	67,4	72,7	73,2	72,8	72,5	66,8	77,5	73,8	74,8	75,5	76	70,1
	R-22	Isabel La Católica	56,8	58,6	62,3	59,1	62,8	55,8	56,2	58,1	64,8	58,7	58,5	53,4	62,3	60	59,7	62,3	66,9	59
	R-31	Redondel 24 de Mayo	67,9	68,4	69,6	70,1	68,8	69,3	68,8	68,9	69,8	67,6	69,5	66	70,8	68,8	69,4	69,3	70,7	68,8
	R-33	Camino al Valle	78,1	77,1	78,3	77,7	78,2	74,1	77,9	76,9	79,7	76,7	79,4	74,9						
	R-37	Puente del Vado	68,1	69,5	70,4	70,9	71,6	68,6												
	R-38	Héroes de Verdeloma	73	75,4	74,5	73,9	75,9	72,6												

Fuente: Información generada en el proyecto - 2019, 2020 y 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

La zona EQ1 es la categoría que abarca actividades relacionadas con la salud y educación.

Nivel de presión sonora. Para el año 2021 se incorporan tres puntos adicionales para la zona de uso EQ1, la cual se caracteriza por contar sobre su territorio con centros de atención hospitalaria y educativa (colegio Manuela Garaicoa, Universidad de Cuenca y Unidad Educativa Manuel J. Calle). Al realizar las mediciones en la calle, los resultados muestran el ruido emitido por el movimiento vehicular, el cual, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud OMS, está alrededor de los 80 dB. Por lo tanto, los valores obtenidos durante el monitoreo están bajo este parámetro.

De los puntos analizados se observa que todas las emisiones, tanto para el día como para la noche, están sobre la norma establecida en la legislación nacional vigente (TULSMA-2015). Según los datos obtenidos, los valores en horas pico y valle no presentan diferencias notables, la emisión de ruido es permanente a lo largo del día.

Durante los años 2019 y 2020 se observa un comportamiento similar al 2021, en donde las emisiones sonoras están sobre la norma (TULSMA, 2015) en todos los puntos monitorizados y en todos los horarios.

Durante el año 2021, en los puntos R-18 *Hospital del IESS* y R-33 *Camino al Valle* y R-38 *Héroes de Verdeloma* los niveles de ruido en todos los horarios incluido el nocturno, permanecen sobre los 70 dB, lo cual sobrepasa los límites establecidos para zonas industriales, comportamiento similar al de los años 2019 y 2020, en donde en el sitio R-18 la emisión registrada no cumple la norma ambiental (TULSMA, 2015).

Los puntos R-18 y R-33 tienen la influencia de ruido del eje vial más transitado de la ciudad como es la autopista Cuenca - Azogues, en tanto que el R-38 está ubicado en la avenida por donde se movilizan los buses que entran y salen de la ciudad y que ingresan al terminal terrestre de Cuenca.

Gráfico 1. Mediciones de ruido en las zonas de equipamientos sociales - EQ1. Años 2021, 2020 y 2019

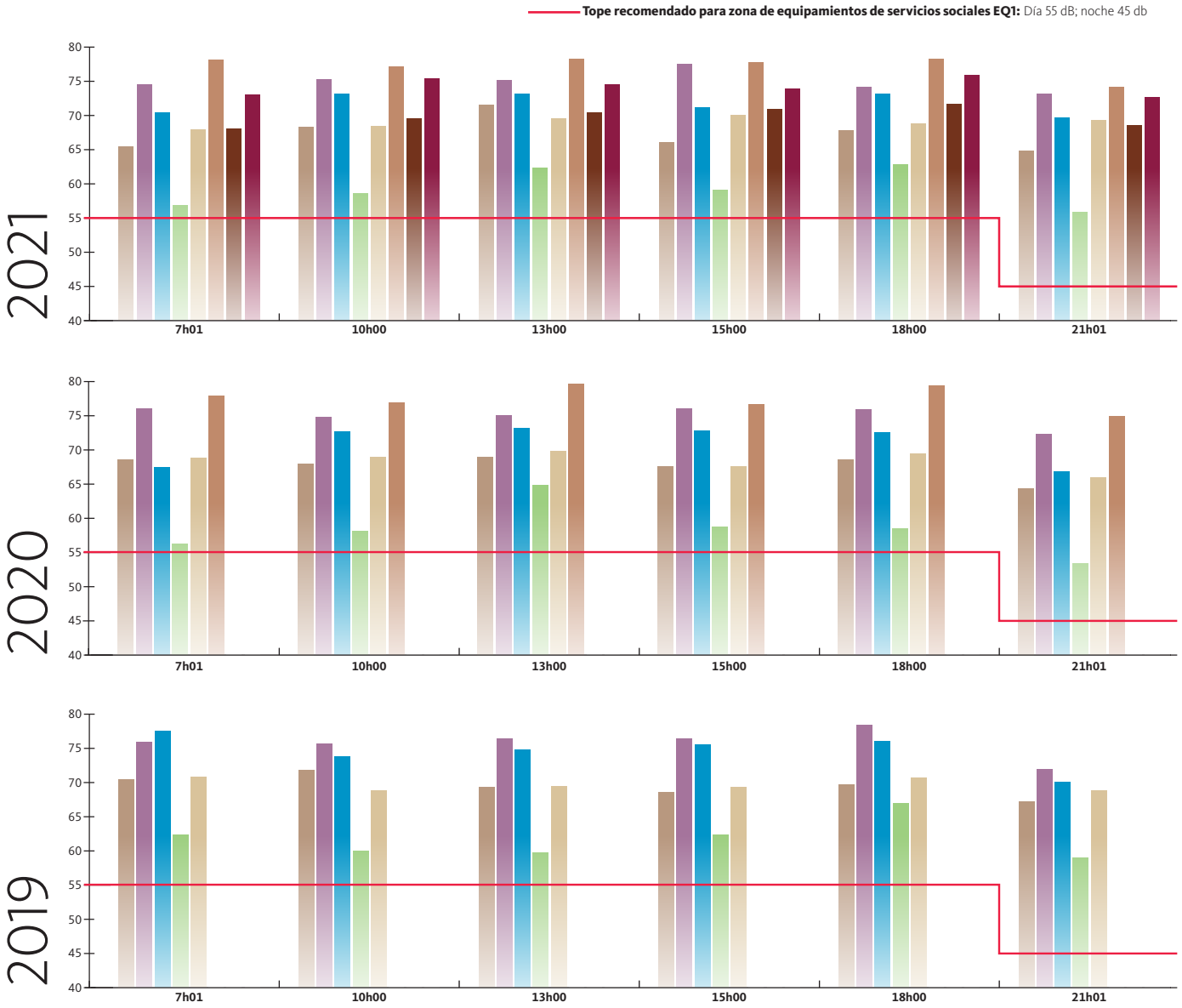
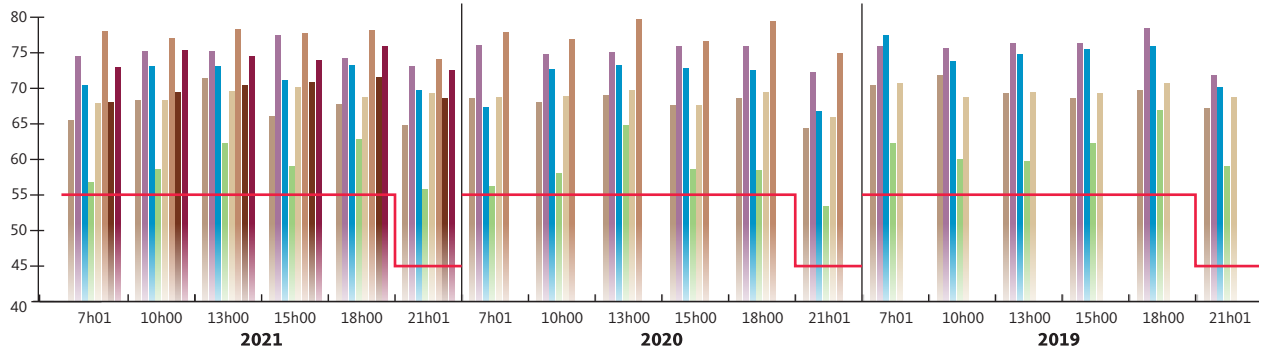


Tabla 6. Comparación datos - Zona de equipamiento de servicios sociales - EQ1

USO DEL SUELO ACTUAL Y CÓDIGO TULSMA 2015	#	COLOR EN GRÁFICO	PUNTO MEDIDO (SECTOR)	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	2021 (Decibeles-dB)						2020 (dB)						2019 (dB)					
						7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01
ZONA DE EQUIPAMIENTOS DE SERVICIOS SOCIALES (EQ1)	R-06		Hospital Regional	Av. 12 de Abril	Av. del Paraíso	65,5	68,3	71,5	66,1	67,8	64,8	68,6	68,0	69,0	67,6	68,6	64,4	70,5	71,8	69,3	68,6	69,7	67,2
	R-18		Hospital del IESS	Autopista Cuenca Azogues	Monay -Paccha	74,5	75,3	75,2	77,5	74,2	73,1	76,1	74,8	75,1	76,0	75,9	72,3	75,9	75,7	76,4	76,4	78,4	71,9
	R-20		Redondel del Otorongo	Paseo Tres de Noviembre	Simón Bolívar	70,4	73,1	73,1	71,2	73,2	69,7	67,4	72,7	73,2	72,8	72,5	66,8	77,5	73,8	74,8	75,5	76,0	70,1
	R-22		Isabel La Católica	Lope de Vega	Gaspar de Jovellanos	56,8	58,6	62,3	59,1	62,8	55,8	56,2	58,1	64,8	58,7	58,5	53,4	62,3	60,0	59,7	62,3	66,9	59,0
	R-31		Redondel 24 de Mayo	Av. 24 de Mayo	Hernán Malo	67,9	68,4	69,6	70,1	68,8	69,3	68,8	68,9	69,8	67,6	69,5	66,0	70,8	68,8	69,4	69,3	70,7	68,8
	R-33		Camino al Valle	Autopista Cuenca-Azogues	Camino al Valle	78,1	77,1	78,3	77,7	78,2	74,1	77,9	76,9	79,7	76,7	79,4	74,9						
	R-37		Puente del Vado	Av. Loja	Av. 12 de Abril	68,1	69,5	70,4	70,9	71,6	68,6												
	R-38		Héroes de Verdeloma	Héroes de Verdeloma	Mariano Cueva	73,0	75,4	74,5	73,9	75,9	72,6												

Fuente: Información generada en el proyecto CGA - UDA, 2012-2014-2016-2018-2021, UDA 2015-2017-2019-2020

Gráfico 2. Presión sonora - Zona de equipamiento de servicios sociales - EQ1



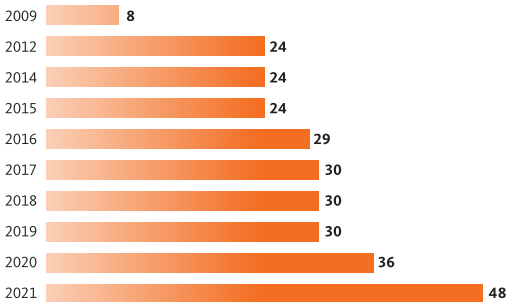
Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Tabla 7. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA - Zona EQ1

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

AÑO	NÚMERO DE MONITOREOS	PUNTOS CON EMISIONES SOBRE EL TULSMA	%
2009	12	8	67%
2012	24	24	100%
2014	24	24	100%
2015	24	24	100%
2016	30	29	97%
2017	30	30	100%
2018	30	30	100%
2019	30	30	100%
2020	36	36	100%
2021	48	48	100%

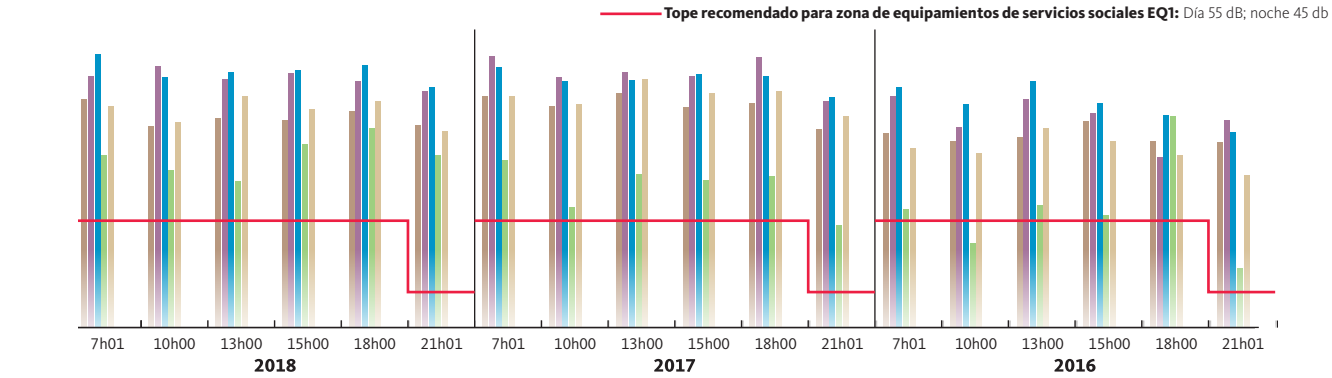
Gráfico 3. Puntos sobre el TULSMA - EQ1



2018 (dB)						2017 (dB)						2016 (dB)						2015 (dB)						2014 (dB)						2012 (dB)						2009 (dB)			
7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	8H00	13H00	18H00	22H30
72,1	68,3	69,4	69,2	70,4	68,5	72,5	71,2	73	71	71,6	67,9	67,4	66,2	66,8	69	66,3	66,1	74,3	73,7	71,2	70,7	72	66,3	69,8	65,3	67,9	64,9	65,2	63,7	66	66,8	66,5	67,4	73,2	64,2	68,7	66,4	67,1	61
75,4	76,8	75	75,8	74,7	73,3	78,2	75,3	75,9	75,4	78,1	71,9	72,5	68,2	72,2	70,2	64	69,2	77,7	75,2	79,2	76,5	77	73,4	70,5	70,6	67,2	71,5	68,9	66,8	74	71,9	77,9	72,7	72,2	74,8				
78,5	75,2	75,9	76,2	76,9	73,8	76,6	74,7	74,8	75,7	75,4	72,4	73,8	71,5	74,6	71,6	69,9	67,5	74,5	73,7	74,6	73,9	74,7	70,6	74,7	73,8	74	74,4	79,4	68,1	78,2	75,2	75,3	73,1	77,3	77,3	64,5	64,6	65	57,2
64,3	62,2	60,6	65,8	68	64,2	63,5	56,9	61,6	60,7	61,3	54,4	56,7	51,9	57,2	55,8	69,7	48,4	62,8	59,5	61,5	65,7	66,1	56,4	64,2	60	61,4	60,9	60	58,3	63,9	60,2	60,8	60,6	59,7	59,2	46,7	39,4	54	32
71,1	68,9	72,5	70,7	71,8	67,6	72,6	71,4	74,9	73	73,3	69,7	65,3	64,6	68	66,3	64,3	61,4																						

Mayor que la medición del año anterior

Igual o menor que la medición del año anterior



De las 48 mediciones realizadas en el año 2021, el 100% está sobre la norma TULSMA - 2015, similar a lo ocurrido en los años 2012, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019 y 2020; solamente durante el año 2016, se tiene que el 97% de las medidas, sobrepasan la legislación ambiental vigente (TULSMA, 2015).

Las variaciones del comportamiento de las emisiones sonoras tanto en positivo como en negativo se han dado en todos los años de monitoreo, según la tabla 6. En el año 2017 se presentan incrementos en el 97% de los puntos monitorizados en relación con los datos obtenidos en el año 2016, lo que se explica por la ejecución de obras de gran envergadura que han influido en el movimiento y dinámica de la población. Es en este período (2017) que se da el mayor incremento en el punto R-18 *Hospital del IESS* con (14,1 dB), en tanto que la mayor disminución se ha presentado en el año 2015 (12 dB) en el citado punto R-18.

Sin embargo, pese a las disminuciones que se presentan, las emisiones en todos los horarios están sobre los límites establecidos en el TULSMA 2015.

Zona residencial - R1

Evaluación 2019, 2020, 2021

Tabla 8. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en la zona residencial - R1

COLOR EN LA TABLA	PUNTO DE MEDICIÓN	SECTOR	**2021** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2020** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2019** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)					
			07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01
	R-02	Gapal	70,2	71,3	72,9	70,3	72,3	67,8	73,7	73,9	72,3	71,4	73,6	67,6	74,1	72,1	75	72,5	73,5	69,6
	R-04	Tres Puentes	71,4	73,2	72,3	71,5	73,4	73,5	71,3	73,3	72,2	81,4	71	66,7	74,4	73,8	73,5	77,8	74	69,2
	R-07	Challuabamba	76,1	76,7	74,9	75,5	75,9	73,8	76,9	75,7	74,5	75,4	76,2	72,2	76,8	74,6	75,7	75,8	78,4	74,1
	R-08	Lagunas de oxigenación	71	69,7	71	71,7	71,7	67,7	72,6	71,7	71,9	72,5	71,4	67,1	72,1	70,8	71,2	71,9	71,1	68,2
	R-09	Monumento a la Familia	68,6	67,3	68,6	69,7	66	63,4	67,9	69,5	72,6	70	69,4	63,8	73,4	72,1	73,6	72,7	73,2	69,8
	R-12	Camino a Ochoa León	63,3	70,1	61	60,6	66,2	60	58,8	63,1	62,9	62,4	66,9	52,5	65	59,6	64,3	61,9	61,9	64,7
	R-13	La Libertad	67,5	64,7	68,6	65,2	67,3	61,6	64,7	67,3	62,9	62,4	66	61,5	68,5	60,9	63,4	65,5	63,7	59,9
	R-15	Camino del Tejar	67,7	66,7	69,9	67,4	67,8	65,2	68,3	66,7	66,3	67,4	67,5	63,9	69,9	67,2	66,1	66,7	67,9	65,6
	R-16	Vía a Sinincay (Miraflores)	71,4	75,3	68,6	69,4	71,8	79,3	71,3	67,7	67,6	67,9	69,5	66,3	73,2	67,8	69,8	67,8	69,6	66,4
	R-17	El Cebollar	79,2	71,1	72,6	71,1	71,3	72,3	71,3	71,8	72,1	70,8	70,6	69,6	73,5	73,8	71,5	72,8	73	68,5
	R-26	Cristo Rey	70,1	72,5	71,6	71,2	74,8	69	69,5	71	70,2	71,4	73,5	68,2	73,5	72,9	72,6	71,7	74,9	69,3
	R-28	Vía a Baños	62,5	60,1	63,6	59,6	64,4	57,9	50,3	57,9	52,7	55,8	54	69,6	60,8	54,4	54,4	54,3	64,3	56,3
	R-30	Totoracocha	59,7	61,2	66,7	63,6	72,2	62,5	63,7	61,6	65,1	63,9	65,7	60,4	66,7	63,1	63,9	64,9	63,8	64,9
	R-34	Camino a Nulti	77,9	77,9	78,2	77,5	78,4	76	79,9	78	77,9	79,5	78,6	76,1						
	R-36	Av. Primero de Mayo	74,4	73,6	74,2	75,6	77,2	71,5												

Fuente: Información generada en el proyecto - 2019, 2020 y 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

La zona R1 es la categoría que abarca zonas en las cuales predomina la existencia de viviendas.

Nivel de presión sonora. El mayor número de puntos monitorizados en la ciudad pertenecen a la categoría Residencial, en un total de 15 sitios. Según los datos obtenidos, todos los valores de las mediciones están sobre los niveles de ruido establecidos por el TULSMA - 2015.

El registro más alto se encuentra en el punto R-34 *Camino a Nulti*, con un nivel de 79,9 dB, con la reactivación económica a raíz del proceso de vacunación contra la COVID, los niveles de ruido corresponden al tráfico vehicular que se va incrementando con relación al tiempo de pandemia en el cual hubo restricción de movilidad. En el punto R-28 *Vía a Baños*, se registra el nivel más bajo de 57,9 dB en el horario de las 21h00 (nocturno).

Se puede observar que todos los puntos que se encuentran en el eje vial de la autopista Cuenca - Azogues registran un nivel de ruido sobre los 70 dB incluido el horario nocturno, como es el caso de los puntos R-07 y R-34 que corresponden a *Challuabamba* y *Camino a Nulti*, respectivamente.

Durante los años 2019 y 2020 en la zona residencial se muestra una disminución en relación con los años anteriores, debido a las restricciones de movilización por la COVID, sin embargo, entre el año 2019 y 2020 existe un 30,1% de los puntos que presentan un aumento de nivel de ruido con relación al 2020, lo que se asume porque han ido cambiando las políticas relacionadas con la movilidad, se incrementó el horario de tráfico en función del comportamiento de la pandemia.

Gráfico 4. Mediciones de ruido en la zona residencial - R1. Años 2021, 2020 y 2019

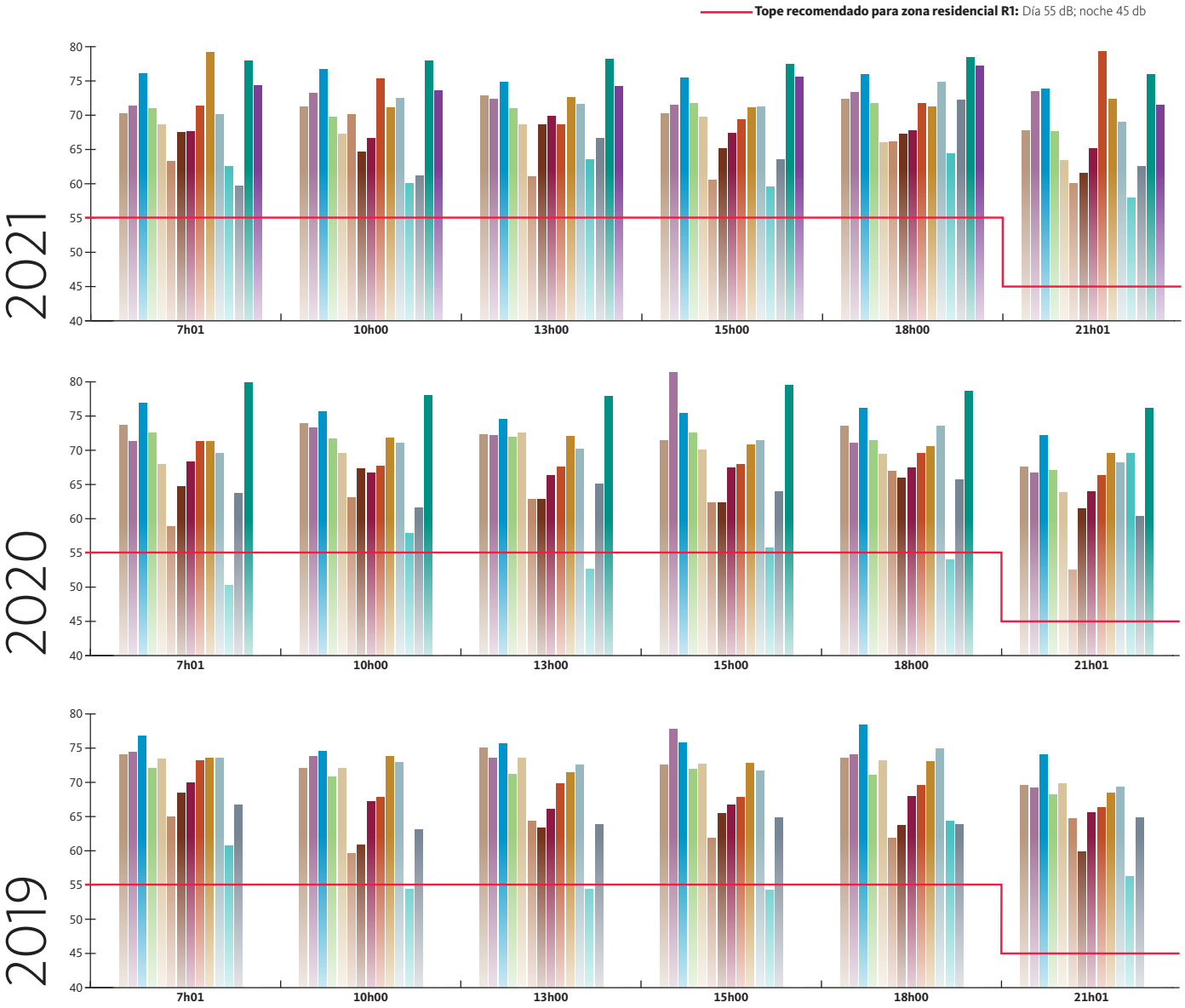
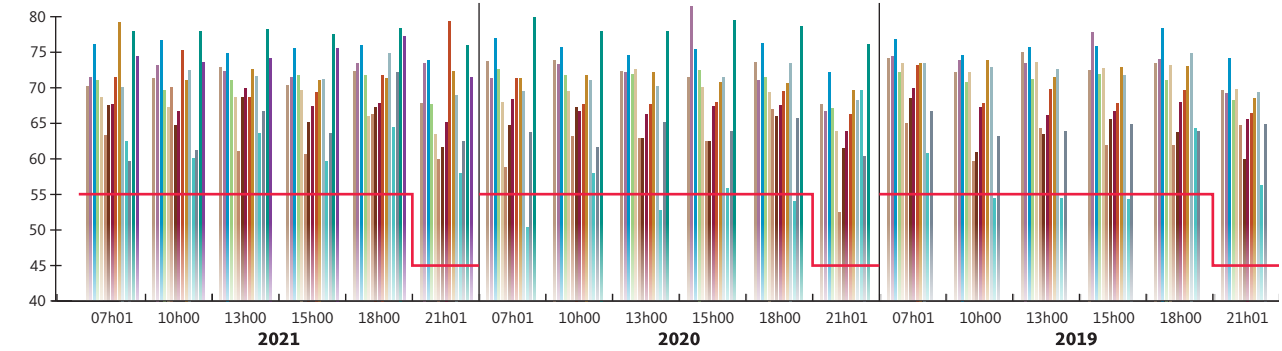


Tabla 9. Comparación datos - Zona residencial - R1

USO DEL SUELO ACTUAL Y CÓDIGO TULSMA 2015	#	COLOR EN GRÁFICO	PUNTO MEDIDO (SECTOR)	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	2021 (Decibeles-dB)						2020 (dB)						2019 (dB)					
						7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01
ZONA RESIDENCIAL (R1)	R-02		Gapal	Av. 24 de Mayo	Las Herrerías	70,2	71,3	72,9	70,3	72,3	67,8	73,7	73,9	72,3	71,4	73,6	67,6	74,1	72,1	75,0	72,5	73,5	69,6
	R-04		Tres Puentes	Primero de Mayo	Fray Vicente Solano	71,4	73,2	72,3	71,5	73,4	73,5	71,3	73,3	72,2	81,4	71,0	66,7	74,4	73,8	73,5	77,8	74,0	69,2
	R-07		Challuabamba	Autopista Cuenca Azogues	Triángulo de Challuabamba	76,1	76,7	74,9	75,5	75,9	73,8	76,9	75,7	74,5	75,4	76,2	72,2	76,8	74,6	75,7	75,8	78,4	74,1
	R-08		Lagunas de oxigenación	Camino a Paccha	Ucubamba	71,0	69,7	71,0	71,7	71,7	67,7	72,6	71,7	71,9	72,5	71,4	67,1	72,1	70,8	71,2	71,9	71,1	68,2
	R-09		Monumento a la Familia	Av. González Suárez	Panamericana Norte	68,6	67,3	68,6	69,7	66,0	63,4	67,9	69,5	72,6	70,0	69,4	63,8	73,4	72,1	73,6	72,7	73,2	69,8
	R-12		Camino a Ochoa León	Camino a Ochoa León		63,3	70,1	61,0	60,6	66,2	60,0	58,8	63,1	62,9	62,4	66,9	52,5	65,0	59,6	64,3	61,9	61,9	64,7
	R-13		La Libertad	Camino del Tejar	De la Ortiga	67,5	64,7	68,6	65,2	67,3	61,6	64,7	67,3	62,9	62,4	66,0	61,5	68,5	60,9	63,4	65,5	63,7	59,9
	R-15		Camino del Tejar	Av. Ordóñez Lazo	Monseñor Leonidas Proaño	67,7	66,7	69,9	67,4	67,8	65,2	68,3	66,7	66,3	67,4	67,5	63,9	69,9	67,2	66,1	66,7	67,9	65,6
	R-16		Vía a Sinincay (Miraflores)	Julio Jaramillo	Vía a Sinincay	71,4	75,3	68,6	69,4	71,8	79,3	71,3	67,7	67,6	67,9	69,5	66,3	73,2	67,8	69,8	67,8	69,6	66,4
	R-17		El Cebollar	Av. del Chofer	Av. Abelardo J. Andrade	79,2	71,1	72,6	71,1	71,3	72,3	71,3	71,8	72,1	70,8	70,6	69,6	73,5	73,8	71,5	72,8	73,0	68,5
	R-26		Cristo Rey	Luis Cordero	Juan de Salinas	70,1	72,5	71,6	71,2	74,8	69,0	69,5	71,0	70,2	71,4	73,5	68,2	73,5	72,9	72,6	71,7	74,9	69,3
	R-28		Vía a Baños	Juan Larrea Guerrero	Mariano Villalobos	62,5	60,1	63,6	59,6	64,4	57,9	50,3	57,9	52,7	55,8	54,0	63,6	60,8	54,4	54,4	54,3	64,3	56,3
	R-30		Totoracocha	Totoracocha	Av. El Cóndor	59,7	61,2	66,7	63,6	72,2	62,5	63,7	61,6	65,1	63,9	65,7	60,4	66,7	63,1	63,9	64,9	63,8	64,9
	R-34		Camino a Nulti	Autopista Cuenca-Azogues	Camino a Nulti	77,9	77,9	78,2	77,5	78,4	76,0	79,9	78,0	77,9	79,5	78,6	76,1						
	R-36		Av. Primero de Mayo	Av. Primero de Mayo	Av. de las Américas	74,4	73,6	74,2	75,6	77,2	71,5												

Fuente: Información generada en el proyecto - 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Gráfico 5. Presión sonora - Zona residencial - R1



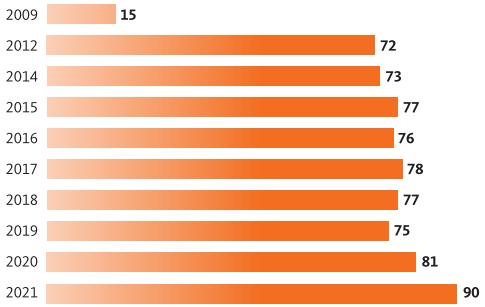
Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Tabla 10. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA -Zona R1

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

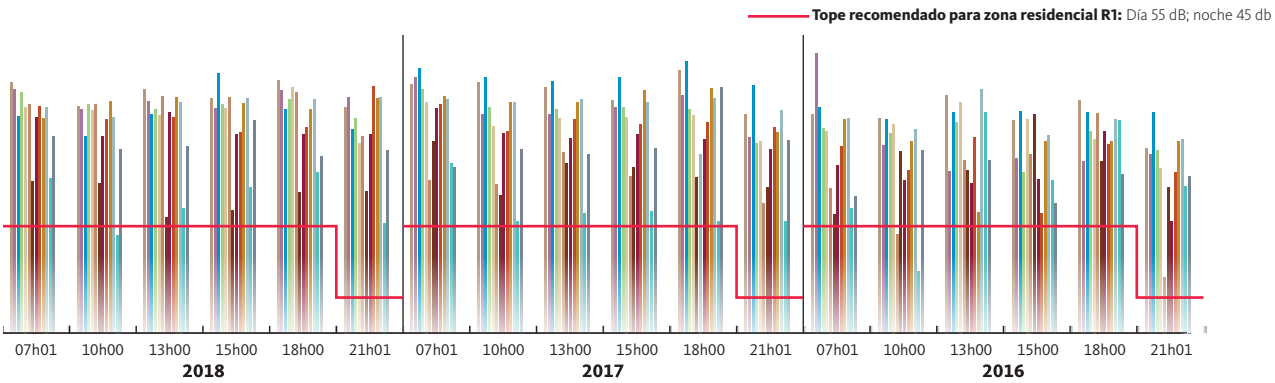
AÑO	NÚMERO DE MONITOREOS	PUNTOS CON EMISIONES SOBRE EL TULSMA	%
2009	24	15	63%
2012	78	72	92%
2014	78	73	94%
2015	78	77	99%
2016	78	76	97%
2017	78	78	100%
2018	78	77	99%
2019	78	75	96%
2020	84	81	96%
2021	90	90	100%

Gráfico 6. Puntos sobre el TULSMA - R1



2018 (dB)						2017 (dB)						2016 (dB)						2015 (dB)						2014 (dB)						2012 (dB)						2009 (dB)			
7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	8H00	13H00	18H00	22H30
75,3	71,9	74,3	73	75,5	71,8	75	75,2	74,5	72,7	76,9	70,7	70,8	70,2	73,5	69,9	72,7	66	77,6	72,7	73	72,5	74,2	68,5	72,7	75,6	73,6	72,9	72,9	69,1	72,7	71,5	71,1	71,5	73	67,9	68	67,9	70,1	60,3
74,3	71,4	72,6	71,6	74,1	73,2	76	70,8	70,8	71,7	73,4	67,5	79,4	66,4	62,7	64,6	64,2	65,2	71,4	70,8	72	72	71,3	68,4	67,9	68	66,8	67,5	67,6	64,3	74,3	74,8	76,5	76,3	68	70,7	68,2	69,2	68,6	60,7
70,5	67,6	70,8	76,5	71,4	68,7	77,2	76	75,4	76	78,2	74,9	71,7	70	71	71,2	71	71,1	76,4	75,8	74,9	73,9	77	72,9	72,6	72,8	71,1	71	72,6	72,4	77,4	72,6	75,3	75,1	72,9	70,6				
73,8	72,2	71,4	72,1	72,8	70,2	74,3	71,7	71,4	71,7	71,5	66,7	68,8	68,1	69,6	62,6	68,4	65,7	72,8	71,3	70,9	69,3	70,3	68	64,3	65,1	65,1	66,5	66,6	57	80,7	77,1	76,5	76,8	76,5	74,9	47,7	45,5	48,6	47,9
71,8	71,3	70,6	71,6	74,5	66,7	72,5	69,1	70,2	70,4	70,6	67	68,4	69,4	72,5	70,1	67,3	63,1	72,8	71,8	72,3	72,9	72,1	69,8	62,3	63,6	63,6	65,5	64,2	61,2	72,5	75,3	71	70,2	72,3	60,3				
72,2	72,2	73,3	73,1	73,9	67,6	61,5	60,9	65,4	62	61,9	58,2	60,4	53,9	64,3	65,2	70,9	47,9	67	76,5	62,2	67,1	63,4	56,2	65,2	62,8	69	62,2	63,3	63,5	36,6	55,6	45,9	57,1	49,8	49,7				
61,4	61	56,3	57,3	59,8	60	67	59,3	63,9	63,3	65,2	60,5	56,7	65,6	62,9	70,8	64,1	60,5	64,6	60,9	59,8	63,7	64,3	56,5	53,8	59,9	61,7	56,7	58,4	55,3	65,4	48,7	52	55,7	52,3	48				
70,4	67,7	71,1	67,9	67,9	68	71,6	68,1	67,4	67,9	67,2	65,8	63,6	61,5	61	61,6	68,4	55,7	73	75,3	74,8	71,6	72,9	71,7	68	66,4	68	68,4	66,9	65,8	70,5	74,3	70,2	73,1	70,2	64,3				
71,9	70,1	70,3	68,2	68,9	74,7	72,1	68,3	70	69,4	69,7	69	66,3	62,9	67,5	56,8	66,5	62,6	68,8	65,6	67,1	68	72,1	62,8	70,6	68,2	68,7	67,6	68,8	65,2	74,1	68,8	62,9	63,6	65,6	67,4				
70,2	72,6	73,2	72,3	71,4	73	73,3	72,4	72,4	74,1	74,4	68,2	70	67	57	66,9	66,9	66,9	73,9	74,9	73,5	73,5	72,7	70,4	70,5	69,5	71	69	69,8	66,7	69,4	72,2	76,2	72,5	73,6	55,5				
71,8	70,3	72,5	73	72,8	73,1	72,9	72,4	72,9	72,4	73	71,3	70,2	68,7	74,3	67,8	70	67,3	73,9	75,1	73,7	72,7	72,1	71,5	70,5	71,2	69,7	68,4	72,6	67,4	67,4	67,3	67,4	61	65,3	56,5	51,6	53,8	52,2	49,1
61,7	53,8	57,5	60,5	62,6	55,5	63,9	55,7	56,8	57,1	55,7	55,7	57,5	48,7	71	61,5	69,9	60,6	62,7	77,5	54,7	59,9	52,6	56,6	54,5	55	57	62,2	53,3	49,2	63,8	64	57,6	65,9	55,9	48,1	46,7	49,1	50,1	48,8
67,7	65,9	66,2	69,9	64,8	65,7	63,3	65,9	65,2	66	74,5	67,1	59,2	65,7	64,3	58,3	62,3	62,1	68,8	68,3	70,2	67	68,3	66,1	66,1	65,7	65,6	64,8	70,3	60,9	65,6	65,6	64,1	67,9	66,8	64	66,4	62,9	64,2	54,2

Mayor que la medición del año anterior Igual o menor que la medición del año anterior



Para el año 2021 se incrementó un punto adicional de monitoreo, en tal razón el número de mediciones fueron de 90, de las cuales el 100% están sobre los límites permisibles del TULSMA 2015; de igual manera, se puede observar que durante los años 2018, 2017, 2016, 2015, 2014 y 2012, las emisiones sobrepasan los valores establecidos en las normas ambientales nacionales, en porcentajes superiores al 90%.

El incremento en las emisiones de ruido se pone de manifiesto en la zona de uso residencial durante el año 2021; los incrementos son significativos en el punto R-28 *Vía a Baños*, se registra en los horarios de las 7h01, 13h00 y 18h00, niveles entre 10,4 y 12,2 dB sobre los obtenidos en el año 2020; únicamente en el horario nocturno se produce una disminución de 11,7 dB. Además, se puede observar que en el punto R-16 *Vía a Sinincay* (Miraflores) en el horario nocturno se presenta el mayor incremento de todos los registros, con 13,0 dB, mayor que en el año 2020.

Durante el período de monitoreo 2009 al 2021 se presentan incrementos y disminuciones en la totalidad de los puntos, pero las mayores variaciones se presentan en las estaciones R-28 *Vía a Baños* y R-12 *Camino a Ochoa León*, sitios que en los últimos años han cambiado la dinámica de la población con un incremento acelerado de urbanismo.

Zona comercial - CM

Evaluación 2019, 2020, 2021

Tabla 11. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en la zona comercial - CM

COLOR EN LA TABLA	PUNTO DE MEDICIÓN	SECTOR	**2021** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2020** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2019** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)					
			07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01
	R-01	El Estadio	65,0	67,5	69,9	68,9	71,9	64,5	64,3	69,4	70,6	69,1	70,8	65,3	69,3	72,4	70,0	68,9	69,1	67,8
	R-03	Aeropuerto Mariscal Lamar	64,4	65,8	66,8	67,6	69,8	58,9	68,8	67,4	72,5	67,9	67,2	60,8	69,2	68,2	68,4	68,8	71,2	65,0
	R-05	Remigio Crespo	67,3	70,0	73,1	74,0	73,1	70,4	68,5	71,3	72,1	70,3	74,0	74,0	72,2	71,4	74,0	71,6	71,1	71,9
	R-19	Redondel Paseo de los Cañaris	70,6	72,7	72,3	73,0	74,7	70,6	69,2	72,0	71,9	71,9	72,2	71,9	73,4	72,1	73,6	72,7	73,2	69,8
	R-21	Feria libre	69,9	72,5	69,9	70,3	70,9	65,4	70,5	70,4	69,3	68,0	68,9	65,9	72,0	68,8	71,4	70,4	70,7	67,0
	R-23	Av. de las Américas y Don Bosco	71,3	72,7	71,5	70,2	70,4	69,9	70,4	72,0	70,9	71,3	73,4	69,1	73,1	72,4	72,6	72,4	72,4	70,1
	R-24	Control Sur	79,0	75,2	73,9	72,7	75,2	72,1	75,3	75,8	74,8	74,1	74,2	70,2	73,9	78,1	74,0	74,4	71,0	70,8
	R-25	Gran Colombia	70,1	69,1	69,6	70,7	69,9	66,7	67,6	68,8	68,6	69,7	71,8	67,0	72,9	70,5	72,5	72,8	70,8	67,8
	R-27	Chola Cuencana	65,4	67,6	67,9	69,8	70,5	69,5	66,9	69,9	68,4	73,6	68,2	68,2	72,2	71,5	72,4	71,5	72,0	65,6
	R-29	Bajada del Centenario	69,6	70,4	70,9	71,3	70,0	70,3	71,6	70,1	70,1	72,3	71,4	68,8	75,7	74,5	74,9	73,6	74,6	71,1
	R-32	Autopista y Felipe Segundo	77,8	77,4	77,1	76,7	78,1	76,3	77,7	76,8	76,6	77,1	77,6	73,0						
	R-35	Redondel Simón Bolívar	68,4	71,0	70,3	73,4	70,4	67,4												
	R-39	Parque Calderón	60,9	66,8	65,2	62,9	71,3	66,5												

Fuente: Información generada en el proyecto - 2019, 2020 y 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Los puntos de monitoreo que representan a la zona comercial se caracterizan por la presencia de establecimientos que realizan la citada actividad como son: supermercados, bares, restaurantes, entre otros.

Nivel de presión sonora. Los límites establecidos en el TULSMA - 2015 para el uso del suelo "Comercial" son de 60dB para el día y para la noche de 50dB, a pesar de ser más permisibles que en zonas residenciales se puede observar que todos los registros obtenidos en el presente año se encuentran sobre los valores máximos admisibles.

El registro más alto se encuentra en el punto R-24 *Control Sur* con 79,0 dB en el horario de las 7h01, cabe recalcar que la medición se realiza en la calle y en este caso se mide el ruido en la prolongación de la Av. de las Américas, sitio de entrada y salida de la ciudad, en donde el tráfico vehicular está compuesto por vehículos livianos, buses y transportes de carga, que ingresan y salen de la ciudad hacia el sur del país. En el punto R-03 *Aeropuerto Mariscal Lamar*, se registra el nivel de ruido más bajo de 58,9dB, en el horario de las 21h01.

Durante el año 2019 en el punto R-27 *Chola Cuencana* se presenta la mayor disminución del período de monitoreo, en tanto que en el mismo sitio, durante el año 2020 se da el mayor incremento, en ambos casos, los valores muestran que no se cumple con la norma ambiental.

Gráfico 7. Mediciones de ruido en la zona comercial - CM. Años 2021, 2020 y 2019

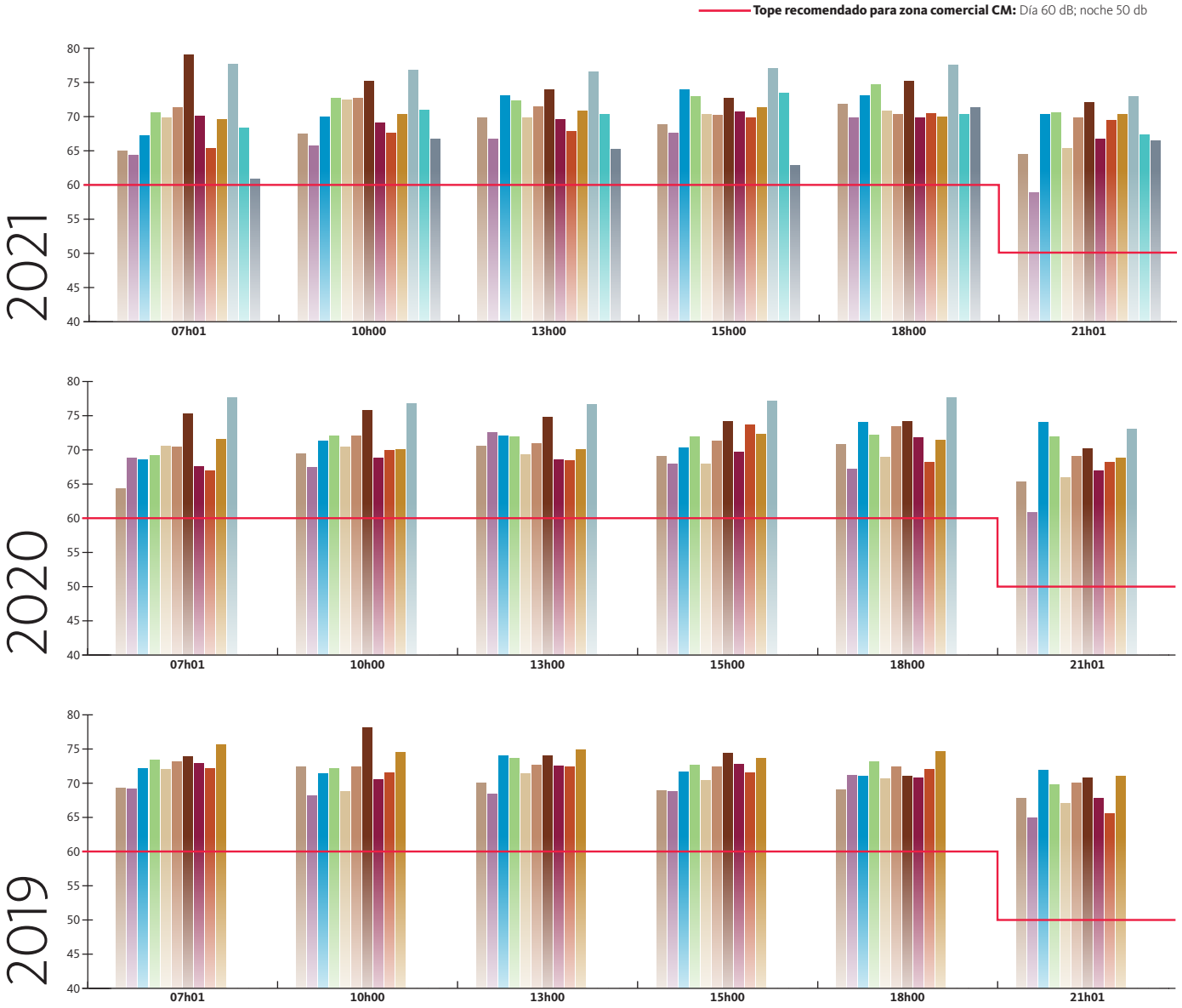
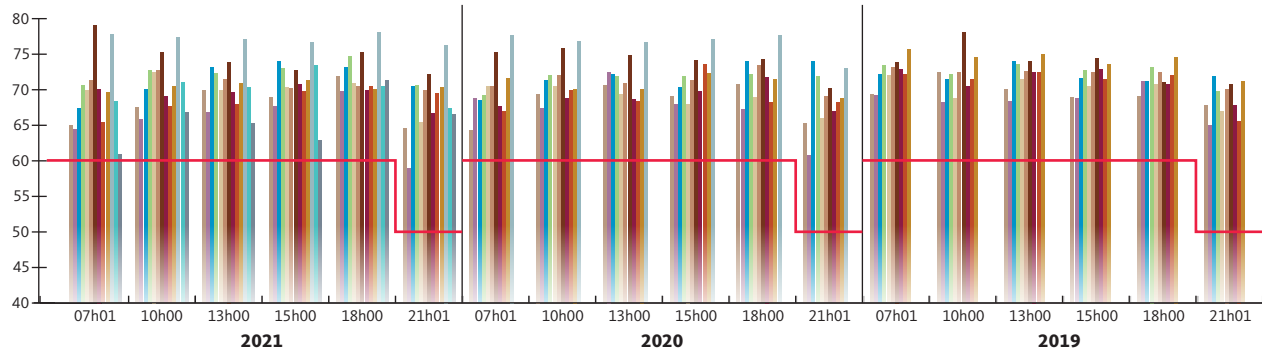


Tabla 12. Comparación datos - Zona comercial - CM

USO DEL SUELO ACTUAL Y CÓDIGO TULSMA 2015	#	COLOR EN GRÁFICO	PUNTO MEDIDO (SECTOR)	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	2021 (Decibeles-dB)						2020 (dB)						2019 (dB)					
						7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01
ZONA COMERCIAL (CM)	R-01		Estadio	Del Estadio	José Peralta	65,0	67,5	69,9	68,9	71,9	64,5	64,3	69,4	70,6	69,1	70,8	65,3	69,3	72,4	70,0	68,9	69,1	67,8
	R-03		Aeropuerto Mariscal Lamar	Av. España	Elia Liut	64,4	65,8	66,8	67,6	69,8	58,9	68,8	67,4	72,5	67,9	67,2	60,8	69,2	68,2	68,4	68,8	71,2	65,0
	R-05		Remigio Crespo	Remigio Crespo	Ricardo Muñoz	67,3	70,0	73,1	74,0	73,1	70,4	68,5	71,3	72,1	70,3	74,0	74,0	72,2	71,4	74,0	71,6	71,1	71,9
	R-19		Redondel Paseo de los Cañaris	Paseo de los Cañaris	González Suárez	70,6	72,7	72,3	73,0	74,7	70,6	69,2	72,0	71,9	71,9	72,2	71,9	73,4	72,1	73,6	72,7	73,2	69,8
	R-21		Feria Libre	Av. de las Américas	Remigio Crespo	69,9	72,5	69,9	70,3	70,9	65,4	70,5	70,4	69,3	68,0	68,9	65,9	72,0	68,8	71,4	70,4	70,7	67,0
	R-23		Av. de las Américas y Don Bosco	Av. de las Américas	Don Bosco	71,3	72,7	71,5	70,2	70,4	69,9	70,4	72,0	70,9	71,3	73,4	69,1	73,1	72,4	72,6	72,4	72,4	70,1
	R-24		Control Sur	Av. de las Américas	Circunvalación Sur	79,0	75,2	73,9	72,7	75,2	72,1	75,3	75,8	74,8	74,1	74,2	70,2	73,9	78,1	74,0	74,4	71,0	70,8
	R-25		Gran Colombia	Tarqui	Gran Colombia	70,1	69,1	69,6	70,7	69,9	66,7	67,6	68,8	68,6	69,7	71,8	67,0	72,9	70,5	72,5	72,8	70,8	67,8
	R-27		Chola Cuencana	Av. Huayna Cápac, Av. España	Gaspar Sangurima	65,4	67,6	67,9	69,8	70,5	69,5	66,9	69,9	68,4	73,6	68,2	68,2	72,2	71,5	72,4	71,5	72,0	65,6
	R-29		Bajada del Centenario	Calle Larga	Benigno Malo	69,6	70,4	70,9	71,3	70,0	70,3	71,6	70,1	70,1	72,3	71,4	68,8	75,7	74,5	74,9	73,6	74,6	71,1
	R-32		Autopista y Felipe Segundo	Autopista Cuenca-Azogues	Felipe Segundo	77,8	77,4	77,1	76,7	78,1	76,3	77,7	76,8	76,6	77,1	77,6	73,0						
	R-35		Redondel Simón Bolívar	Av. Ordóñez Lazo	Av. de las Américas	68,4	71,0	70,3	73,4	70,4	67,4												
	R-39		Parque Calderón	Benigno Malo	Mariscal Sucre	60,9	66,8	65,2	62,9	71,3	66,5												

Fuente: Información generada en el proyecto - 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Gráfico 8. Presión sonora - Zona comercial - CM



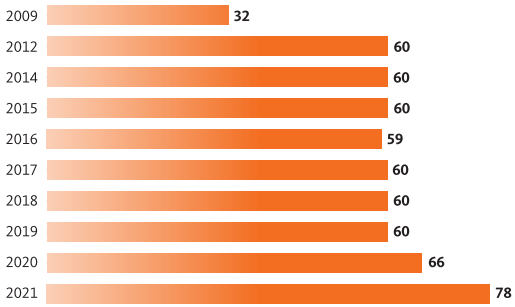
Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Tabla 13. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA -Zona CM

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

AÑO	NÚMERO DE MONITOREOS	PUNTOS CON EMISIONES SOBRE EL TULSMA	%
2009	32	32	100%
2012	60	60	100%
2014	60	60	100%
2015	60	60	100%
2016	60	59	98%
2017	60	60	100%
2018	60	60	100%
2019	60	60	100%
2020	66	66	100%
2021	78	78	100%

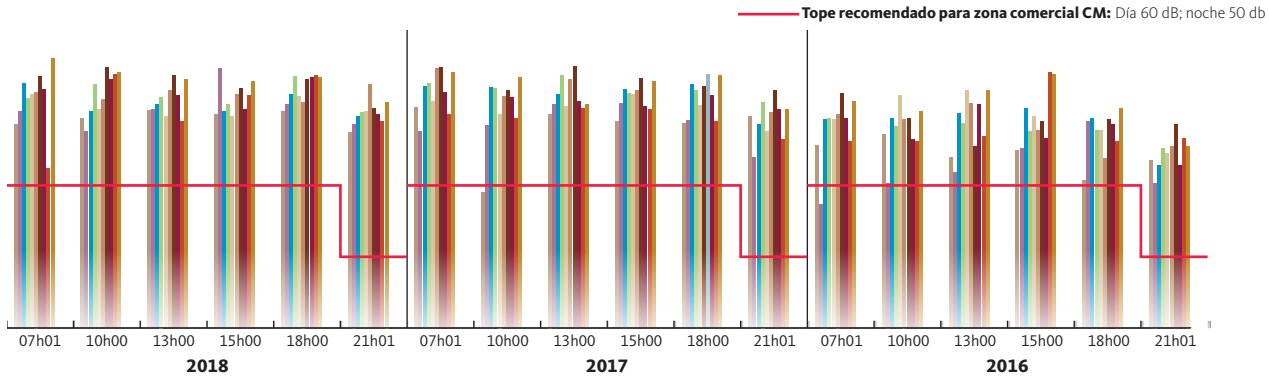
Gráfico 9. Puntos sobre el TULSMA - CM



2018 (dB)						**2017** (dB)						**2016** (dB)						**2015** (dB)						**2014** (dB)						**2012** (dB)						**2009** (dB)			
7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	8H00	13H00	18H00	22H30
68,6	69,5	70,6	70	70,4	67,5	71	59,1	70,1	69,1	68,8	69,7	65,7	67,2	64	65	60,8	63,6	70,3	75,5	72,8	71,8	72,6	66,9	70,4	69,6	68,1	69,8	68,4	66,6	72,5	73,2	73,2	72,6	72,7	67,2	70,9	69,1	69,4	61,8
70,5	67,6	70,8	76,5	71,4	68,7	67,7	68,5	71,4	71,6	69,2	64	57,4	60,4	61,9	65,2	69,1	60,4	69,3	66,9	68,2	65,1	65,8	62,3	70,8	69,2	73,9	69,2	70,7	68,1	69	71,7	74,1	70,5	74,5	69,6	72,9	74,2	74,6	63,5
74,4	70,5	71,5	70,5	72,9	69,8	74	73,8	72,9	73,5	74,3	68,6	69,4	69,5	70,2	70,9	69,5	62,8	74,4	73,5	73,6	72,8	73,8	72,9	72,8	73,1	73,5	72,2	70,7	72,9	71,9	72,2	72,4	72,3	76	70,6	67,6	62,6	72,1	66,1
72,3	74,3	72,5	71,4	75,4	70,3	74,4	73,7	75,5	73	73,4	71,8	69,5	68,4	68,8	67,7	67,8	65,2	75,5	73,3	75,7	72,9	76,4	72,1	69,6	67,8	70,6	70,1	69,8	67,1	74,3	73,9	74,6	73,5	76,3	74,7	73,5	73,4	73,5	70,1
72,9	70,7	69,8	69,8	72,6	70,4	71,9	70,1	71,1	72,9	71,3	67,7	69,3	72,7	73,4	69,8	67,8	64,5	74,4	75	74,5	75,4	73,5	72,9	62,4	63,2	61,3	62,6	63,5	66,4	74,5	74,6	73,1	72,3	72,9	71,4	71,1	71,9	72,1	66
73,2	72,2	73,4	72,8	71,8	74,2	76,5	72,6	74,9	73,4	74	70,3	70,1	69,4	71,6	67,8	63,9	65,5	75	73,9	72,9	73,8	74,2	71,1	74,6	74,8	72,1	72,1	73,5	71,5	74,6	76,9	74,3	78	77,2	74,2	76	76,3	76,5	71,1
75,4	76,7	75,5	73,7	74,9	70,9	76,6	73,4	76,8	75,1	75,7	73,4	73	69,5	65,5	69,1	69,4	68,6	75,3	75,4	74,9	74,4	83,4	73	72,2	74	71,6	76,6	74,5	70,1	77	74,6	76,9	76,1	78,7	73,9				
73,6	75	72,7	70,7	75,3	70	73,2	72,4	71,9	71,2	72,7	70,7	69,5	66,5	71,5	66,6	68,7	62,9	73,6	74,5	72,4	78,7	72,5	71,4	73,5	72,2	72,1	71	74,5	69,8	74,1	69,8	72,2	68,4	69,3	66,6				
62,4	75,7	69	72,7	75,5	69	70	69,5	70,9	70,7	69,1	66,5	66,3	66,2	66,9	75,9	66,3	66,7	72,8	72,3	73,8	72,2	76,8	70,4	66,8	67,3	67,6	68,8	68,5	69	73	79,5	74	74,3	71,4	67,6	69,6	69,5	68,3	62,4
77,9	76	74,9	74,7	75,3	71,8	76	75,2	71,5	74,7	75,5	70,8	71,9	70,4	73,4	75,7	70,9	65,6	76	74,8	75	73,9	75,1	70	76,2	73,1	75,5	74,6	74,4	71,2	75,2	74,2	74,4	73,5	74,3	66,1	60,1	60,9	60,1	61

Mayor que la medición del año anterior

Igual o menor que la medición del año anterior



En la zona comercial se puede observar que las emisiones registradas en los períodos: 2012, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021, sobrepasan los límites establecidos en el TULSMA en un 100% de los puntos muestreados. Durante el año 2016 solamente el 2% de los valores de las emisiones cumplen con la norma ambiental vigente. En el período analizado 2021, se registra un incremento de 3,7 dB en los puntos R-05 *Remigio Crespo* en el horario de las 15h00 y en el R-24 *Control Sur*, y la mayor disminución se presenta en el horario de las 13h00 en el punto R-03 *Aeropuerto Mariscal Lamar* con 5,7 dB.

En relación con monitoreos realizados en años anteriores, se puede observar que los puntos que registran mayores variaciones son el R-25 *Gran Colombia* y R-27 *Chola Cuencana*; son zonas del centro de la ciudad que han soportado cambios en su funcionamiento debido a la construcción obras de infraestructura vial de gran envergadura, que han repercutido en la movilidad del sector.

Zona industrial - ID3 e ID4

Evaluación 2019, 2020, 2021

Tabla 14. Valores (dB) promedio de mediciones de ruido en zonas industriales - ID3 e ID4

COLOR EN LA TABLA	PUNTO DE MEDICIÓN	SECTOR	**2021** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2020** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)						**2019** RUIDO PROMEDIO (Decibeles)					
			07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01	07h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01
	R-10	Parque Industrial	74,4	72,7	72,9	72,3	72,6	68,8	70,8	75,4	70,7	72	73,2	68,4	72,4	74,9	72,9	72,5	71,7	70,5
	R-11	Camal	72,9	70,1	73,5	71,5	72,1	71,2	74,2	69,9	70,9	72,3	71,8	65,8	70	71,7	70,4	70,4	69,2	64,3
	R-14	Los Cerezos Alto	67,2	67,3	71,3	69,1	69,9	65,2	69,2	67,8	70,7	68,8	70,6	65,9	69,1	69,2	71,4	67,5	68,3	65,6

Fuente: Información generada en el proyecto - 2019, 2020 y 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

A continuación, se presenta el análisis del ruido en la zona de uso industrial. Se denominan ID3 e ID4 y corresponden a actividades que generan mediano y alto impacto. Los puntos considerados son: Parque Industrial, el Camal y Los Cerezos Alto.

Nivel de presión sonora. En las zonas industriales se registran niveles de ruido más apegados a los límites máximos admisibles establecidos por el TULSMA - 2015, los cuales corresponden a 70 dB en el horario diurno y 65dB para el nocturno. El nivel máximo registrado fue en el punto R-10 *Parque Industrial*, con 74,4 dB en el horario de las 7h01, valores cercanos al límite establecido por el TULSMA - 2015. El punto con el nivel más bajo registrado es el R-14 *Los Cerezos Alto*, con 65,2 dB en el horario nocturno, a pesar de ser el punto con menor contaminación dentro de la categoría de zona industrial, se debe tener en cuenta que también existen residencias cercanas, para las cuales niveles por encima de 65 dB en el horario nocturno no son las adecuadas.

Como se puede observar en los gráficos el comportamiento sonoro en las zonas industriales durante los años 2019, 2020 y 2021 presentan pequeñas variaciones de ruido, comprendidas entre 4 y 5 decibelios, que no son representativas.

Gráfico 10. Mediciones de ruido en las zonas industriales - ID3 e ID4. Años 2021, 2020 y 2019

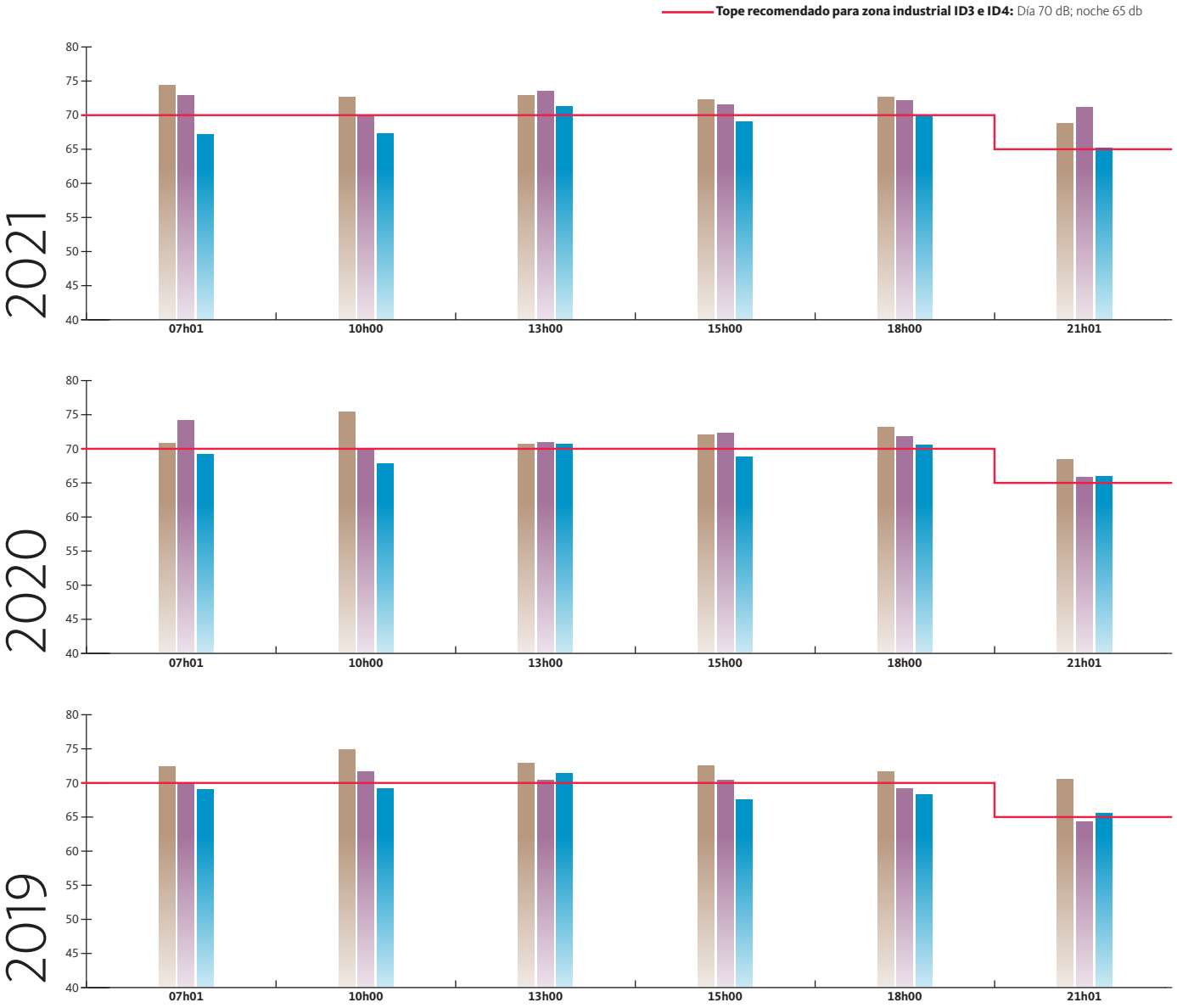
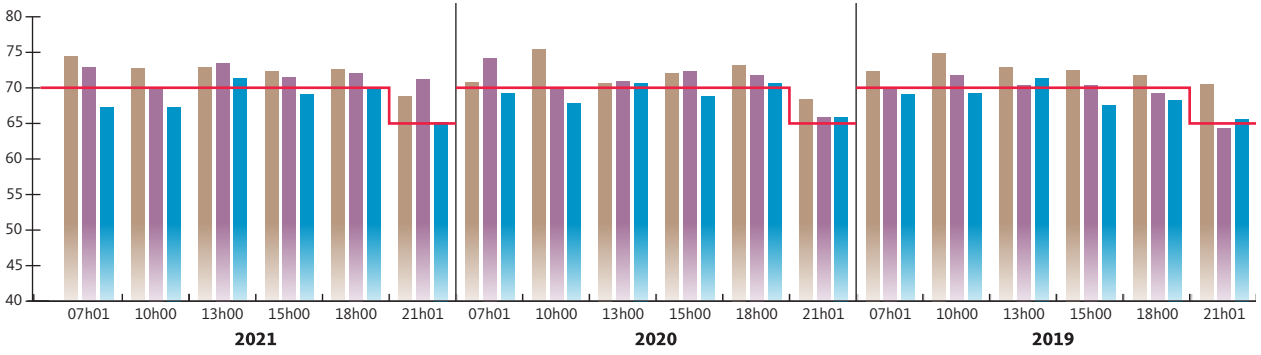


Tabla 15. Comparación datos - Zona industrial - ID3 / ID4

USO DEL SUELO ACTUAL Y CÓDIGO TULSMA 2015	#	COLOR EN GRÁFICO	PUNTO MEDIDO (SECTOR)	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	2021 (Decibeles-dB)						2020 (dB)						2019 (dB)					
						7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01
ZONA INDUSTRIAL (ID3/ID4)	R10		Parque Industrial	Octavio Chacón	Cornelio Vintimilla	74,4	72,7	72,9	72,3	72,6	68,8	70,8	75,4	70,7	72,0	73,2	68,4	72,4	74,9	72,9	72,5	71,7	70,5
	R11		Camal	Camino a Ochoa León		72,9	70,1	73,5	71,5	72,1	71,2	74,2	69,9	70,9	72,3	71,8	65,8	70,0	71,7	70,4	70,4	69,2	64,3
	R14		Los Cerezos Alto	De los Cerezos		67,2	67,3	71,3	69,1	69,9	65,2	69,2	67,8	70,7	68,8	70,6	65,9	69,1	69,2	71,4	67,5	68,3	65,6

Fuente: Información generada en el proyecto - 2021 Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Gráfico 11. Presión sonora - Zona industrial - ID3 / ID4



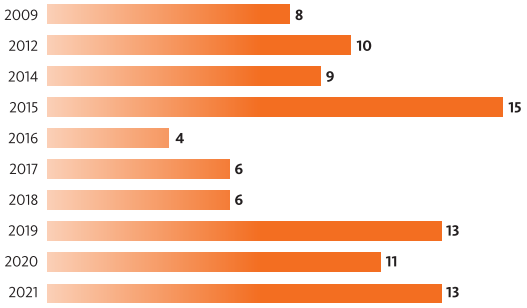
Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Tabla 16. Porcentaje de puntos de monitoreo que sobrepasan la norma TULSMA - Zona ID3 e ID4

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

AÑO	NÚMERO DE MONITOREOS	PUNTOS CON EMISIONES SOBRE EL TULSMA	%
2009	12	8	67%
2012	18	10	56%
2014	18	9	50%
2015	18	15	83%
2016	18	4	22%
2017	18	6	33%
2018	18	6	33%
2019	18	13	72%
2020	18	11	61%
2021	18	13	72%

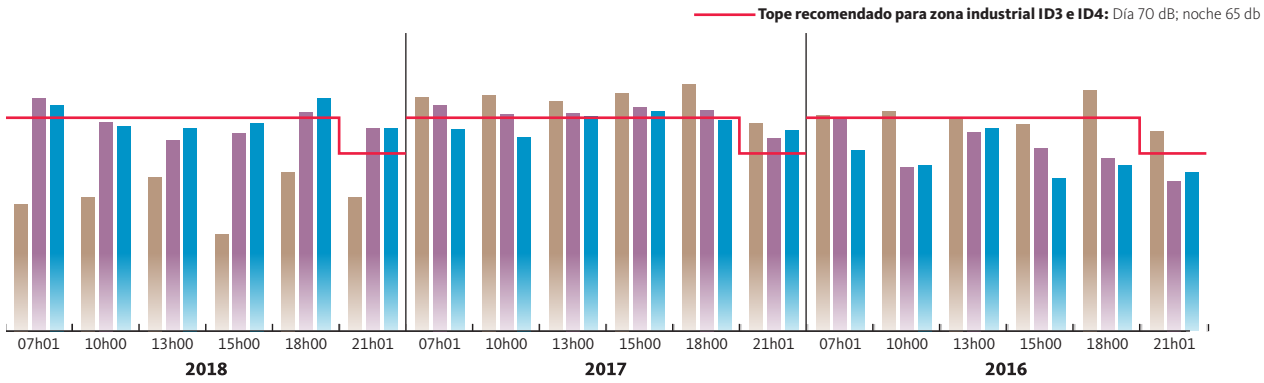
Gráfico 12. Puntos sobre el TULSMA - ID3 e ID4



2018 (dB)						2017 (dB)						2016 (dB)						2015 (dB)						2014 (dB)						2012 (dB)						2009 (dB)			
7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	7H01	10H00	13H00	15H00	18H00	21H01	8H00	13H00	18H00	22H30
57,9	58,9	61,7	53,6	62,4	58,8	72,9	73,2	72,3	73,5	74,7	69,2	70,3	70,9	70	69,1	73,9	68,1	75,8	73,7	73,5	73,3	74,6	70,8	75,6	70,5	76	73	72,6	71,3	75,4	75,5	73,2	77	72,9	71,7	71,7	73	76,8	70,8
72,7	69,4	66,8	67,8	70,8	68,5	71,8	70,5	70,7	71,5	71,1	67,1	69,8	63	68	65,7	64,3	61,1	71,3	70,2	70,6	70,4	70,4	66,9	70,3	66,7	67,4	69,8	67,4	63,3	55,3	56,7	69,9	62,1	61,8	62,8	65,5	57,1	58,5	56,8
71,8	68,8	68,6	69,3	72,7	68,5	68,4	67,3	70,2	70,9	69,6	68,2	65,4	63,4	68,5	61,5	63,3	62,3	69,3	68	71,9	72,2	69,6	69,1	68,6	66,7	70,5	70	67,9	62,4	70,2	62,3	70,8	76,3	72,5	64	41,5	41	37,1	32,2

Mayor que la medición del año anterior

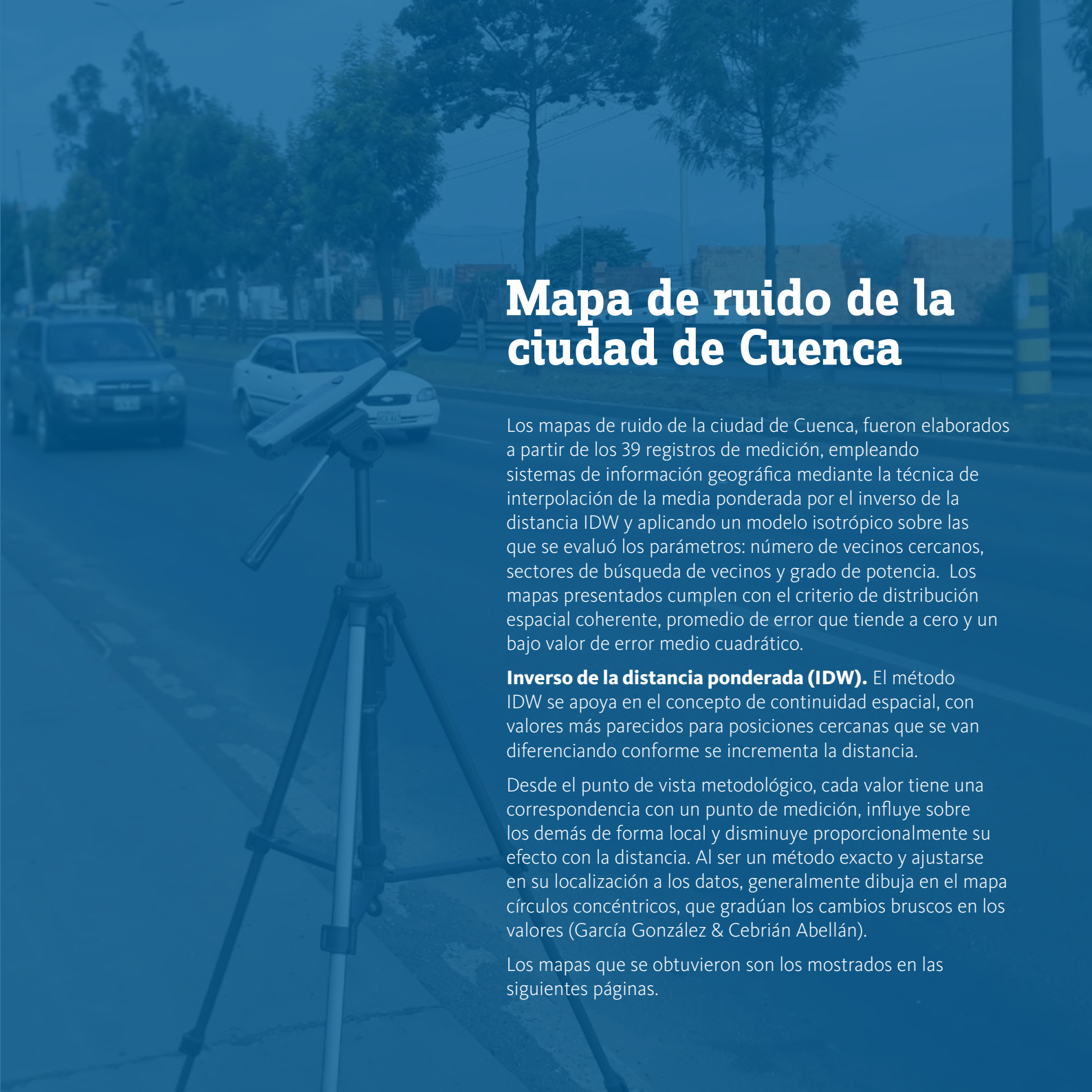
Igual o menor que la medición del año anterior



Durante el año 2021, el 72% de las emisiones están sobre los límites establecidos en el TULSMA - 2015 en comparación con el año 2020. Durante el año 2021, ha habido pequeñas variaciones en las emisiones de ruido, siendo el punto R-11 *Camal*, el sitio en donde se ha dado el mayor incremento, con 5,4 dB en el horario de las 21h01 en relación con el año anterior 2020. En el punto R-10 *Parque Industrial* se ha dado una disminución de 2,7 dB en el horario de las 10h00.

Como se puede observar en la tabla 16, en la zona industrial se realizan 18 mediciones, 6 por cada sitio de monitoreo.

Al comparar los valores obtenidos con la norma (TULSMA, 2015), los años que han presentado mayores emisiones de ruido y han estado sobre la norma ambiental son el año 2015, con el 83% de las mediciones, seguido del 72% durante el 2019 y 2021.



Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca

Los mapas de ruido de la ciudad de Cuenca, fueron elaborados a partir de los 39 registros de medición, empleando sistemas de información geográfica mediante la técnica de interpolación de la media ponderada por el inverso de la distancia IDW y aplicando un modelo isotrópico sobre las que se evaluó los parámetros: número de vecinos cercanos, sectores de búsqueda de vecinos y grado de potencia. Los mapas presentados cumplen con el criterio de distribución espacial coherente, promedio de error que tiende a cero y un bajo valor de error medio cuadrático.

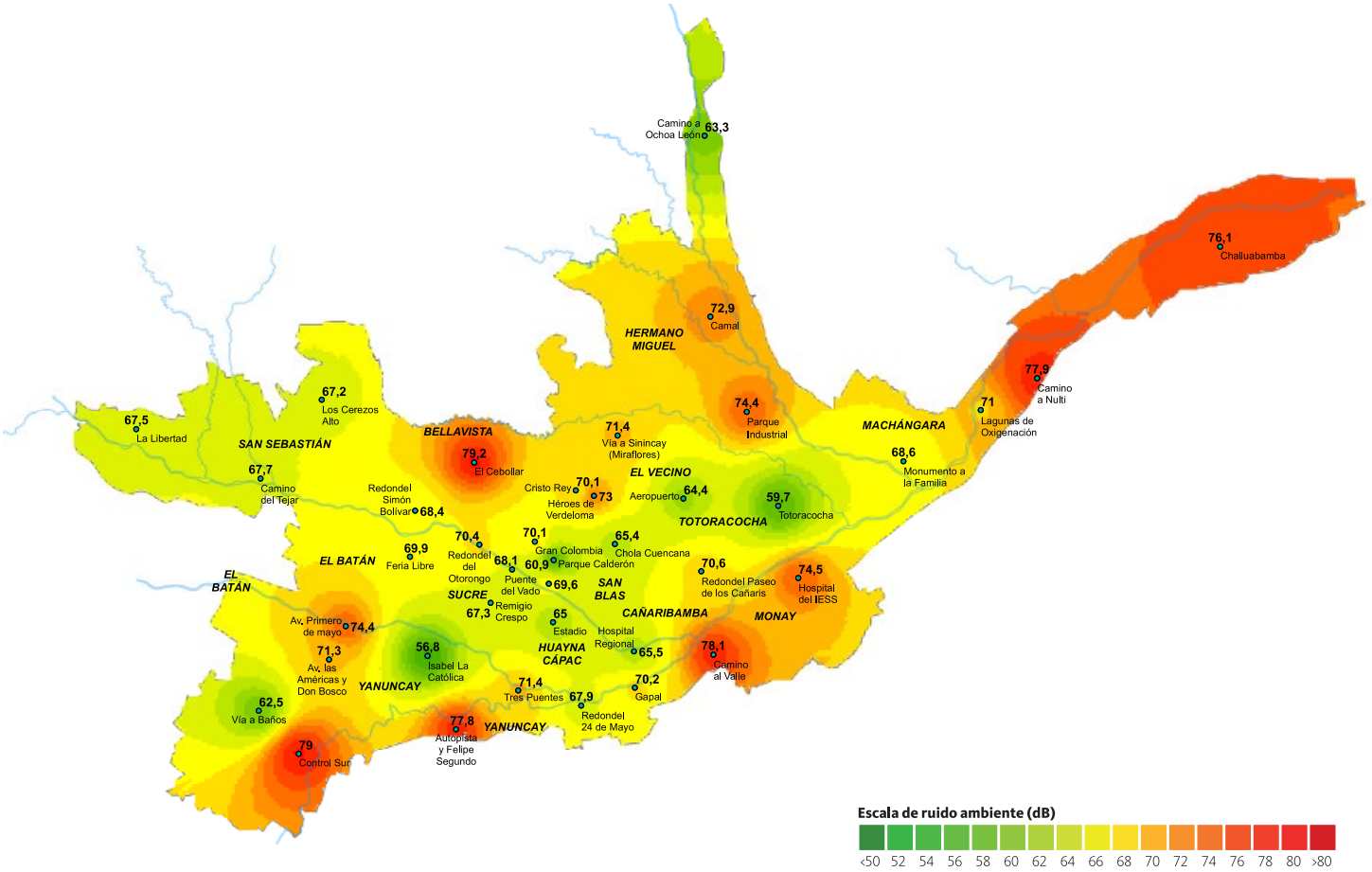
Inverso de la distancia ponderada (IDW). El método IDW se apoya en el concepto de continuidad espacial, con valores más parecidos para posiciones cercanas que se van diferenciando conforme se incrementa la distancia.

Desde el punto de vista metodológico, cada valor tiene una correspondencia con un punto de medición, influye sobre los demás de forma local y disminuye proporcionalmente su efecto con la distancia. Al ser un método exacto y ajustarse en su localización a los datos, generalmente dibuja en el mapa círculos concéntricos, que gradúan los cambios bruscos en los valores (García González & Cebrián Abellán).

Los mapas que se obtuvieron son los mostrados en las siguientes páginas.

Mapa 1. Ruido en la ciudad de Cuenca

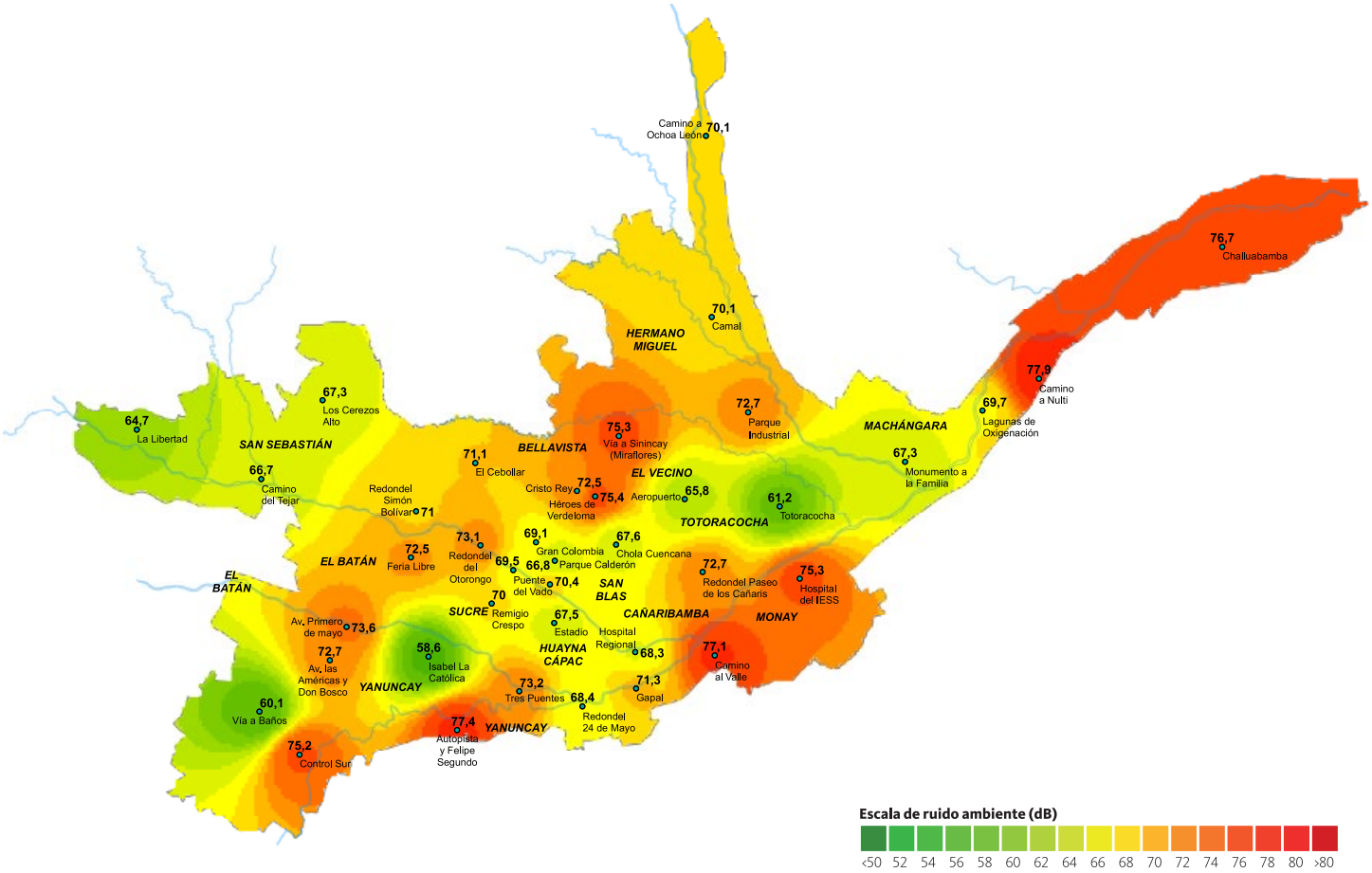
7h00



A través del mapa de ruido correspondiente a las 7h00, se puede observar que en los sitios de monitoreo ubicados a lo largo de la autopista Cuenca - Azogues, las emisiones son las más altas que se presentan en la ciudad de Cuenca. Estos puntos son: R-07 *Challuabamba* (76,1 dB), R-34 *Camino a Nulti* (77,9 dB), R-18 *Hospital del IESS* (74,5 dB), R-33 *Camino al Valle* (78,1 dB), R-32 *Autopista y Felipe Segundo* (77,8 dB); lo que se explica por el intenso tránsito vehicular que se presenta a la hora pico (7H00), compuesto por vehículos livianos, vehículos pesados y buses interprovinciales.

Mapa 2. Ruido en la ciudad de Cuenca

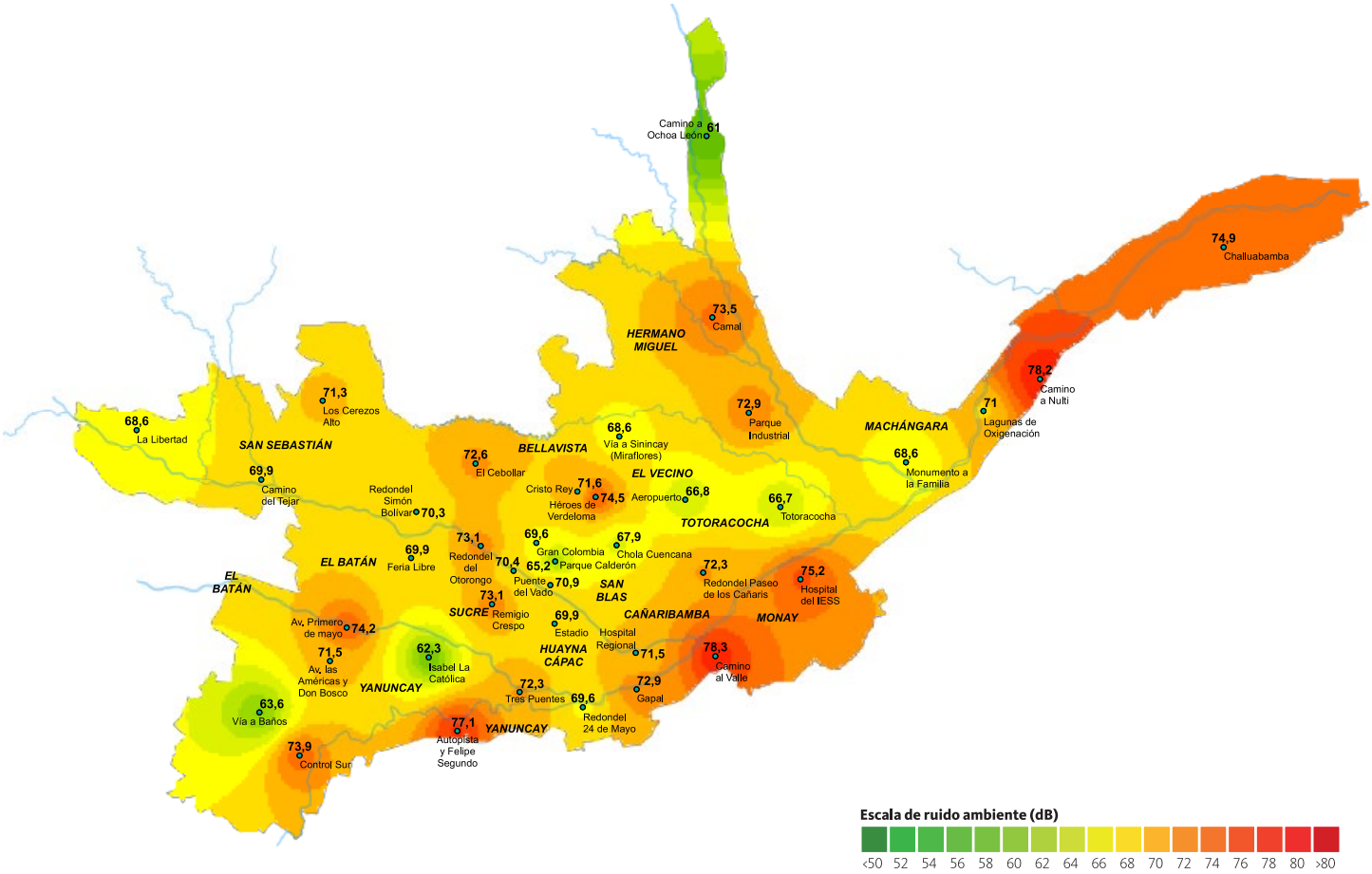
10h00



En el horario de las 10h00, los puntos que presentan mayor contaminación sonora son los que se asientan a lo largo de la autopista Cuenca - Azogues, es decir: R-34 *Camino a Nulti* (77,9 dB), R-33 *Camino al Valle* (77,1 dB), R-07 *Challuabamba* (76,7 dB); en tanto que se observa niveles más bajos en los puntos R-22 *Isabel La Católica* (58,6 dB), R-28 *Vía a Baños* (60,1 dB), debido a que el movimiento vehicular se está presentando en los dos ejes viales de la ciudad como son la Av. de las Américas y la autopista Cuenca - Azogues.

Mapa 3. Ruido en la ciudad de Cuenca

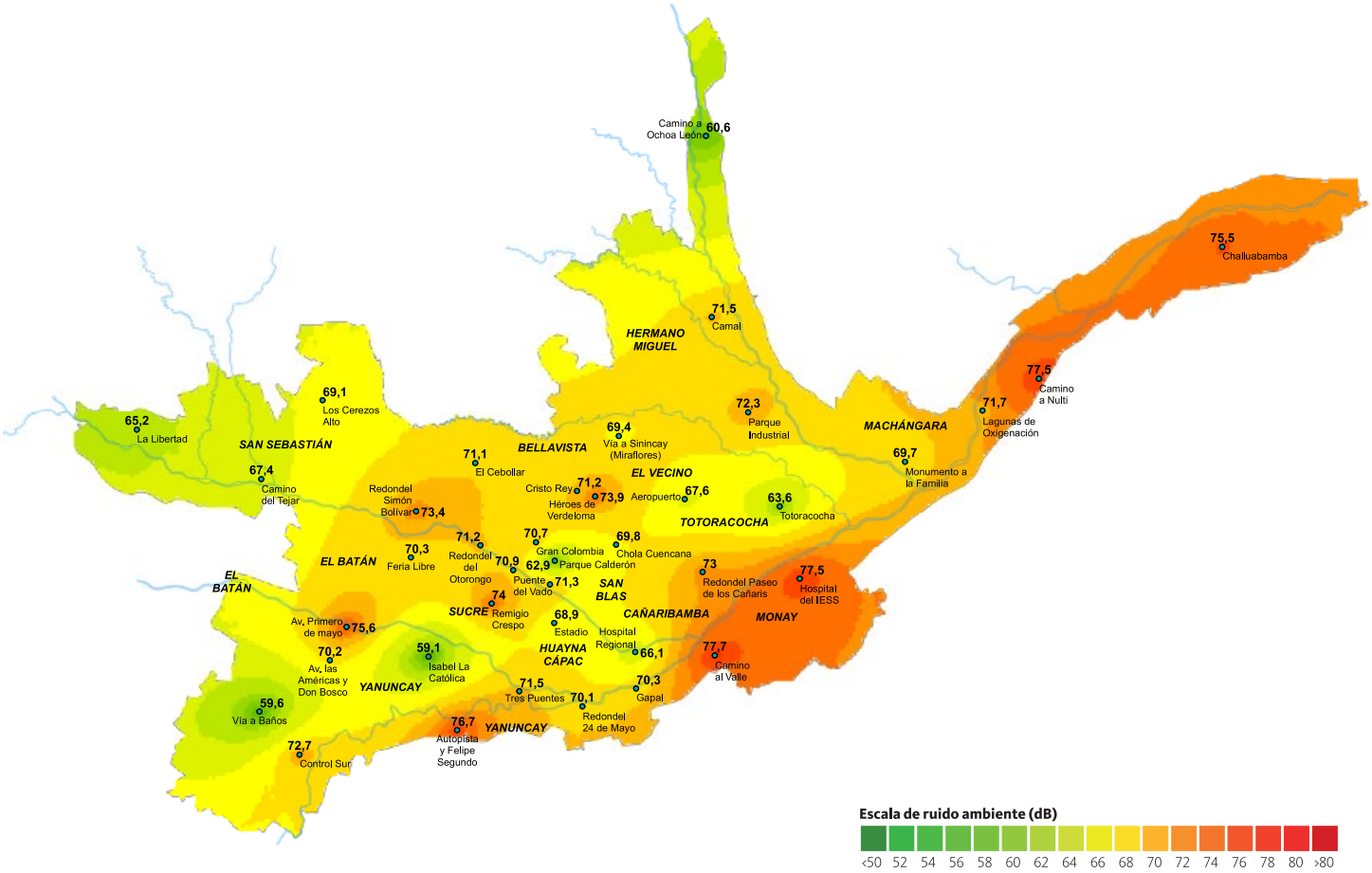
13h00



En el horario de las 13h00 se observa que el mayor nivel de ruido se da en los puntos ubicados en la autopista Cuenca - Azogues: R-07 *Challuabamba*, R-34 *Camino a Nulti*, R-18 *Hospital del IESS*, R-33 *Camino al Valle* y R-32 *Autopista y Felipe Segundo* con emisiones sobre los 73 dB. En el centro de la ciudad se presentan niveles de ruido con variaciones que oscilan entre los 66 y 69 decibelios.

Mapa 4. Ruido en la ciudad de Cuenca

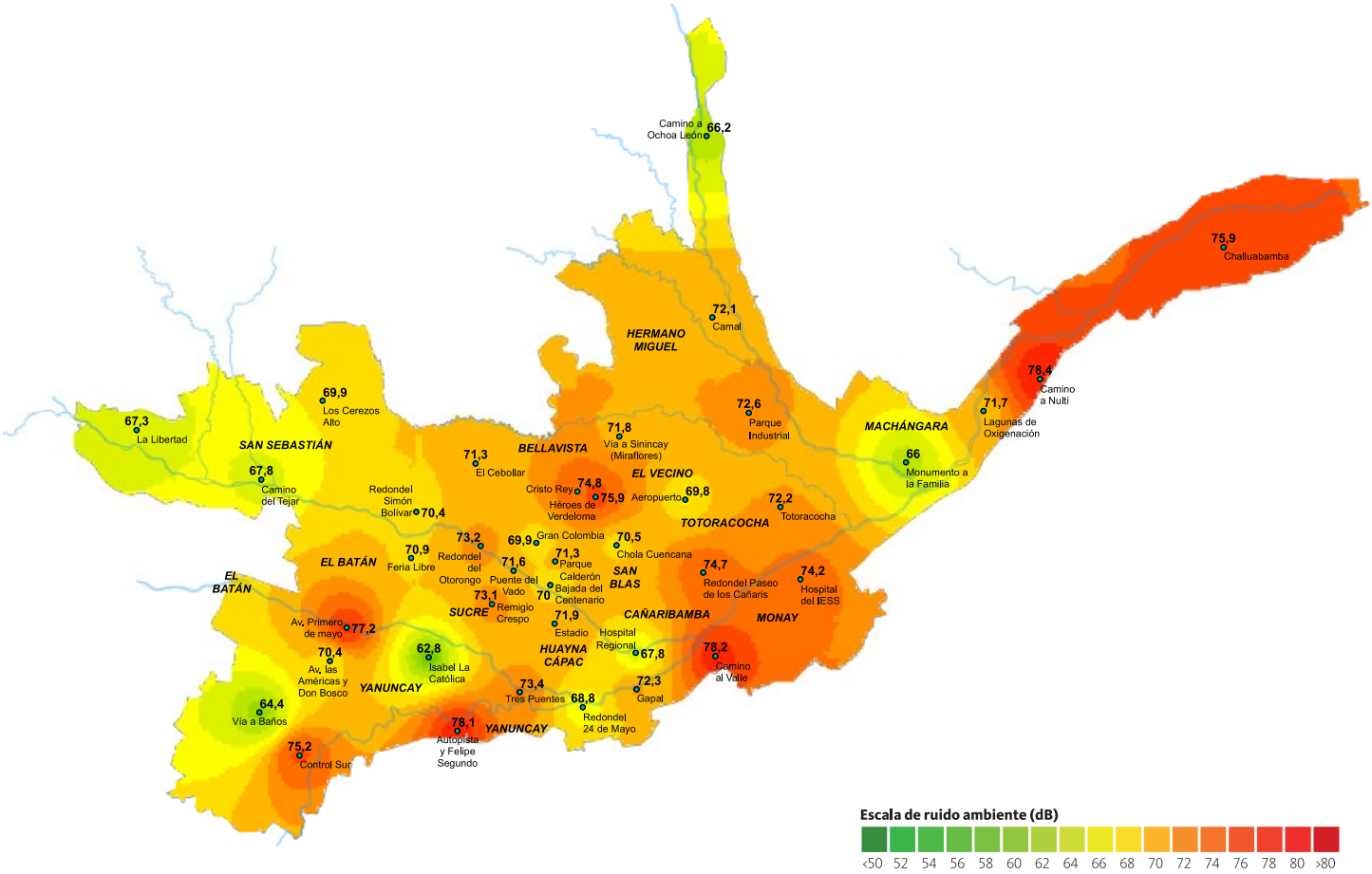
15h00



De igual manera que en los horarios descritos anteriormente, las altas emisiones de ruido a las 15h00 se registran en los puntos de monitoreo ubicados en la autopista Cuenca - Azogues con valores sobre los 75 dB.

Mapa 5. Ruido en la ciudad de Cuenca

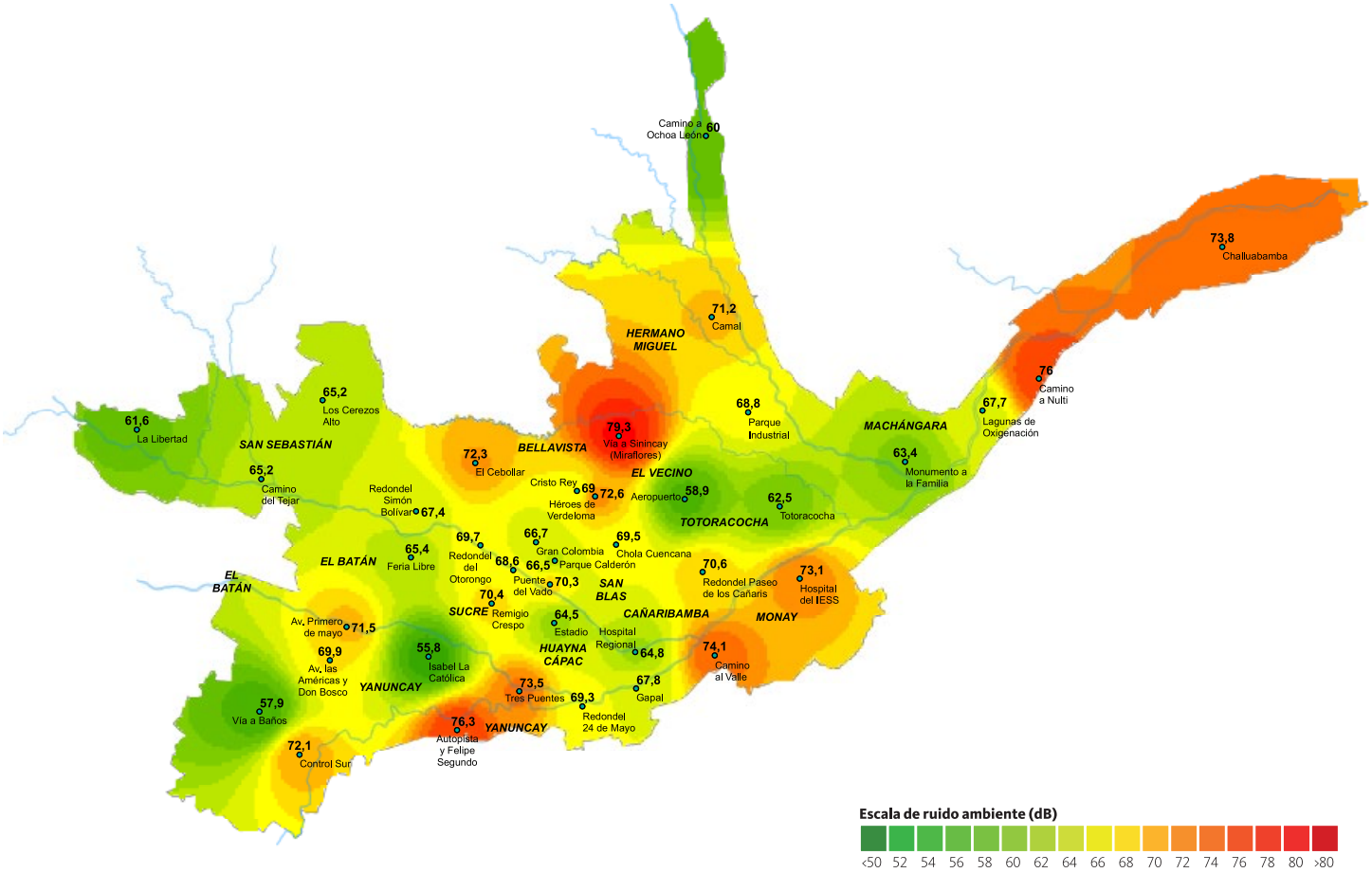
18h00



En el horario de las 18h00 se presenta en la ciudad la salida de los trabajos y retorno a sus hogares, lo que se plasma en el uso del vehículo y, por ende, en el incremento de ruido en varios puntos de la ciudad, con emisiones que están sobre los 70 dB; valores que, según la Organización Mundial de la Salud - OMS, corresponden a emisiones provenientes del tránsito vehicular.

Mapa 6. Ruido en la ciudad de Cuenca

21h00



A las 21h00 las emisiones de ruido disminuyen en la ciudad, sin embargo, los puntos R-32 *Autopista y Felipe Segundo*, R-34 *Camino a Nulti*, mantienen registros altos de 76,3 dB y 76,0 dB respectivamente. El mayor valor de la emisión se presenta en el punto R-16 *Vía a Sinincay* con 79,3 dB, y constituye la mayor emisión entre los valores levantados en el 2021.



Monitoreo en los sitios de medición con nodos sensores

Mapa 7. Sitios de monitoreo con nodos sensores 2021



PUNTOS DE MONITOREO

Los puntos establecidos para el monitoreo fueron determinados tomando en consideración tres factores.

- La base de datos de las denuncias por exceso de ruido en ciertas zonas de la ciudad, las cuales son recibidas y sistematizadas por la Comisión de Gestión Ambiental CGA.
- Por inspecciones realizadas a los sitios que fueron reportados como generadores de emisiones sonoras.
- Por contar con las condiciones logísticas necesarias relacionadas con la provisión de energía eléctrica, cámaras de video, por seguridad de los equipos, etc.

HORARIO DE MUESTREO

La información levantada con los nodos sensores es a tiempo real, se sistematiza en la Universidad del Azuay y se presenta a través de la página Web en períodos de 10 min.

Con el propósito de realizar la evaluación del comportamiento sonoro en los sitios de monitoreo se determinaron las emisiones en los horarios que se describen a continuación:

Tabla 18. Horario de monitoreo para evaluación

Horario de muestreo por punto	7h01	10h00	13h00	15h00	18h00	21h01

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

Para la evaluación del comportamiento de ruido se tomó como referencia el Anexo 5 del Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015).

Se registraron 3 muestras de 10 minutos en cada horario, de tal manera que se puedan comparar directamente los niveles equivalentes obtenidos con el sensor y con el sonómetro.

Tabla 17. Sitios de monitoreo con nodos sensores 2021 y asignación de usos según el TULSMA - 2015

CÓDIGO MEDIDO	SECTOR	CALLE PRIMARIA	CALLE SECUNDARIA	USO DEL SUELO TULSMA 2015	CÓDIGO TULSMA (2015)
SCP-04	Escalinata Juana de Oro	Calle Larga	Escalinata	Comercial	CM
SCP-05	Presidente Córdova	Presidente Córdova	Vargas Machuca	Comercial	CM
SCP-06	Remigio Crespo	Remigio Crespo	Agustín Cueva	Comercial	CM
SCP-07	Estadio Serrano Aguilar	Av. del Estadio	Av. Manuel J. Calle	Comercial	CM
SCP-08	Mercado El Arenal	Av. de las Américas	Av. Remigio Crespo	Comercial	CM
SCP-09	Parque Industrial	Paseo Río Machángara	Av. Octavio Chacón Moscoso	Industrial	ID4
SCP-10	Av. Primero de Mayo	Av. Primero de Mayo	Av. 12 de Octubre	Comercial	CM
SCP-11	Av. 12 de Abril	Av. 12 de Abril	Av. Paseo de los Cañaris	Comercial	CM
SCP-12	Av. Don Bosco	Av. Don Bosco	Av. Loja	Comercial	CM
SCP-15	Av. de las Américas	Av. de las Américas	Héroes de Verdeloma	Comercial	CM
SCP-16	Av. Los Andes	Av. Los Andes	Av. del Cóndor	Comercial	CM

Elaboración: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

EQUIPO UTILIZADO

Los equipos utilizados son los nodos sensores referenciales: “Waspmote plug & sense”. Estos productos permiten desplegar redes de sensores que trabajan con el concepto de internet de las cosas, y aseguran costos bajos de mantenimiento e instalación. Los sensores constan de un empaquetado resistente al agua (IP65) con sockets para la conexión de sensores, panel solar, antena y un terminal para la programación del nodo.

El modelo usado para el monitoreo en este proyecto es el Smart Cities PRO (SCP). Sus principales usos son proporcionar información para generar mapas de ruido en tiempo real de una ciudad, monitoreo de la calidad del aire, monitoreo de manejo de desechos, etc.

El sensor de ruido es capaz de realizar mediciones de presión sonora en un rango de 50 dB a 100 dB. Los sensores son sometidos a un control de calidad realizado en laboratorios independientes, con el objetivo de que las mediciones que se obtengan sean confiables. La provisión de los equipos así como la calibración y mantenimiento de los mismos se realiza con la empresa Libelium.

Figura 1. Nodos sensores referenciales



Fuente: IERSE - UDA - 2021

ASIGNACIÓN DE USO DE SUELO A LOS PUNTOS DE MONITOREO

De acuerdo con la ordenanza de uso y ocupación del suelo y de inspecciones en territorio en las cuales se establece la dinámica de la población, se asignaron los usos del suelo a los puntos escogidos para la ubicación de los nodos sensores.

Los usos que fueron asignados a los puntos de monitoreo se puede apreciar en la tabla 17.

EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTE EN LOS SITIOS DE MONITOREO CON SENSORES

Para la presente evaluación se utilizaron los datos levantados por los 11 sensores, se determinaron los valores en los horarios establecidos en este documento.

Para el presente análisis se ha considerado el ruido total (ruido ambiente).

MODELACIÓN DE RUIDO CON EL SOFTWARE DATAKUSTIK - CADNA A

Adicionalmente, en las vías en donde se encuentran ubicados los nodos sensores, se modelaron los mapas de ruido, a través de utilización del software Datakustik CadnaA versión 3.5.11; el cual permite predecir el ruido ambiental de fuentes emisoras como

las del tráfico vehicular. El proceso de modelación se llevó a cabo alimentando al programa de modelación con la información requerida, como es la cartográfica y de aforo vehicular (Bastián, 2015).

El software tiene varios modelos de cálculo, los cuales se utilizan de acuerdo a la fuente emisora de ruido. Para este proyecto, al considerar sólo el tráfico rodado como fuente de ruido, se utilizó el modelo francés NMPB-Ruotes-96 (Dutilleux, 2008), ya que es el modelo de predicción del nivel de presión sonora equivalente (NPSeq) más extendido, además de ser recomendado por la Unión Europea en la directiva 2002/49/CE (Tacuri et al., 2016).

Para el conteo vehicular, se utilizó la opción del conteo exacto por hora, sin embargo, por motivos de logística, el dato ingresado corresponde a la extrapolación del conteo vehicular de 30 minutos realizado en cada punto y para cada horario de muestreo. En las carreteras se ingresó el ancho (tomado de arcén – arcén), tipo de calzada, velocidad máxima y tipo de flujo vehicular. Para la altura de los edificios, se ingresó un valor promedio tomando como referencia el número de pisos y una altura referencial de 3 metros por piso.

Nodo SCP-04. Calle Larga

Zona Comercial / CM **Fecha de monitoreo: 17 / 03 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

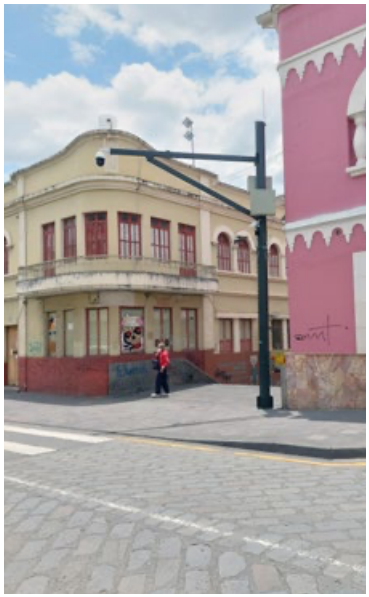
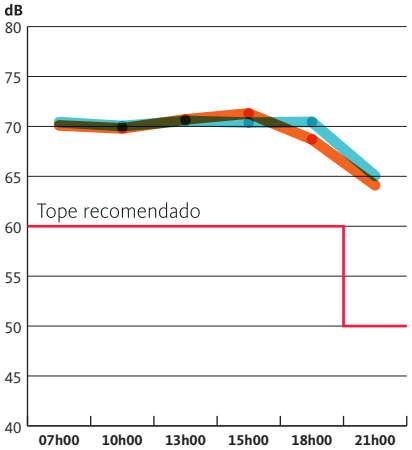




Tabla 19. Datos de monitoreo. Nodo Calle Larga. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	70,01	69,8	70,7	71,3	68,7	64,1
Sensor	70,43	70,04	70,55	70,38	70,45	65,04
Diferencia dB	0,33	0,24	-0,15	-0,92	1,75	0,94
CadnaA 1,5m (simulación)	68,1	69,4	70,3	69,9	70	65,4
Diferencia sonómetro	-2	-0,4	-0,4	-1,4	1,3	1,3
CadnaA 4m (simulación)	65,5	66,9	67,7	67,3	67,4	62,8
Diferencia sensor	-4,93	-3,14	-2,85	-3,08	-3,05	-2,24

Gráfico 13. Sonómetro vs sensor. Nodo Calle Larga



El sensor de la escalinata Juana de Oro se ubica en sector de la Calle Larga, la misma que es considerada como zona comercial, debido a la presencia de bares, discotecas y restaurantes. La calzada está a nivel de adoquín, es de dos carriles en un sólo sentido.

En la tabla 19 se puede observar que los datos obtenidos, tanto con sonómetro como con sensor exceden los niveles máximos admisibles, según el TULSMA -2015 para zonas comerciales, en todos sus horarios.

Tabla 20. Conteo vehicular. Calle Larga

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	141	185	198	187	228	96
Taxis	55	117	79	69	95	32
Buses	0	1	1	1	0	0
Pesados	5	3	8	8	6	1
Motos	9	28	44	25	28	15
Bicicletas	1	4	9	6	4	2
Suma	**210**	**334**	**330**	**290**	**357**	**144**
% de Pesados	2,38	1,2	2,73	3,1	1,68	0,69

En la misma tabla se indica que las diferencias entre el nivel equivalente obtenido con sonómetro y sensor no exceden los 2 dB, siendo la mayor diferencia de 1,75 dB en el horario de las 18h00 y la menor variación de 0,15 dB en el horario de las 13h00.

En el gráfico 13 se muestra que existe gran similitud en las tendencias sobre el comportamiento del ruido durante el día, a excepción del horario de las 15h00. Cabe recalcar que, aunque su tendencia es muy similar, no es posible establecer un factor de variabilidad fijo para todos los horarios.

Se debe tener en cuenta que el sensor está colocado a una altura mayor a los cuatros metros, y el sonómetro a una altura de 1,50m por lo tanto se espera que existan variaciones de nivel, sin embargo, éstas no son constantes.

Adicionalmente se procedió a generar el mapa de ruido de las calles en donde se encuentran colocados los sensores, a tiempo real, con el propósito de establecer la emisión de ruido en estas zonas con la utilización del software CadnaA.

Para la generación del mapa de ruido con el software CadnaA, se requiere levantar datos relacionados con la infraestructura vial de la zona de estudio, como la dimensión de las calles, altura de edificios cercanos, tipo de capa de rodadura, velocidad permitida de circulación, así como realizar un conteo de los vehículos que pasan por la zona. El período de toma de datos fue de 30 minutos, tanto en el horario diurno como en el nocturno.

Los resultados obtenidos por medio de la simulación con el software CadnaA, presentan pequeñas diferencias con los datos obtenidos con sonómetro y con nodo sensor. Ver tabla 19.

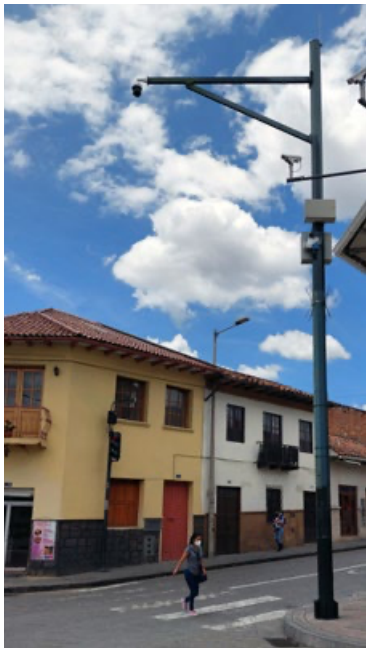
Para comparar los datos con sonómetro, en la simulación se consideró una altura de medición de 1,5 m, en tanto que para comparar con los datos del nodo sensor, la altura de medición para la simulación fue de 4,0 m.

Las variaciones no exceden los 5 dB en ambos casos. Es necesario tener en cuenta que la simulación únicamente toma como fuente de ruido a los vehículos que circulan por la ciudad, mas no a todos los ruidos generados en las zonas de estudio, como por ejemplo el correspondiente a los peatones que transitan por las calles, ladridos de perros, automóviles modificados, ambulancias, entre otros.

Nodo SCP-05. Presidente Córdova

Zona Comercial / CM **Fecha de monitoreo: 22 / 03 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



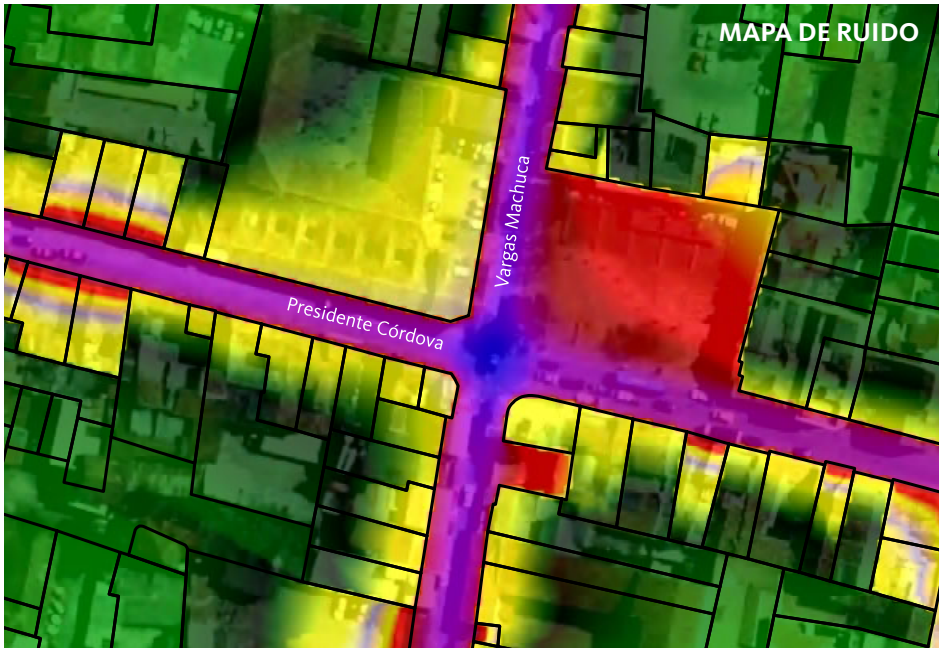
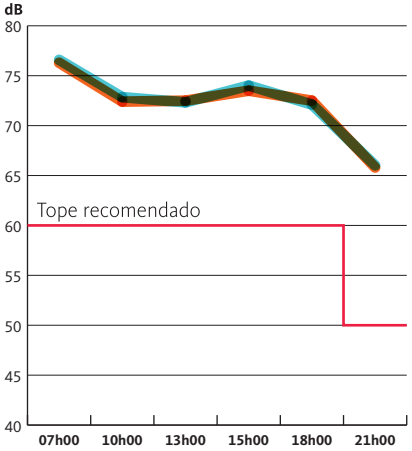


Tabla 21. Datos de monitoreo. Nodo Presidente Córdova. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	76,3	72,4	72,5	73,5	72,5	65,8
Sensor	76,59	72,85	72,33	74,01	72,11	66,02
Diferencia dB	0,29	0,45	-0,17	0,51	-0,39	0,22
CadnaA 1,5m (simulación)	74,4	78,5	75,6	77,2	73,3	69,9
Diferencia sonómetro	1,9	-6,1	-3,1	-3,7	-0,8	-4,1
CadnaA 4m (simulación)	68,5	72,5	69,6	71,8	71,9	64,2
Diferencia sensor	8,09	0,35	2,73	2,21	0,21	1,82

Gráfico 14. Sonómetro vs sensor. Nodo Presidente Córdova



El sensor de la calle Presidente Córdova se encuentra en una zona Comercial, la misma se caracteriza por la presencia de negocios de ropa, comida y tiendas de productos varios. El sensor se encuentra ubicado en la intersección con la calle Vargas Machuca, cuyo tráfico es controlado por semáforos y la calzada es de adoquín.

Según los datos registrados, como se puede observar en la tabla 21, todos los datos se encuentran sobre los límites máximos admisibles establecidos en el TULSMA - 2015, para zonas comerciales. Rebasan incluso los límites establecidos para zonas industriales. Esto debido a la circulación de una gran cantidad de autobuses que atraviesan por las calles del sector.

En la tabla 21 las variaciones entre los niveles equivalentes registrados por el sensor y el sonómetro no sobrepasan el decibelio. Lo que nos indica que los datos obtenidos con sensor son de alta fiabilidad, puesto que se registran valores muy parecidos a los registrados por un equipo certificado.

En el gráfico 14 se puede apreciar que el comportamiento del ruido registrado por los dos dispositivos difiere en muy poco en cuanto al nivel registrado, sin embargo, las tendencias son similares.

De manera similar al sensor anterior, se procedió a generar el mapa de ruido de las calles en dónde se encuentra colocado el sensor, a tiempo real, con la utilización del software CadnaA. El conteo vehicular se realizó por separado para las calles Presidente Córdova y Vargas Machuca. Los datos obtenidos se muestran en las tablas 22 y 23.

Tabla 22. Conteo vehicular. Presidente Córdova

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	101	213	140	230	224	37
Taxis	7	126	35	76	94	30
Buses	4	17	5	15	15	0
Pesados	2	4	2	5	4	3
Motos	9	25	12	13	28	10
Bicicletas	0	4	0	0	3	0
Suma	**123**	**385**	**194**	**339**	**365**	**80**
% de Pesados	4,9	5,5	3,6	5,9	5,2	3,8

Tabla 23. Conteo vehicular. Vargas Machuca

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	90	141	134	154	140	28
Taxis	13	51	40	29	33	3
Buses	8	7	7	5	7	0
Pesados	1	6	1	3	1	0
Motos	9	15	17	10	10	4
Bicicletas	3	1	0	2	2	0
Suma	**121**	**220**	**199**	**201**	**191**	**35**
% de Pesados	7,4	5,9	4	4	4,2	0

Los resultados de la simulación con el software CadnaA, muestran diferencias de hasta 8 dB. Las simulaciones pueden ser afinadas cuando se introducen más variables como: datos meteorológicos, semáforos, análisis de reflexión, tipo de material de fachadas, entre otros.

Nodo SCP-06. Remigio Crespo

Zona Comercial / CM **Fecha de monitoreo: 10 / 02 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



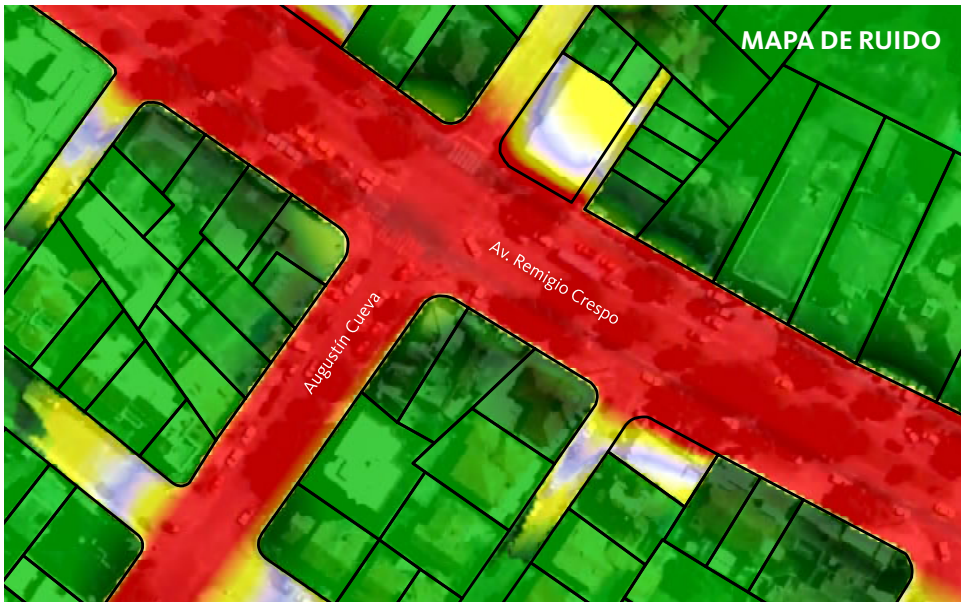
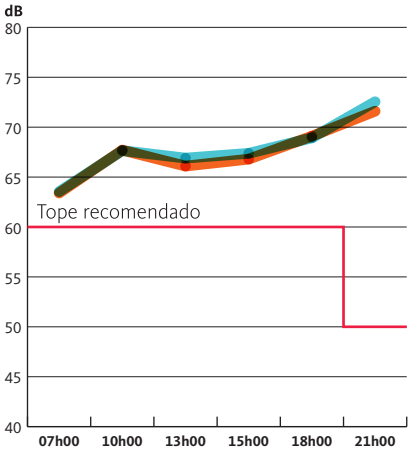


Tabla 24. Datos de monitoreo. Nodo Remigio Crespo. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	63,4	67,7	66,1	66,8	69,1	71,6
Sensor	63,54	67,65	66,9	67,38	68,93	72,55
Diferencia dB	0,14	-0,05	0,8	0,58	-0,17	0,95
CadnaA 1,5m (simulación)	62	66,7	66,2	65,7	65,9	61,9
Diferencia sonómetro	1,4	1	-0,1	1,1	3,2	9,7
CadnaA 4m (simulación)	60,3	64,8	64,2	63,5	64,1	60,1
Diferencia sensor	3,24	2,85	2,7	3,88	4,83	12,45

Gráfico 15. Sonómetro vs sensor. Nodo Remigio Crespo



De las inspecciones realizadas se pudo constatar, que en esta zona de monitoreo se asientan negocios como son restaurantes, bares; comercios de materiales de construcción y variadas ventas, que hacen que en la zona exista una alta afluencia, tanto de personas como de vehículos. Además, se pudo observar una alta presencia de motocicletas con escapes ruidosos que circulan durante todo el día.

Al igual que en otras zonas de la ciudad, todos los registros obtenidos en el sector de la Av. Remigio Crespo están sobre los límites máximos admisibles de nivel de ruido establecidos en el TULSMA - 2015. Al tratarse de una calle con varios establecimientos de diversión nocturna, los registros más altos se encuentran en el horario de las 21h00, y alcanzan niveles de hasta 72 dB.

Las variaciones entre los niveles equivalentes registrados por el sensor y el sonómetro no sobrepasan el decibelio, lo que indica que los datos obtenidos con sensor son de alta fiabilidad porque que se registran valores muy parecidos a los obtenidos por un equipo certificado.

El gráfico 15 permite observar la similitud de comportamiento del ruido registrado, tanto por el sensor como por el sonómetro. Las diferencias son mínimas.

Se generó el mapa de ruido con el software CadnaA. El conteo vehicular se realizó por separado para la calle Remigio Crespo en la cual se determinó el número total de vehículos que circulan por dicha calle, para posteriormente ser distribuidos de manera equitativa en cada carril de la misma y también en la calle Augustín Cueva. Los datos obtenidos se detallan en las tablas 25 y 26.

Tabla 25. Conteo vehicular. Remigio Crespo

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	107	241,5	229	159	258,5	122,5
Taxis	42,5	80,5	59	29,5	33	24
Buses	5	5	4	0,5	5	0
Pesados	1	5	6	1	2,5	0
Motos	8	29,5	33	11	27	21,5
Bicicletas	2	0	4	4	7	4
Suma	**157,5**	**332**	**298**	**190**	**299**	**146,5**
% de Pesados	3,67	2,77	3,02	0,75	2,3	0

Tabla 26. Conteo vehicular. Agustín Cueva

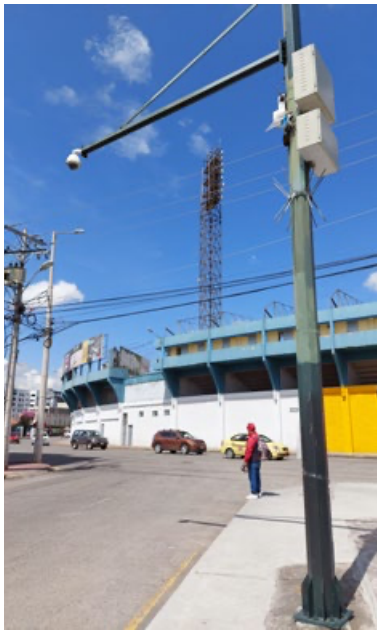
TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	20	124	138	158	137	55
Taxis	10	27	9	14	12	3
Buses	0	0	0	0	0	0
Pesados	0	2	1	3	0	0
Motos	1	16	4	8	15	6
Bicicletas	1	1	2	1	0	0
Suma	**31**	**153**	**148**	**175**	**149**	**58**
% de Pesados	0	1,31	0,68	1,71	0	0

Los resultados de la simulación del software CadnaA muestran variaciones que no sobrepasan los 5 dB, con excepción del horario de las 21h00 en donde se presentan diferencias de hasta los 12,45 dB; debido a que existe ruido proveniente de bares, discotecas y el tránsito peatonal que no fue considerado para la simulación.

Nodo SCP-07. El Estadio

Zona Comercial / CM **Fecha de monitoreo: 18 / 03 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



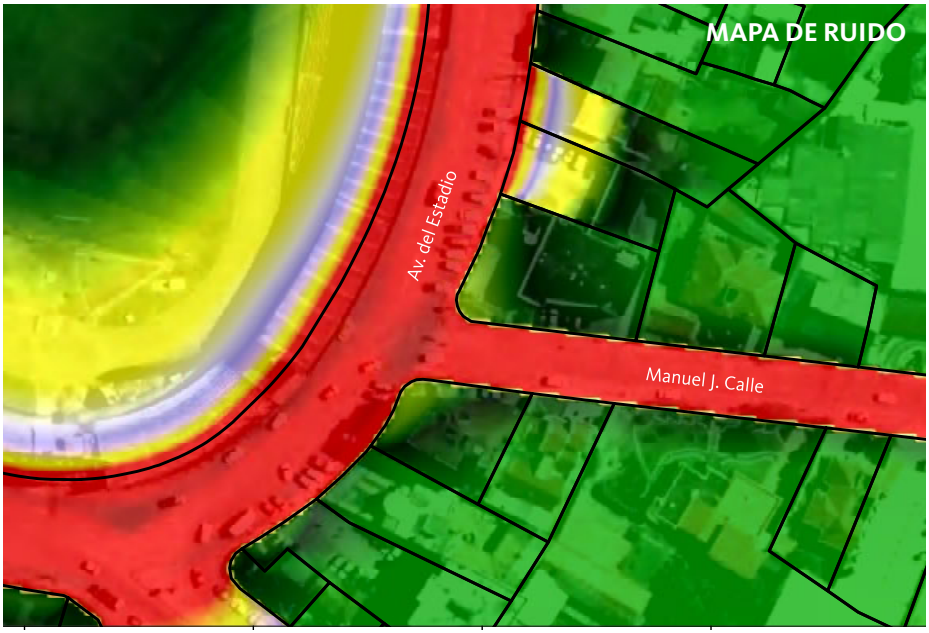
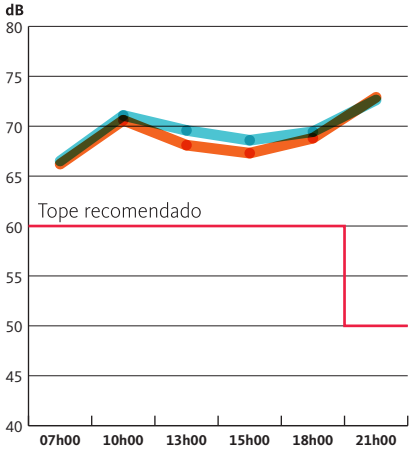


Tabla 27. Datos de monitoreo. Nodo El Estadio. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	66,2	70,6	68,1	67,3	68,8	72,9
Sensor	66,51	71,08	69,58	68,59	69,45	72,63
Diferencia dB	0,31	0,48	1,48	1,29	0,65	-0,27
CadnaA 1,5m (simulación)	64,3	68,7	67,9	68,1	68,1	64,6
Diferencia sonómetro	1,9	1,9	0,2	-0,8	0,7	8,3
CadnaA 4m (simulación)	62,8	67	66,3	66,5	66,6	63,4
Diferencia sensor	3,71	4,08	3,28	2,09	2,85	9,23

Gráfico 16. Sonómetro vs sensor. Nodo El Estadio



La zona de El Estadio se caracteriza por la presencia de bancos, supermercados y negocios relacionados con el comercio.

Debido a la dinámica de la población, en el sector de El Estadio existe alto tránsito vehicular durante todo el día. Esto se ve reflejado en los registros de ruido obtenidos, los cuales superan los niveles de ruido máximos admisibles establecidos por el TULSMA -2015 durante todo el día.

En el horario nocturno, el ruido se mantiene elevado superando los 72 decibelios, debido a que se ha formado un punto de encuentro nocturno para grupos de motocicletas alrededor del Estadio, así como también para conductores que utilizan sus vehículos para reproducir música con niveles elevados.

Las variaciones entre los niveles equivalentes registrados por el sensor y el sonómetro son mínimas y no sobrepasan los 2 dB. Lo que indica que los datos obtenidos por el sensor son de alta fiabilidad.

El gráfico 16 muestra la similitud del comportamiento del ruido registrado tanto por el sensor como por el sonómetro, con diferencias mínimas.

Se generó el mapa de ruido con la utilización del software CadnaA. El conteo vehicular se realizó por separado para la Av. de El Estadio y para la Av. Manuel J. Calle. Se clasificó el tránsito vehicular por categorías y se obtuvo el porcentaje de vehículos pesados que transitan en cada calle. Los resultados se detallan en las tablas 28 y 29.

Los resultados obtenidos con la simulación del software CadnaA, muestran variaciones que no sobrepasan los 5 dB, con excepción del horario de las 21h00, donde la diferencia supera los 9 dB, debido a que existen ruidos provenientes de actividades realizadas por los conductores de la zona, que reproducen música a niveles elevados, motos con escapes modificados entre otras; acciones que no fueron consideradas para la simulación.

Tabla 28. Conteo vehicular. Av. del Estadio

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	116	306	350	373	377	277
Taxis	22	66	50	76	45	38
Buses	4	5	5	5	6	1
Pesados	4	8	4	5	5	1
Motos	9	27	25	35	46	93
Bicicletas	7	2	1	2	4	3
Suma	**155**	**412**	**434**	**494**	**479**	**410**
% de Pesados	5,2	3,2	2,1	2	2,3	0,5

Tabla 29. Conteo vehicular. Av. Manuel J. Calle

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	82	245	208	265	259	67
Taxis	27	65	48	44	50	8
Buses	0	0	0	0	0	0
Pesados	1	4	3	1	1	1
Motos	6	33	29	20	26	15
Bicicletas	1	2	1	2	1	0
Suma	**116**	**347**	**288**	**330**	**336**	**91**
% de Pesados	0,9	1,2	1	0,3	0,3	1,1

Nodo SCP-08. El Arenal (De las Américas y Remigio Crespo)

Zona Comercial / CM **Fecha de monitoreo: 23 / 03 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



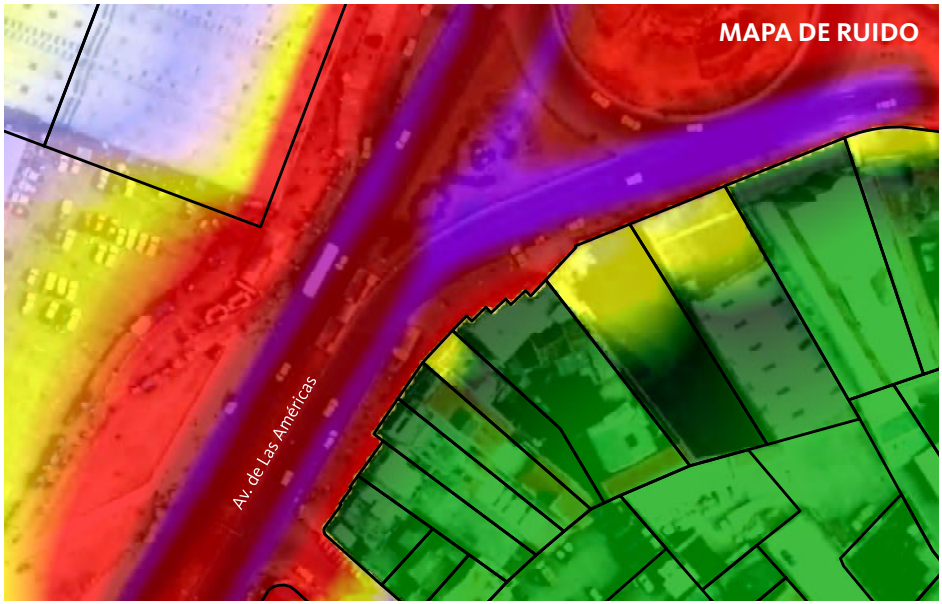
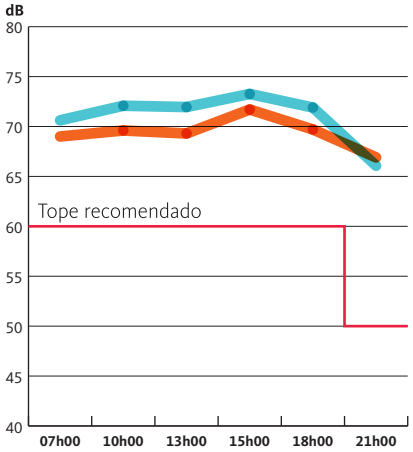


Tabla 30. Datos de monitoreo. Nodo El Arenal. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	69	69,6	69,3	71,7	69,7	66,9
Sensor	70,62	72,08	71,95	73,26	71,9	66,07
Diferencia dB	1,62	2,48	2,65	1,56	2,2	-0,83
CadnaA 1,5m (simulación)	70,5	71,2	69,9	73,2	70,8	66,5
Diferencia sonómetro	-1,5	-1,6	-0,6	-1,5	-1,1	0,4
CadnaA 4m (simulación)	68,7	69,4	67,8	70,9	69	64,5
Diferencia sensor	1,92	2,68	4,15	2,36	2,9	1,57

Gráfico 17. Sonómetro vs sensor. Nodo El Arenal



El sector de El Arenal se caracteriza por un alto tránsito vehicular al ser uno de los centros de abastecimiento más grandes de la ciudad, donde se pueden encontrar comercios de todo tipo.

Los registros de ruido obtenidos en la estación El Arenal superan los niveles de ruido máximos admisibles establecidos por el TULSMA -2015 durante todo el día, alcanzando niveles de hasta 71 dB.

Las variaciones entre los niveles equivalentes registrados por el sensor y el sonómetro son pequeñas, con valores que no sobrepasan los 3 dB. Lo que indica que los datos obtenidos por el sensor son de alta fiabilidad.

El gráfico 17 muestra la similitud del comportamiento del ruido registrado, tanto por el sensor como por el sonómetro. A pesar de existir variaciones pequeñas no es posible establecer un factor de corrección común para todos los horarios.

Se generó el mapa de ruido de la zona utilizando el software CadnaA. El conteo vehicular se realizó por separado para la Av. de las Américas en los sentidos N - S y S - N, respectivamente. Los datos se detallan en las tablas 31 y 32.

Los resultados obtenidos presentan diferencias que no superan los 5 dB, con lo cual se puede establecer una relación próxima entre los datos obtenidos con las distintas metodologías y tecnologías.

Tabla 31. Conteo vehicular. Av. de Las Américas (1)

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	314	313	313	390	356	98
Taxis	120	114	99	165	106	55
Buses	8	6	8	22	6	2
Pesados	19	30	18	52	23	10
Motos	26	30	50	20	47	22
Bicicletas	7	3	0	3	6	
Suma	**487**	**493**	**488**	**649**	**538**	**187**
% de Pesados	5,5	7,3	5,3	11,4	5,4	6,4

Tabla 32. Conteo vehicular. Av. de Las Américas (2)

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	331	418	315	394	442	207
Taxis	213	195	85	171	221	68
Buses	33	28	6	25	38	6
Pesados	34	48	22	40	24	9
Motos	34	45	22	22	57	33
Bicicletas	8	2	5	3	15	3
Suma	**645**	**734**	**450**	**652**	**782**	**323**
% de Pesados	10,4	10,4	6,2	10	7,9	4,6

Nodo SCP-09. Parque Industrial (Paseo Río Machángara)

Zona industrial / ID4 **Fecha de monitoreo: 9 / 02 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



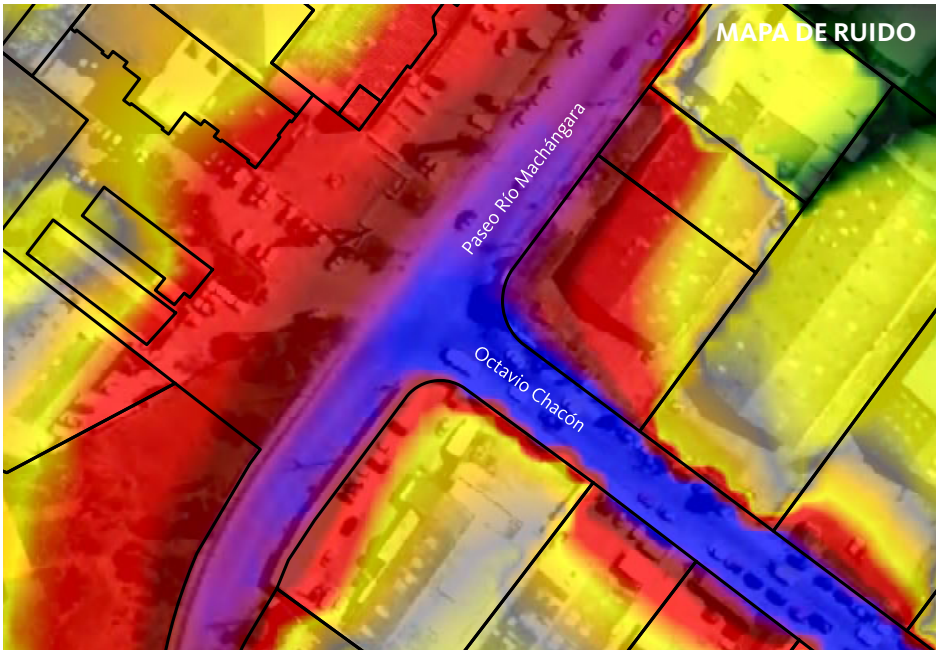
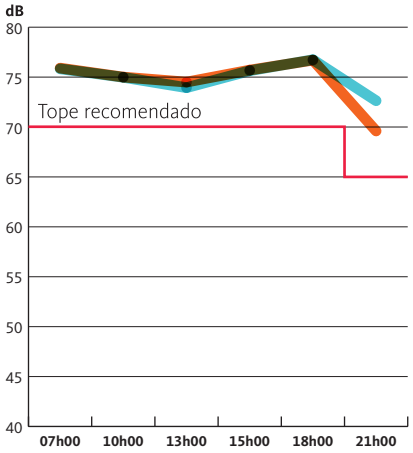


Tabla 33. Datos de monitoreo. Nodo Parque Industrial. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	75,9	75	74,5	75,7	76,7	69,6
Sensor	75,83	74,98	73,94	75,64	76,74	72,63
Diferencia dB	-0,07	-0,02	-0,56	-0,06	0,04	3,03
CadnaA 1,5m (simulación)	71,8	72,2	70,6	71,6	71,9	67,3
Diferencia sonómetro	4,1	2,8	3,9	4,1	4,8	2,3
CadnaA 4m (simulación)	69,3	69,8	68,5	69,4	69,5	64,9
Diferencia sensor	6,53	5,18	5,44	6,24	7,24	7,73

Gráfico 18. Sonómetro vs sensor. Nodo Parque Industrial



Otra zona de mucha importancia para el monitoreo es la ubicada en el Parque Industrial de Cuenca en donde, de acuerdo con la ordenanza de uso y ocupación del suelo, es de tipo industrial para actividades de mediano y alto impacto.

El sector del Parque Industrial es la única zona en donde, si bien se exceden los límites establecidos por el TULSMA - 2015, sin embargo, están cercanos a cumplir con la norma ambiental.

Las variaciones entre los niveles equivalentes registrados por el sensor y el sonómetro son mínimas, no llegan al decibelio de diferencia, con excepción de los valores obtenidos a las 21h00, donde se presentan diferencias de registros de más de 3 dB.

En el gráfico 18 se muestra un comportamiento muy similar entre los registros tomados con sonómetro y sensor. Con la única excepción del horario nocturno.

El mapa de ruido de la zona fue generado utilizando el software CadnaA. El número de vehículos que circulan por el sector se determinó por separado para la Av. Paseo Río Machángara y para la Av. Octavio Chacón. Los datos obtenidos se detallan en las tablas 34 y 35.

Para el sector del Parque Industrial se pueden observar mayores variaciones del nivel de ruido determinados por el sensor, que el obtenido por medio de simulación. Este resultado se presenta porque existe ruido de industrias en el entorno del sitio de monitoreo, que no ha sido considerado en la simulación. Las diferencias entre los registros obtenidos por el sonómetro y la simulación con el software CadnaA, son bajos.

Tabla 34. Conteo vehicular. Paseo Río Machángara

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	253	254	281	275	376	135
Taxis	32	27	28	23	38	22
Buses	2	2	1	3	3	1
Pesados	25	30	11	18	18	5
Motos	28	29	15	22	45	12
Bicicletas	4	0	1	0	5	1
Suma	**340**	**342**	**336**	**341**	**480**	**175**
% de Pesados	7,9	9,4	3,6	6,2	4,4	3,4

Tabla 35. Conteo vehicular. Av. Octavio Chacón

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	463	349	352	418	396	190
Taxis	76	85	74	61	73	45
Buses	25	24	24	22	24	9
Pesados	42	61	55	71	47	15
Motos	40	35	26	25	46	19
Bicicletas	16	2	7	7	22	2
Suma	**646**	**554**	**531**	**597**	**586**	**278**
% de Pesados	10,4	15,3	14,9	15,6	12,1	8,6

Nodo SCP-10. Av. Primero de Mayo (intersección Av. 12 de Octubre)

Zona comercial / CM **Fecha de monitoreo: 5 / 02 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



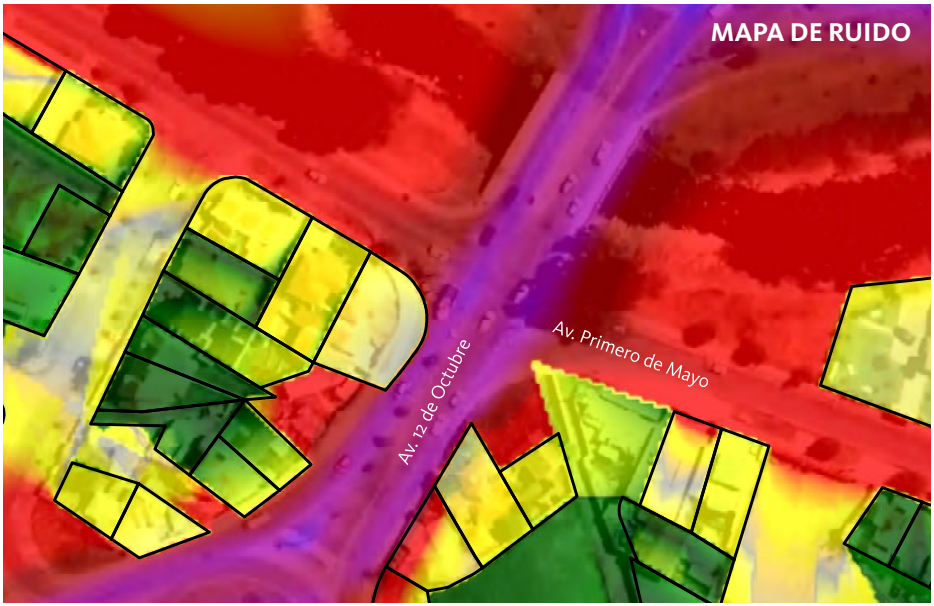
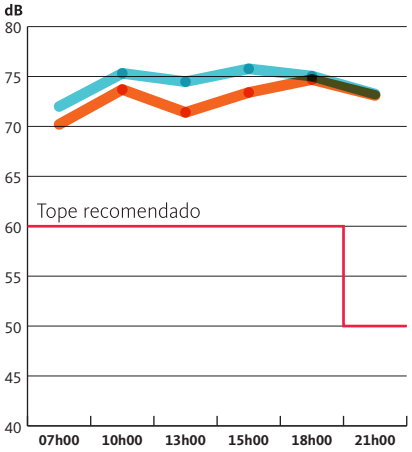


Tabla 36. Datos de monitoreo. Nodo Primero de Mayo. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	70,2	73,7	71,4	73,4	74,7	73,1
Sensor	71,99	75,32	74,48	75,77	75,04	73,24
Diferencia dB	1,79	1,62	3,08	2,37	0,34	0,14
CadnaA 1,5m (simulación)	73,8	74	75,1	84	76,3	72,4
Diferencia sonómetro	-3,6	-0,3	-3,7	-10,6	-1,6	0,7
CadnaA 4m (simulación)	73	74,9	74,3	83,4	75,6	71,5
Diferencia sensor	-1,01	0,42	0,18	-7,63	-0,56	1,74

Gráfico 19. Sonómetro vs sensor. Nodo Primero de Mayo



Uno de los ejes con alto tránsito vehicular en Cuenca es la Av. Primero de Mayo, donde se pueden encontrar establecimientos comerciales como restaurantes, Spa, salas de convenciones, peluquerías, entre otras.

En el sector de la Av. Primero de Mayo, se registran niveles de ruido elevados (75 dB). Estos se mantienen durante todo el día, inclusive en el horario nocturno. Todos los niveles registrados sobrepasan los niveles máximos admisibles establecidos por el TULSMA - 2015.

Las variaciones de nivel entre los registros del sonómetro en comparación con los registros del sensor son mínimas, con excepción de los horarios de las 13h00 y las 15h00, donde existe una diferencia mayor, sin embargo, son aceptables ya que la diferencia está alrededor de los 3 dB.

En el gráfico 19 se puede observar que el comportamiento del ruido es muy similar en ambos casos, la mayor brecha se da en los horarios de la tarde, pero siguen la misma tendencia.

Al igual que en los otros nodos , se procedió a generar el mapa de ruido por lo que se requirió realizar el conteo de vehículos, el cual se realizó por separado para la Av. Primero de Mayo y para la Av. 12 de Octubre. Los resultados se detallan en las tablas: 37 y 38.

En el sector de la Av. Primero de Mayo se dan mayores diferencias entre los registros medidos y los simulados, sin embargo, esto se presenta únicamente en el monitoreo de las 15h00, en tanto que para los horarios restantes se dan diferencias menores.

Tabla 37. Conteo vehicular. Av. Primero de Mayo

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	251	299	289	363	371	213
Taxis	36	32	25	22	19	17
Buses	2	0	2	2	2	1
Pesados	8	15	15	12	15	4
Motos	16	23	43	25	33	20
Bicicletas	13	4	2	4	3	2
Suma	**313**	**369**	**374**	**424**	**440**	**255**
% de Pesados	3,2	4,1	4,5	3,3	3,9	2

Tabla 38. Conteo vehicular. Av. 12 de Octubre

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	514	684	725	740	1170	495
Taxis	134	164	139	169	190	71
Buses	2	0	1	11	4	3
Pesados	20	28	29	23	28	3
Motos	42	51	93	59	86	70
Bicicletas	15	3	5	2	5	2
Suma	**712**	**927**	**987**	**1002**	**1478**	**642**
% de Pesados	3,1	3	3	3,4	2,2	0,9

Es necesario conocer a detalle el tipo de tránsito que existe en cada sector, debido a que es una de las variables que se requiere para la simulación con el software CadnaA.

Nodo SCP-11. Av. 12 de Abril (intersección Av. Paseo de los Cañaris)

Zona de equipamientos de servicios sociales / EQ1 **Fecha de monitoreo: 13 / 09 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

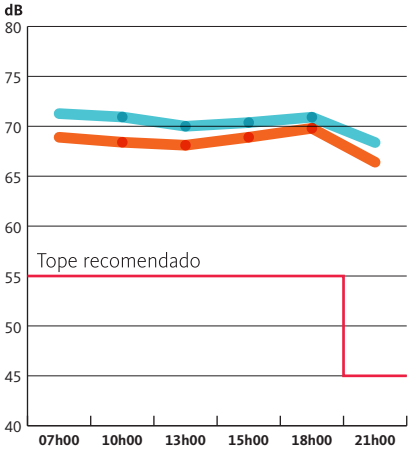




Tabla 39. Datos de monitoreo. Nodo Av. 12 de Abril. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	68,9	68,4	68,1	68,9	69,8	66,4
Sensor	71,27	70,93	70	70,37	70,91	68,37
Diferencia dB	2,37	2,53	1,8	1,47	1,11	1,97
CadnaA 1,5m (simulación)	72,3	72,1	71,4	71,3	71,4	66,4
Diferencia sonómetro	-3,4	-3,7	-3,2	-2,4	-1,6	0
CadnaA 4m (simulación)	70,1	70,2	69,8	69,8	69,9	65,1
Diferencia sensor	1,17	0,73	0,2	0,57	1,01	3,27

Gráfico 20. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. 12 de Abril



En el sector de la Av. 12 de Abril se encuentran varios centros médicos como el Hospital Regional, además de varios locales comerciales como farmacias, restaurantes y tiendas de abarrotes, entre otros.

El nodo 12 de Abril, registra niveles de ruido que sobrepasan los 70 dB, los que se mantienen durante todo el día, con una pequeña disminución en el horario nocturno. Todos los niveles registrados sobrepasan los valores máximos admisibles establecidos por el TULSMA - 2015.

Las variaciones de nivel entre los registros del sonómetro y los obtenidos con el sensor, son aceptables y se mantienen con diferencias en el orden de uno a dos decibelios. En el gráfico 20, se puede observar que el comportamiento del ruido muestra la misma tendencia durante todo el día.

Adicionalmente, se procedió a generar el mapa de ruido a través de la utilización del software CadnaA.

Para la generación del citado mapa de ruido se realizó el conteo de vehículos que transitaron por la zona durante un período de 15 minutos, dicho conteo se realizó por separado para la Av. 12 de Abril y para el Paseo del Paraíso. Se clasificó el tránsito vehicular por categorías y se obtuvo el porcentaje de vehículos pesados que circulan por cada calle.

Se puede observar en la tabla 39 que existe una diferencia pequeña entre los valores registrados por los sensores y los resultantes de la simulación con el software CadnaA, a diferencia de las mediciones con sonómetro, las cuales presentan diferencias que superan los 3 dB.

Tabla 40. Conteo vehicular. Av. 12 de Abril

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	881	745	928	961	1041	374
Taxis	216	223	149	189	163	89
Buses	20	19	17	18	25	1
Pesados	10	38	22	26	17	4
Motos	64	69	106	106	107	62
Bicicletas	5	3	8	5	9	11
Suma	**1196**	**1097**	**1230**	**1305**	**1362**	**541**
% de Pesados	2,5	5,2	3,2	3,4	3,1	0,9

Tabla 41. Conteo vehicular. Av. Paseo de los Cañaris

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	150	125	119	98	101	16
Taxis	40	51	29	27	16	2
Buses	0	0	0	1	0	0
Pesados	2	7	7	1	0	0
Motos	22	16	9	4	9	3
Bicicletas	1	0	0	0	0	0
Suma	**215**	**199**	**164**	**131**	**126**	**21**
% de Pesados	0,9	3,5	4,3	1,5	0	0

Nodo SCP-12. Av. Don Bosco (intersección Av. Loja)

Zona comercial / CM **Fecha de monitoreo: 14 / 09 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021

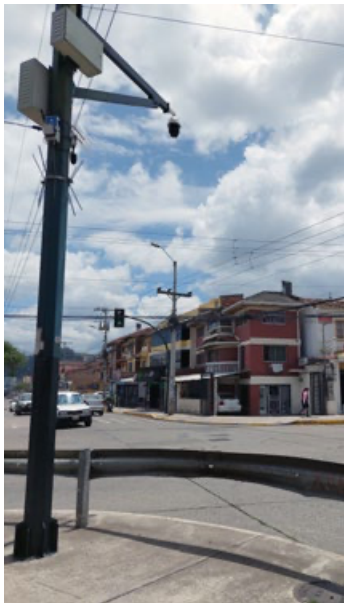
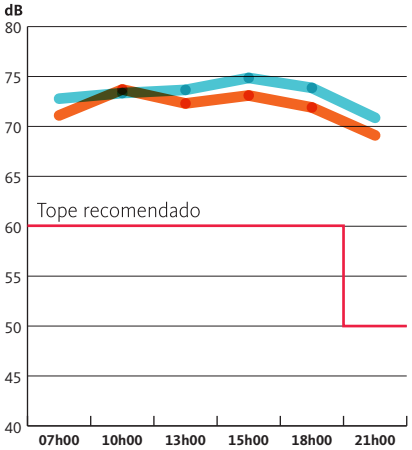




Tabla 42. Datos de monitoreo. Nodo Av. Don Bosco. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	71,1	73,7	72,3	73,1	71,9	69,1
Sensor	72,78	73,34	73,66	74,86	73,86	70,86
Diferencia dB	-1,68	0,36	-1,36	-1,76	-1,96	-1,76
CadnaA 1,5m (simulación)	74,4	75,4	75,6	76,5	74,1	71,7
Diferencia sonómetro	-3,3	-1,7	-3,3	-3,4	-2,2	-2,6
CadnaA 4m (simulación)	73,3	74,2	74,5	75,3	73	70,5
Diferencia sensor	-0,52	-0,86	-0,84	-0,44	0,86	0,36

Gráfico 21. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. Don Bosco



El sector Av. Don Bosco se considera comercial, debido a la presencia de todo tipo de comercios, entre ferreterías, peluquerías, bancos, restaurantes, zapaterías, tiendas de abarrotes y una distribuidora de cilindros de gas.

Todos los registros de la Av. Don Bosco superan los niveles máximos admisibles establecidos por el TULSMA - 2015, incluido el horario nocturno, con valores sobre los 70 dB.

Las variaciones de nivel registrados entre el sonómetro versus los del sensor, son inferiores a 2 dB. Además, en el gráfico 21, se puede observar que el comportamiento del ruido muestra la misma tendencia durante de todo el día, con excepción del horario de las 10h00.

Con los datos obtenidos se procedió a generar el mapa de ruido con la utilización del software CadnaA, para lo cual se realizó el respectivo conteo vehicular.

Se puede observar que existe una diferencia menor a los 4 dB, entre los registros levantados por sonómetro y los simulados. Por otra parte, las diferencias entre los valores obtenidos a través del sensor y los simulados con el software CadnaA, son mínimas y no sobrepasan el decibelio.

Tabla 43. Conteo vehicular. Av. Don Bosco (1)

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	242	283	344	435	234	169
Taxis	76	101	76	89	39	48
Buses	9	12	12	13	4	2
Pesados	8	18	17	24	10	5
Motos	16	28	58	49	22	23
Bicicletas	0	3	6	5	6	4
Suma	**351**	**445**	**513**	**615**	**315**	**251**
% de Pesados	4,8	6,7	5,7	6	4,4	2,8

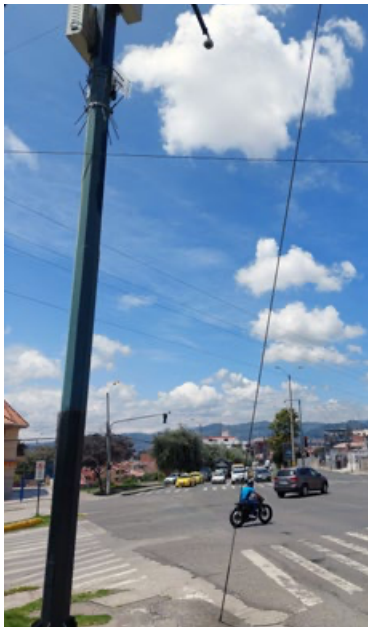
Tabla 44. Conteo vehicular. Av. Don Bosco (2)

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	153	139	141	196	247	69
Taxis	64	41	36	32	49	10
Buses	14	11	7	7	7	0
Pesados	4	6	5	6	6	1
Motos	8	14	20	13	23	3
Bicicletas	1	0	0	0	0	2
Suma	**244**	**211**	**209**	**254**	**332**	**85**
% de Pesados	7,4	8,1	5,7	5,1	3,9	1,2

Nodo SCP-15. Av. de las Américas (intersección Av. Héroes de Verdeloma)

Zona comercial / CM **Fecha de monitoreo: 11 / 02 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



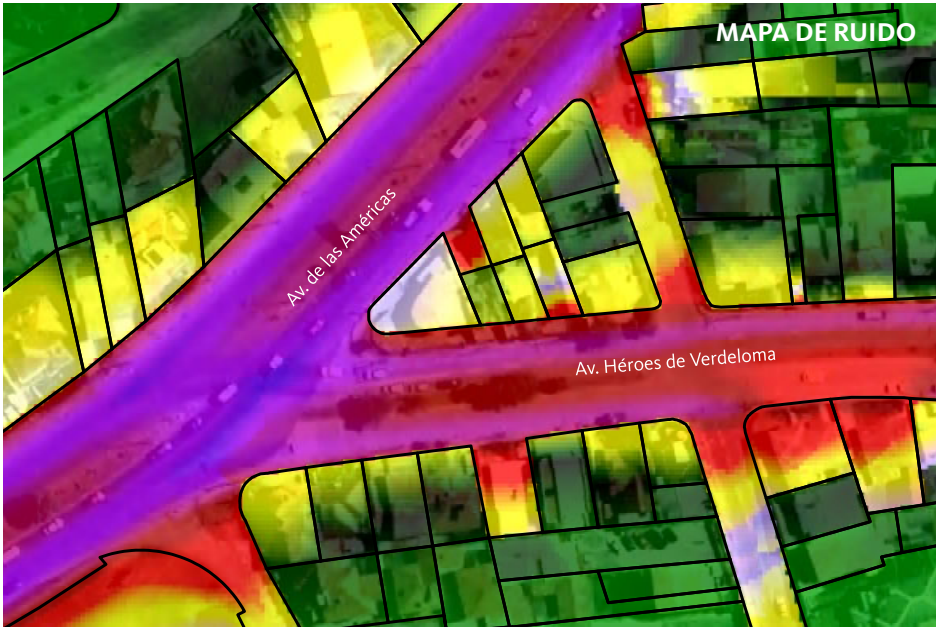
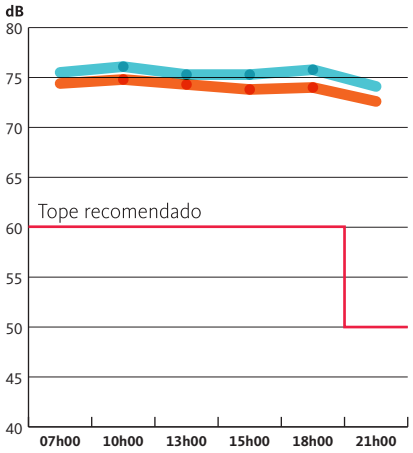


Tabla 45. Datos de monitoreo. Nodo Av. de las Américas. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	74,4	74,8	74,3	73,8	74	72,6
Sensor	75,51	76,09	75,29	75,29	75,78	74,1
Diferencia dB	1,11	1,29	0,99	1,49	1,78	1,5
CadnaA 1,5m (simulación)	69,3	70	70,2	68,9	68,1	67,1
Diferencia sonómetro	5,1	4,8	4,1	4,9	5,9	5,5
CadnaA 4m (simulación)	69	69,8	69,9	68,4	67,7	67
Diferencia sensor	6,51	6,29	5,39	6,89	8,08	7,1

Gráfico 22. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. de las Américas



En el sector de la Av. de las Américas y Héroes de Verdeloma, se pueden encontrar actividades de comercio variado, que van desde restaurantes hasta distribución de materiales para la construcción.

Al igual que en el sector de la Av. Primero de Mayo, en el nodo de la Av. de las Américas y Héroes de Verdeloma, se registran niveles de ruido elevados, que llegan hasta los 75 dB. Estos niveles se mantienen durante todo el día incluido el horario nocturno. Todos los datos registrados sobrepasan los niveles máximos admisibles establecidos por el TULSMA - 2015.

Las variaciones de nivel entre los registros del sonómetro, en comparación con los registros del sensor, son mínimas y se mantienen, con diferencias en el orden de uno a dos decibelios. Son muy próximos entre sí, con lo cual se puede apreciar un factor de corrección aproximado de +-1 decibelio o menos.

En el gráfico 22 se puede observar que el comportamiento del ruido es muy similar entre los datos registrados con sensor y sonómetro, en ambos casos se sigue la misma tendencia en todos los horarios de medición.

Adicionalmente, se procedió a generar el mapa de ruido utilizando el software CadnaA. El conteo vehicular se realizó por separado para la Av. de las Américas y para la Av. Héroes de Verdeloma. Los datos se detallan en las tablas 46 y 47.

En el sector en estudio, ubicado en la intersección de la Av. de las Américas y Héroes de Verdeloma, se presentan diferencias que superan los 5 dB como se puede observar en la tabla 45. Para afinar los resultados es necesario incluir en la simulación variables adicionales.

Tabla 46. Conteo vehicular. Av. de las Américas

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	692	548	732	694	874	451
Taxis	116	94	129	92	94	71
Buses	5	3	3	0	2	15
Pesados	66	118	87	90	73	33
Motos	88	56	76	61	80	50
Bicicletas	6	6	3	1	6	3
Suma	**967**	**819**	**1027**	**937**	**1123**	**620**
% de Pesados	7,3	14,8	8,8	9,6	6,7	7,7

Tabla 47. Conteo vehicular. Av. Héroes de Verdeloma

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	265	402	442	455	526	177
Taxis	86	80	74	107	86	46
Buses	6	3	11	5	3	4
Pesados	2	9	3	9	13	2
Motos	44	46	57	40	51	23
Bicicletas	2	3	1	0	1	0
Suma	**403**	**540**	**587**	**616**	**679**	**252**
% de Pesados	2	2,2	2,4	2,3	2,4	2,4

Nodo SCP-16. Av. Los Andes (intersección Av. Del Cóndor)

Zona comercial / CM **Fecha de monitoreo: 15 / 09 / 2021**

Elaboración de tablas y gráficos: Equipo técnico UDA - IERSE - 2021



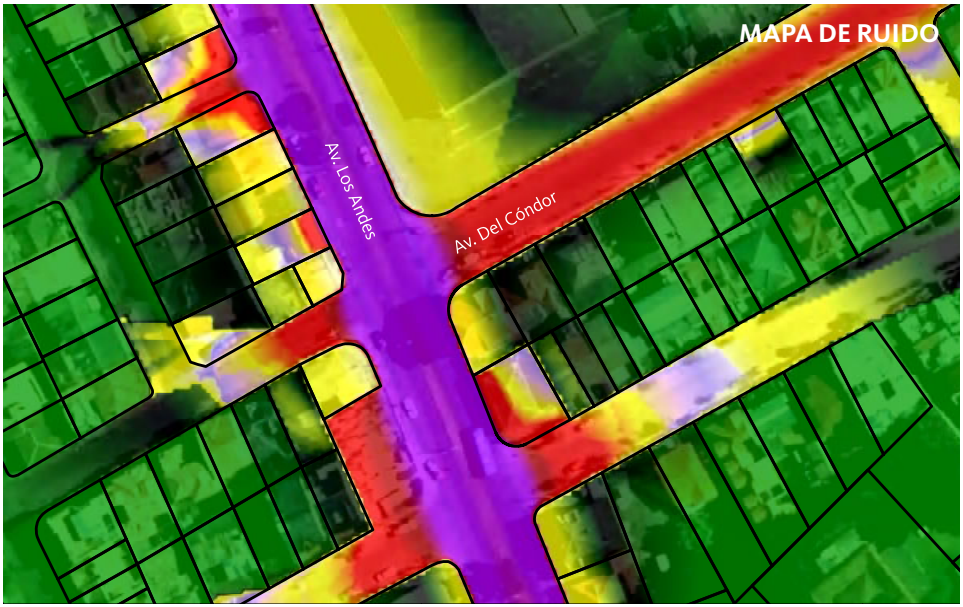
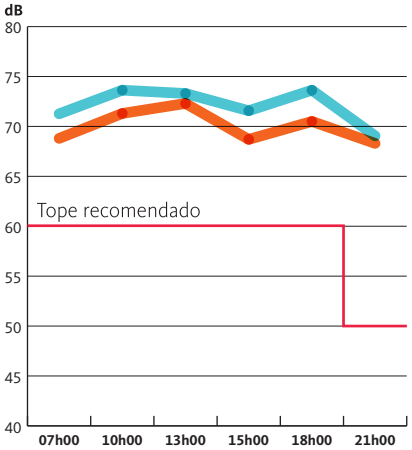


Tabla 48. Datos de monitoreo. Nodo Av. Los Andes. Ponderación A

MÉTODO DE MONITOREO	07h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
Sonómetro	68,8	71,3	72,3	68,7	70,5	68,3
Sensor	71,26	73,63	73,3	71,57	73,63	69,05
Diferencia dB	-2,46	-2,33	-1	-2,87	-3,13	-0,75
CadnaA 1,5m (simulación)	70,9	71,6	71,7	71,8	72	68,5
Diferencia sonómetro	-2,1	-0,3	0,6	-3,1	-1,5	-0,2
CadnaA 4m (simulación)	67,6	68,6	68,7	68,8	69	65,4
Diferencia sensor	3,66	5,03	4,6	2,77	4,63	3,65

Gráfico 23. Sonómetro vs sensor. Nodo Av. Los Andes



El sector de la Av. Los Andes se considera comercial, debido a la presencia de una gran variedad de comercios y establecimientos deportivos, en donde se presenta una concentración de personas de todas las edades.

Todos los registros de la Av. Los Andes, en el horario diurno sobrepasan los 70 dB y superan los niveles máximos admisibles establecidos por el TULSMA - 2015.

Si bien la diferencia entre los valores registrados por el sonómetro y por los sensores no es constante, en el gráfico 23 se puede observar que el comportamiento del ruido muestra la misma tendencia durante todo el día, con una excepción en el horario de las 13:00.

La tabla 48 muestra que existe una diferencia entre los registros levantados con sonómetro y los simulados, que no sobrepasa los 4 dB; en tanto que las diferencias entre los valores obtenidos con el sensor y los simulados sobrepasan los 5 dB; sin embargo, se puede concluir que el sensor cumple con su función de manera efectiva y brinda datos confiables que permiten analizar la contaminación sonora de la zona. Los datos del conteo vehicular se levantaron por separado para la Av. Los Andes y la Av. del Cóndor y se detallan en las tablas 49 y 50.

Tabla 49. Conteo vehicular. Av. Los Andes

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	182	256	308	344	451	177
Taxis	96	106	69	100	73	45
Buses	25	22	26	19	21	8
Pesados	15	26	21	24	17	9
Motos	20	29	29	24	30	19
Bicicletas	1	4	4	20	6	1
Suma	**339**	**443**	**457**	**531**	**598**	**259**
% de Pesados	11,8	10,8	10,3	8,1	6,4	6,6

Tabla 50. Conteo vehicular. Av. Del Cóndor

TIPO DE VEHÍCULO	7:00 - 7:30	10:00 - 10:30	13:00 - 13:30	15:00 - 15:30	18:00 - 18:30	21:00 - 21:30
Livianos	42	35	40	47	86	35
Taxis	6	9	4	11	1	6
Buses	0	0	0	0	0	0
Pesados	3	0	1	0	0	0
Motos	2	7	2	1	9	5
Bicicletas	0	0	0	0	0	0
Suma	**53**	**51**	**47**	**59**	**96**	**46**
% de Pesados	5,7	0	2,1	0	0	0



Conclusiones y recomendaciones

Para el año 2021 se cuenta con 39 sitios de monitoreo con sonómetro y 11 sitios con nodos sensores operativos, los que están distribuidos en la ciudad, en diferentes zonas de uso y ocupación del suelo.

El período de levantamiento de datos con sonómetro se desarrolló durante los meses de septiembre a noviembre de 2021. Se tomó un día por cada sitio de monitoreo, de lunes a viernes; los fines de semana no se consideraron porque la dinámica de la población varía. El levantamiento de datos con sensor se realizó en los meses de marzo y septiembre de 2021.

Se realizaron 6 muestreos en cada sitio de monitoreo, uno por cada horario establecido (6 horarios), el número de mediciones con sonómetro fue de 234, de las cuales, el 48,7% de las mediciones presentan un aumento en relación con los registros realizados el año 2020, en el 37,2% hay disminución y el 14,1% se mantienen los mismos valores.

Se puede observar, de manera general, que en todos los horarios se ha dado una elevación en los valores de las emisiones. En los horarios de las 7h00 y 10h00 se presenta un incremento del 44%; en los horarios de las 13h00 y 15h00 un 49%, y el 54% en los horarios de las 18h00 y 21h00, resultados que indican cómo las dinámicas de la población han cambiado desde el año 2020 que, por razones de pandemia disminuyó la movilización de la población.

Al comparar con la norma ambiental, los valores de las emisiones están sobre los límites establecidos (TULSMA, 2015); razón por la cual es necesario tomar medidas tendientes a mejorar las prácticas de la población en relación con la generación de ruido.

Se recomienda continuar gestionando con los tomadores de decisiones, en este caso el GAD Municipal de Cuenca, la realización de campañas de sensibilización

para la ciudadanía, a fin de que conozcan las causas y efectos del ruido, tanto para las personas como para los animales.

Los resultados que se han obtenido deben servir para que la Dirección de Gestión de Movilidad del GAD Municipal, establezca normas de circulación en la ciudad, a fin de disminuir la afluencia del tráfico y el congestionamiento, que se observa a lo largo de todo el día, en varios sectores de la ciudad.

Cuidar que las actividades constructivas se den en horarios diurnos, que no alteren la tranquilidad y el sueño de los vecinos de los proyectos en construcción.

Es necesario que los vehículos que circulan en la ciudad hayan sido sometidos a la Revisión Técnica Vehicular, a fin de que cuenten con sistemas de transmisión, escapes en buen estado y generen menor ruido y vibración.

Apoyar el funcionamiento del tranvía como sistema de transporte masivo, libre de emisiones ruidosas, como eje articulador del sistema de tránsito.

En relación con los nodos sensores, los ajustes técnicos realizados permitieron obtener resultados muy próximos a los registrados por un equipo especializado y calibrado (sonómetro). Se pueden considerar variables como la altura y la proximidad a superficies reflectantes para posteriores años, con lo cual se podrían obtener mejores resultados.

Es necesario continuar implementando un mayor número de sensores en distintas zonas de la ciudad, a fin de controlar las emisiones y contribuir al cumplimiento de la ordenanza de "control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido proveniente de fuentes fijas y móviles".

La toma de 3 muestras en un punto de monitoreo permite analizar de manera más detallada el comportamiento del ruido en cada horario, con lo cual se consigue una lectura más precisa del ruido en el sector.

Los software para la generación de mapas de ruido cuentan con variables que no han sido tomadas en cuenta por falta de datos, pero, se podrían considerar en futuras mediciones para mejorar la precisión de las simulaciones realizadas dentro del proyecto.

Es necesario implementar simulaciones con semaforización y curvas de nivel, puesto que son puntos donde el ruido producido por el motor del automóvil es más notorio.

La presencia de autobuses y motocicletas tiene una gran influencia en el nivel equivalente de cada muestra, ya que los picos máximos de ruido corresponden a estos sistemas de transporte y son los que elevan el nivel equivalente total.

Se debe indicar que acciones como la utilización de la bocina de manera descontrolada, colocar escapes modificados que incrementan el ruido, o conducir con música a niveles altos, son factores que aportan directamente al ruido en las zonas de estudio.

Bibliografía

Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. *Síntesis Tecnológica, (Octubre 2015), 14.* Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/282914265_Elaboracion_de_mapa_de_ruido_de la_ciudad_de_Valdivia_mediante_software_de_modelacion_utilizando_metodos_de_simpli ficacion

Cohen, M. A., & Castillo, O. S. (2017). Noise in the city. Acustic pollution and the walkable city. *Estudios Demográficos Urbanos*, 32. https://doi.org/10.24201/edu.v32i1.1613

Dutilleux, G., Defrance, J. M., Gauvreau, B., & Besnard, F. (2008). The revision of the French method for road traffic noise prediction. *Journal of the Acoustical Society of America, 123(5), 3150-3150*.

García González, J. A., Cebrián Abellán, F. (2006). La interpolación como método de representación cartográfica para la distribución de la población: aplicación a la provincia de Albacete. En M. T. Camacho, J. A. Cañete & J. J. Lara Valle (Eds.), El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas (pp. 165-178). Granada: Editorial Universidad de Granada. Recuperado de: http://www.age-geografia.es/tig/docs/XII_1/012%20 -%20Garcia%20y%20Cebrian.pdf

González, A.R.,& Calle, E. A. (2014). Indicadores objetivos y subjetivos de la contaminación acústica de origen en la localidad de Chapinero. *Gestión y Ambiente*, 26-31.

MAE. (2019). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente* (TULSMA).

Ministerio del Ambiente Ecuador. (2019). *Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente*. Libro VI, Anexo 5.

Nazneen, S., Raza, A., & Khan, S. (2020). Assessment of noise pollution and associated subjective health complaints and psychological symptoms: analysis through structure equation model. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(17), 21570-21580. https://doi.org/10.1007/s11356-020-08655-x

Tacuri, C. F., Calderón, F. S. C., & Sellers, C. A. (2016). Modelación del ruido por tráfico vehicular en la calle Mariscal Lamar en la ciudad de Cuenca. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías, 8(1)*. Retrieved from http://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/303/1044

Sanchís, R., Segura, J., Navarro, E., & García, A. (2000). Estudio de ruido ambiental y sus efectos en una pequeña ciudad: Banyeres de Mariola. *Revista de Acústica*, 26-31.







ISBN: 978-9942-847-74-4

