



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIVELES DE RUIDO
EN ESTACIONES DE MONITOREO DE QUITO

AUTOR

BRENT RAFAEL MORALES MARSHALL

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIVELES DE RUIDO EN
ESTACIONES DE MONITOREO DE QUITO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de ingeniero en Sonido y Acústica

Profesor Guía
Ph.D. Virginia Puyana Romero

Autor
Brent Rafael Morales Marshall

Año
2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Estudio de la evolución temporal de los niveles de ruido en estaciones de monitoreo de Quito, a través de reuniones periódicas con el estudiante Brent Rafael Morales Marshall, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Virginia Puyana Romero

Doctor en Representación, Protección y Seguridad del Medio Ambiente y
Estructura y Gobierno del Territorio

C.I. 1758988354

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Estudio de la evolución temporal de los niveles de ruido en estaciones de monitoreo de Quito, del estudiante Brent Rafael Morales Marshall, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Luis Alberto Bravo Moncayo
Doctor en Ingeniería Acústica
C.I. 1711710606

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Brent Rafael Morales Marshall

C.I. 180354757-7

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por creer en mí y haber tolerado tantos sacrificios durante estos últimos años.

A Luis y a Christiam, por su iniciativa y dedicación en esta carrera, por su apoyo, orientación y amistad.

A mi tutora y maestros, por sus consejos y enseñanzas que me han guiado hasta aquí y que llevaré conmigo en lo profesional y personal

DEDICATORIA

Esto es para mis padres, Víctor y Wendy, y mis hermanos, Deryck, Craig, Marnie y Brian, quienes me han dado una vida llena de amor y aventura; para Mónica, quien con su amor y apoyo incondicional alienta mis sueños; y, para Deryck y Leo, mis razones más grandes para esforzarme a ser mejor persona.

Resumen

Actualmente, la Secretaría del Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito tiene implementada la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito con tres estaciones de medición de ruido ambiental funcionales. En 2016 esta entidad estatal resumió en el Atlas Ambiental el estado de los niveles de ruido de Quito y concluyó que cumplían con ciertas normativas no reveladas. Por otra parte, un estudio reciente afirma que durante horas del día un 25% de la población Quiteña es expuesto a niveles de ruido de tráfico superiores a 65 dBA, y un 38% en la noche está expuesto a ruido de tráfico peligroso para la salud.

Este estudio consiste en la recopilación y análisis de los registros acústicos de cinco estaciones de medición de ruido ambiental que ha tenido la REMMAQ desde el 2011 hasta julio del 2018. Además, se utilizan los registros de las Revisiones Técnicas Vehiculares anuales para correlacionar el crecimiento vehicular con la evolución de los niveles de ruido de Quito.

Los datos de la REMMAQ vienen expresados en niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeq [dB]) en períodos de una hora. A partir de estos datos se calcularon otros índices de ruido como son L_d , L_n , L_{10} , L_{90} , LAeq en diferentes horarios y períodos de tiempo.

Posteriormente, a través de los programas estadísticos Microsoft Excel e IBM SPSS Statistics, se comparan, correlacionan y se realizan estudios de regresiones lineales de los índices de ruido y los valores del crecimiento vehicular de la ciudad clasificándolos por periodos temporales. Además, con fotografías permitidas de las estaciones de mediciones y sus alrededores se identificaron tipos de fuentes de ruido para justificar los resultados obtenidos.

Finalmente, se sacan conclusiones y se proyectan futuras investigaciones a partir de los resultados obtenidos. En general se concluye que los niveles de ruido ambiente están por encima de los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud, lo cual es indicio de la existencia de molestias y otros efectos negativos sobre la salud de la población quiteña a causa del ruido ambiental.

Abstract

Currently, the Secretary of the Environment of the Metropolitan District of Quito has implemented the Quito Metropolitan Atmospheric Monitoring Network with three functional environmental noise measuring stations. In 2016, this state entity summarized in the Environmental Atlas the status of noise levels in Quito and concluded that they met certain undisclosed regulations. On the other hand, a recent study states that during the daytime 25% of the population of Quito is exposed to traffic noise levels above 65 dBA, and 38% is exposed to traffic noise during the nighttime which is a public health risk.

This study consists in the compilation and analysis of the acoustic records of five environmental noise measurement stations that the REMMAQ has had from 2011 to July 2018. In addition, the records of the annual Vehicle Technical Reviews are used to correlate the vehicular growth with the evolution of noise levels in Quito.

The REMMAQ data is expressed in equivalent continuous sound pressure levels with A weighting (LAeq [dB]) in periods of one hour. From this data, other noise indices were calculated such as Ld, Ln, L10, L90, and LAeq in different time periods.

Subsequently, using Microsoft Excel and IBM SPSS Statistics, linear regression studies of the periodically classified noise indices and values of vehicle growth in the city were carried out, as well as comparisons and correlations between their variables. In addition, with permitted photographs of the measurement stations and their surroundings, types of noise sources were identified to justify the calculation results. Finally, conclusions were drawn, and future investigations were projected based on the results obtained. The general

conclusion is that the ambient noise levels are above the limits recommended by the World Health Organization, which is an indication of the existence of discomfort and other negative effects on the health of the population of Quito due to environmental noise.

ÍNDICE

1.	Capítulo I. Introducción.....	1
1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Antecedentes.....	2
1.3.	Objetivos.....	7
1.3.1.	Objetivo general.....	7
1.3.2.	Objetivos específicos.....	8
1.4.	Hipótesis.....	8
2.	Capítulo II. Marco teórico.....	9
2.1.	Ruido ambiental.....	9
2.1.1.	Descriptores del ruido.....	9
2.1.2.	Tipos de ruido y sus fuentes.....	11
2.2.	Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido de acuerdo con la TULSMA.....	12
2.3.	La organización mundial de la salud (OMS).....	13
2.3.1.	Niveles de contaminación de ruido recomendados por la OMS.....	14
2.3.2.	Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos.....	14
2.3.3.	Efectos del ruido.....	15
2.3.4.	Percepción de niveles de ruido.....	16
2.4.	Estaciones de medición de ruido.....	17
2.5.	Conceptos generales.....	18
2.5.1.	Parque automotor.....	18
2.5.2.	Fluidez de tránsito vehicular (flujo de tráfico).....	18
2.5.3.	Variables:.....	18
2.5.4.	Estadística descriptiva.....	20
2.5.5.	Correlación.....	20
2.5.6.	Pruebas T de muestras independientes.....	20
2.5.7.	ANOVA de un factor.....	21

2.5.8.	Pruebas post Hoc.....	21
2.5.9.	Regresiones lineales	22
3.	Capítulo III. Descripción de la situación actual	22
3.1.	Ruido de tráfico de Quito	22
3.2.	La red metropolitana de monitoreo atmosférico de Quito (REMMAQ) y sus estaciones de mediciones de ruido ambiental	23
3.3.	Descripción de las estaciones de mediciones de ruido de la REMMAQ	25
3.3.1.	Estación El Camal	26
3.3.2.	Estación Carapungo	27
3.3.3.	Estación Centro	29
3.3.4.	Estación Cotocollao.....	31
3.3.5.	Estación Jipijapa.....	33
3.4.	Informes anuales de la Secretaría del Ambiente y el uso de las bases de datos de los niveles de presión sonora del ruido ambiental	35
3.4.1.	El Parque Automotor de Quito.....	36
4.	Capítulo IV. Metodología	36
4.1.	Tipo de Investigación:.....	36
4.2.	Procedimientos:.....	37
5.	Capítulo V. Resultados.....	39
5.1.	Resultados de los Niveles Percentiles de Ruido.....	39
5.2.	Resultados sobre la evolución de niveles de ruido ambiental	42
5.2.1.	LAeq (estación y año).....	42
5.2.2.	LAeq (horas, estaciones y años)	44

5.2.3.	Análisis comparativo de promedios globales anuales entre estaciones mediante la prueba ANOVA de un factor	52
5.2.4.	LAeq (estaciones, años, días, horas)	56
5.2.5.	LAeq (estaciones, horario día/noche y año)	58
5.2.6.	LAeq (día de semana – horario día/noche – año - estación).....	60
5.2.7.	Análisis comparativo de promedios por el día de la semana mediante la prueba ANOVA de un factor	70
5.2.8.	Análisis comparativo de promedios por horas mediante la prueba ANOVA de un factor.....	74
5.2.9.	LAeq (horario día/noche).....	77
5.2.10.	LAeq (horario días laborales/días de fin de semana)	78
5.2.11.	LAeq (estación, año, mes, horario día/noche).....	79
5.2.12.	LAeq (estación, año, horario pico/normal).....	83
5.2.13.	LAeq (horarios pico y normal)	85
5.2.14.	LAeq (estación, mes, horas pico y normal)	86
5.2.15.	LAeq (estación, mes, horas pico y normales).....	91
5.3.	Resultados sobre la correlación de LAeq con el Parque Automotor en Quito	100
5.3.1.	LAeq e intensidad media diaria del flujo de tráfico (IMD) (estación, año, hora, día laboral o de fin de semana).....	107
6.	Capítulo VI. Discusión	114
6.1.	¿Cómo se relaciona la variación anual en los niveles de ruido con la variación del crecimiento vehicular en la ciudad de Quito?	115
6.2.	¿Existe un patrón de variación anual de niveles de ruido durante los períodos vacacionales escolares?	117
6.3.	¿Coinciden los horarios de mayor nivel de ruido con horas de ingreso y de salida a unidades educativas y de trabajos de oficina y con horas de pico y placa?.....	118

6.4. ¿Existen horarios con niveles LAeq superiores a aquellos recomendados por la OMS como límites de exposición sonora para el cuidado de la salud?.....	119
7. Conclusiones y Recomendaciones	122
7.1. Conclusiones.....	122
7.2. Recomendaciones.....	125
Referencias.....	127
ANEXOS	133

1. Capítulo I. Introducción

1.1. Introducción

La Secretaría del Ambiente del Municipio de Quito ha venido midiendo los niveles de ruido ambiental en Quito desde el 2011. Se ha publicado cierta información sobre este tema en algunos de los informes anuales de la calidad del aire de Quito desde entonces, y en 2016 en el Atlas Ambiental, pero los mismos informes también demuestran una discontinuidad en su seguimiento. Por otra parte, existen resultados de un estudio del mapa de ruido de la ciudad que indican niveles de ruido peligrosos para la salud pública (Bravo, 2018).

El presente trabajo consiste en el análisis de la evolución temporal de los niveles de ruido en Quito a través de la identificación de patrones entre los niveles de ruido clasificados por períodos de interés. Para ello, se ha utilizado un programa de análisis estadístico (IBM SPSS Statistics) para el análisis de varianzas, correlaciones y regresiones de los datos, categorizados por parámetros temporales. Un ejemplo es la comparación entre patrones temporales identificados y patrones de la variación del crecimiento vehicular en Quito.

Se estima que los resultados del análisis de la evolución temporal del ruido ambiental en Quito ayudarán a predecir los aumentos de niveles de ruido del futuro a corto y largo plazo. Además, servirán como las bases para futuras investigaciones que podrán proyectar las afectaciones que este agente de riesgo tendría en la salud de los habitantes de esta región, si las autoridades y los residentes se niegan a tomar acciones preventivas y correctivas hacia este problema.

Adicionalmente, en este estudio se han identificado patrones de niveles de ruido ambiental durante periodos anuales, mensuales, semanales, diarios y horarios. Esto ayudará a establecer horarios y calendarios efectivos para las acciones preventivas y correctivas de este problema que deberán realizar las instituciones públicas encargadas.

1.2. Antecedentes

La humanidad vive en un entorno hostil para la salud debido a que el estado del medio ambiente a nivel mundial se ve afectado por muchos factores irónicamente generados por el hombre. En áreas pobladas, según un estudio realizado en Europa por Hänninen et al., (2014), el ruido de tráfico está entre los principales factores de riesgo para las personas. Los resultados indicaron que los agentes ambientales más peligrosos para la salud son la materia particulada, el humo de segunda mano, y el ruido de tráfico. Es por tanto necesario estudiar el problema del ruido urbano como agente potencialmente perjudicial para la calidad de vida de los ciudadanos, con el fin de determinar soluciones viables del problema.

Dos de los riesgos para la salud más comunes a causa de exposición al ruido son: la pérdida auditiva inducida por ruido, NIHL por sus siglas en inglés, y el tinnitus, definido por la Organización Mundial de Salud (OMS) como la sensación de sonido en la ausencia de una fuente sonora externa (Fritschi et al., 2011). Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, CDC por sus siglas en inglés, llevaron a cabo un estudio entre 2011 y 2012 en el que se realizaron audiometrías y entrevistas a los participantes. Este estudio demostró que entre 10 y 40 millones de adultos menores de 70 años sufren de NIHL (NIDCD, 2014). Los resultados del estudio indicaban que la exposición a niveles de ruido que exceden los 75 dB puede

provocar NIHL, y responsabilizaban al ruido de tráfico, con niveles promedio entorno a 85dB, como uno de los principales causantes de la patología.

El ruido no solo puede afectar a la audición sino también a otros aspectos de la salud. Las personas pueden estar sufriendo las consecuencias de la sobreexposición a altos niveles de ruido sin darse cuenta, ya que algunos síntomas se presentan sin estar directamente vinculados al oído o a la escucha. Decenas de millones de americanos presentan una serie de condiciones adversas de salud asociadas a la exposición al ruido, incluyendo enfermedades del corazón, interrupción del sueño, y estrés (Hammer, Swinburn, & Neitzel, 2014).

La OMS lanzó una publicación sobre los años de vida perdidos en Europa debido a enfermedades causadas por molestias acústicas en el entorno de las personas. Según esta publicación, se estima que los Años de Vida Ajustados por Discapacidad (*DALYs*) causados por el ruido ambiental en los países de Europa occidental están entre 1 y 1,6 millones. Estos años perdidos se deben a diferentes consecuencias del ruido ambiental entre ellas la enfermedad cardíaca isquémica, el deterioro cognitivo de los niños, la alteración del sueño, el tinnitus y la molestia en general. Esto quiere decir que más de 1 millón de años de vida saludable se pierden cada año por el ruido de tráfico solamente en Europa (Fritschi et al., 2011).

Desde hace muchas décadas ciertos gobiernos y entidades mundiales han intentado evaluar y mejorar la situación del ruido ambiental, enfocándose en el ruido causado por el flujo de vehículos. Como resultado, se han generado normativas y regulaciones con respecto al tránsito que establecen niveles de ruido permisibles en los sectores expuestos al tráfico de vehículos. Pero estas normas difieren en función del lugar, y de la gestión de las autoridades. Según

Licitra (2012) en la Directiva de Ruido Ambiental del 2002 de la Unión Europea se trataron actividades sobre el desarrollo de mediciones, predicciones y herramientas analíticas para el uso estandarizado entre los países miembros de la EU.

En la sociedad ecuatoriana no existe una concienciación general sobre la problemática del ruido de tráfico urbano, ni sobre sus efectos en la salud de las personas, o en aspectos relacionados con el desempeño de actividades cotidianas, como pueden ser el rendimiento en el trabajo o el aprendizaje. A pesar de no existir dicha concienciación, diversos estudios de investigación, como el de Ávila y Bravo-Moncayo (2015), alertan sobre los efectos nocivos del ruido en la sociedad. A tal respecto, concluyen que el 72% del total de una muestra evaluada presentaba molestias acústicas asociadas al ruido de tránsito en instituciones de educación media en la ciudad de Quito.

En un reporte del Diagnóstico de la Movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial (PMOT), la Secretaría de Movilidad (2014) indicó un incremento significativo del parque automotor del DMQ. En el año 2006 existían aproximadamente 275.000 vehículos, mientras que al llegar al 2016 se registraban cerca de 460.000 vehículos. Este crecimiento en un lapso de 10 años es muy significativo y fundamenta una proyección de un crecimiento aún mayor durante los próximos años.

A nivel universitario, se han desarrollado algunos trabajos de titulación relacionados con el mapa de ruido de la ciudad de Quito. La Universidad Internacional SEK, (Rubianes,2009) planteó hacer monitoreos de prueba en diferentes sectores de la ciudad para luego determinar los sitios óptimos para ubicar estaciones permanentes de medición de ruido. En la Universidad de Las

Américas de Quito, Mier (2017) publicó su tesis con el fin de integrar sistemas de posicionamiento geográfico con el software de mapeo CadnaA para optimizar los mapas de ruido predictivos. Así también, Pacheco (2017) realizó su tesis con el propósito de validar el modelo predictivo común europeo para ruido de tráfico en las condiciones de Quito, mediante comparaciones de los resultados calculados según la CNOSSOS-EU con los resultados obtenidos a través de mediciones in situ en diferentes puntos de mediciones dentro de la ciudad.

Además de los beneficios potenciales que pueden reportar relacionados con la salud, los mapas de ruido sirven como punto de partida para la evaluación del impacto socioeconómico que tiene el ruido de tráfico en una ciudad. Este tema ha sido desarrollado por Bravo-Moncayo et al. (2017) con un método alternativo basado en redes neuronales artificiales para valorar económicamente el impacto de la contaminación acústica causada por el tráfico vehicular sobre los sectores de la ciudad de Quito. Bravo-Moncayo et al. (2018) también publicó estudios del mapa de ruido de la ciudad que estiman que el 25% de la población del área urbana de la ciudad está expuesta a niveles de ruido de tráfico superiores a los 65 dBA durante el día, y que durante la noche el 38% de las personas están expuestas a niveles de ruido del tráfico peligrosos para su salud.

Con respecto a otro aspecto del cuidado ambiental, la Secretaría General de Planificación del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2014), únicamente establece preocupaciones por aquellos riesgos relacionados con el cambio climático, dirigiendo sus esfuerzos hacia el análisis de las huellas ecológica, de carbono e hídrica. Además, evalúan la gestión de residuos sólidos, la contaminación del aire y de los ríos, el deterioro de quebradas y de otros ecosistemas naturales, y la vulnerabilidad climática por la propagación de incendios forestales. Por parte de la Secretaría de Ambiente del Distrito

Metropolitano de Quito (Suárez, 2018), se menciona por única vez en su informe anual de calidad del aire que la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ) registra concentración de ruido ambiental en ciertos subsistemas complementarios a la red. Por otro lado, establece que sus enfoques se dirigen hacia el monitoreo de la concentración de contaminantes atmosféricos en el territorio, como son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO, NO₂ y NO_X), ozono (O₃); y, material particulado fino o de diámetro menor a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) y menor a 10 micrómetros (PM₁₀). No se ha encontrado evidencia de que estas entidades públicas encargadas del bienestar del medioambiente de Quito hayan publicado en sus informes de evaluaciones, ni en sus medios de comunicación con el público, datos sobre los niveles de ruido ambiental en esta región.

Por otro lado, en otros países se han llevado a cabo estudios de la evolución temporal de niveles de ruido ambiental, limitándose a períodos anuales. Estos análisis entregan datos sobre los niveles sonoros equivalentes (Leq), día-tarde-noche (Lden) y noche (Ln) siendo estos unos de los parámetros más importantes en la evaluación de la contaminación acústica como se recoge en el R.D. 1513/2005. El Lden es un indicador de las molestias ocasionadas por ruido y el Ln de alteraciones del sueño y posibles daños cognitivos y de salud, sobre todo en los más jóvenes (Xunta de Galicia - Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructura, 2012).

En años anteriores, González (2006) realizó una investigación de niveles sonoros en la ciudad de Valladolid, España, donde se obtuvieron niveles de Leq, Lmax, L1, L10, L50, L90 medidos en continuo durante 5 días en cinco puntos de la ciudad. Con estos valores identificó los horarios donde se presentaban patrones en las variaciones de niveles sonoros entre días laborales y día de fines de semana. Estos tipos de mediciones pueden ser

utilizados también para proyectar niveles sonoros para períodos semanales, mensuales y anuales.

En Medellín, Echeverri (2009) en su planteamiento de una red de vigilancia de ruido ambiental para los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Colombia, justifica la necesidad de monitoreos de ruido afirmando que no se puede confiar únicamente en la elaboración de modelos de simulación de niveles sonoros. Si bien éstos pueden ser una herramienta poderosa para interpolar, predecir y optimizar las estrategias de control, su calidad depende de la disponibilidad de datos confiables sobre la emisión de ruido. Por lo tanto, la implementación de redes de monitoreo permanentes es más eficaz para obtener bases informativas sobre las cuales se requieren tomar decisiones y realizar planes de acción para el bienestar del entorno y sus habitantes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar la evolución temporal de los niveles de ruido en Quito registrados en cinco estaciones fijas mediante la evaluación estadística de dichos datos registrados.

1.3.2. Objetivos específicos

- Consolidar en una única base de datos los niveles de presión sonora (NPS) medidos en las cinco estaciones de mediciones de ruido en Quito para procesarlos utilizando Microsoft Excel.
- Evaluar el análisis de varianza, correlaciones y regresiones de los datos categorizados por parámetros temporales, a través del software 'IBM SPSS Statistics'.
- Identificar patrones temporales de los niveles de ruido ambiental.
- Comparar los patrones temporales identificados con patrones de la variación del parque automotor registrado en la ciudad por la Secretaría de Movilidad y la Agencia Metropolitana de Tránsito.

1.4. Hipótesis

Para tratar las influencias sobre el ruido ambiental que pueden tener diferentes factores relacionados mayormente con el tráfico en la ciudad se han planteado las siguientes hipótesis:

- La variación anual en los niveles de ruido es directamente proporcional a la variación del crecimiento vehicular en la ciudad de Quito.

- Existe reiteración anual en la disminución de niveles de ruido durante los períodos vacacionales escolares.
- Los horarios de mayor nivel de ruido coinciden con horas de ingreso y de salida a unidades educativas, y de trabajos de oficina - horas de pico y placa.
- Existen horarios con niveles LAeq superiores a aquellos recomendados por la OMS como límites de exposición sonora para el cuidado de la salud.

2. Capítulo II. Marco teórico

2.1. Ruido ambiental

El ruido ambiental es definido por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea (2002) como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales.

2.1.1. Descriptores del ruido

El descriptor del ruido más utilizado y recomendado por la Organización Mundial de la Salud es el Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente con Ponderación A (LAeq T) por lo que es igual a la energía total de los niveles de ruido fluctuantes en un determinado período de tiempo. La ecuación correspondiente al Leq es la siguiente:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 LAE(i)} \right]$$

Ecuación 1

Este descriptor facilita la interpretación de niveles de presión sonora durante periodos largos de tiempo para la evaluación el ruido ambiental. Se emplea la ponderación A porque simula la respuesta subjetiva del oído humano. Esto es de interés para estudiar las molestias percibidas por la población humana, ya que aplicando este filtro se transforman los niveles de las distintas frecuencias, captados de forma indiferenciada por instrumentos de medida, para adaptarlos a la forma de escucha del oído humano, que no percibe todas las frecuencias con la misma intensidad.

Además de estos valores globales sobre periodos largos, también es necesario calcular niveles percentiles que aporten información relacionada con las fluctuaciones entre los niveles de ruido. Los niveles percentiles más representativos son el L_{10} , que indica el nivel sonoro que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de observación, y el L_{90} , indicador del nivel sonoro que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de medición. En otras palabras, el L_{10} puede indicar el valor pico de ruido y el L_{90} el ruido de fondo.

Así mismo, es necesario distinguir entre los niveles equivalentes en horas del día (L_d) y de la noche (L_n). Los niveles de ruido de fondo típicamente son menores durante la noche, y por lo tanto los ruidos transitorios son más perceptibles por la población, produciendo efectos adversos sobre la salud.

2.1.2. Tipos de ruido y sus fuentes

Ciertas características del ruido como los tonos o cambios de nivel sonoro lo hacen más o menos notorio para los oyentes. Mientras más abrupto sea el cambio, más notable es el ruido. El conocimiento previo de la naturaleza y características básicas del ruido a medir permite elegir de forma apropiada la instrumentación, la ubicación de los micrófonos y la duración de la medición para obtener resultados idóneos.

El ruido ambiente consta de tres tipos de ruido: continuo, intermitente e impulsivo.

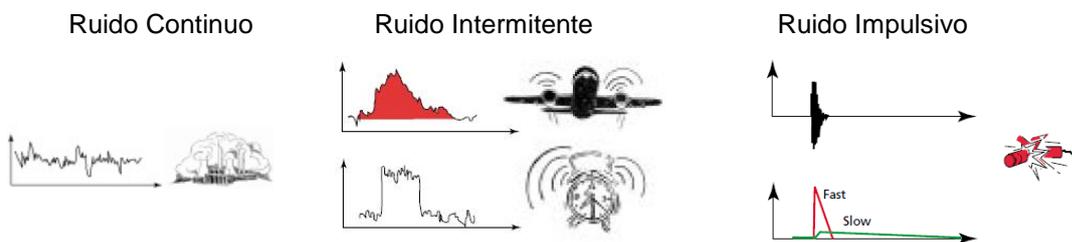


Figura 1. Ejemplo de ruido continuo, intermitente e impulsivo

El ruido continuo es ininterrumpido y se genera por fuentes como ventiladores, bombas u otros tipos de maquinaria de procesamientos. El ruido intermitente se produce en ciclos o eventos de aumentos y decrecimientos rápidos del nivel sonoro. Algunas fuentes podrían ser el paso de un vehículo, un avión o el uso de una maquinaria con diferentes ciclos. Y, el ruido impulsivo suele ser de impactos o explosiones. Son sonidos breves y abruptos que causan molestias fuertes a los oyentes.

El ruido ambiental se caracteriza por la coexistencia de varias fuentes actuando de forma simultánea que contribuyen a la totalidad del ruido, por ejemplo, ruido de una fábrica, ruido de tráfico, sonidos de la naturaleza, etc. Además, no todas las fuentes emiten ruido al mismo tiempo, ni constantemente, pero si en un mismo punto geográfico.

Considerando la naturaleza de las fuentes, podemos definir distintos tipos de ruido. El ruido específico es el ruido generado únicamente por una fuente determinada. Opuestamente, el ruido residual es el resto del ruido ambiental que queda al suprimir el ruido específico. Podemos también definir el ruido de fondo, como el ruido ambiental cuando el ruido de una fuente determinada no es audible. Normalmente este tipo de ruido se puede medir al apagar la fuente del ruido específico, aunque no siempre es así. En esos casos, el ruido de fondo puede determinarse a través del parámetro L_{90} .

2.1.2.1. Ruido de tráfico

El ruido de tráfico es aquel generado por la rodadura de las llantas sobre el suelo, también por el motor del vehículo, por el uso del claxon, los sonidos de los frenos, y otros elementos ruidosos de los vehículos en circulación. Este tipo de ruido es el de mayor impacto y la más predominante causa de molestias en las ciudades de todo el mundo.

2.2. Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido de acuerdo con la TULSMA

Según el Texto Unificado de Legislación del Ministerio del Ambiente (TULSMA) (2015), los horarios establecidos en el Ecuador son dos: el Diurno que va de

las 07:01 a las 21:00 horas, y el Nocturno que va de las 21:01 a las 07:00 horas.

Las horas de pico y placa en la ciudad de Quito son en la mañana entre las 7h00 hasta las 9h30, y por la tarde-noche entre las 16h00 y 19h30. Estos han sido los horarios utilizados para evaluar los niveles de ruido en horas pico. A las demás horas del día y la noche se las han denominado horas normales.

Para fuentes fijas de ruido en el horario diurno en sectores residenciales el límite es 55 dB, y para sectores comerciales es 60 dB. Durante la noche en sectores residenciales se exige un valor máximo de 45 dB, y en sectores comerciales 50 dB. El procedimiento para la medición considera el estudio de un único tipo de fuente a la vez. Según el caso, a los datos resultantes de la medición se puede aplicar correcciones por ruido con características impulsivas o con contenido energético alto en frecuencias bajas.

Para fuentes móviles de ruido se tiene un rango entre 80 y 88 dBs, dependiendo del tipo de vehículo que puede ser motocicletas, vehículos livianos y vehículos pesados. Las mediciones de estas fuentes deben ser realizadas con cada vehículo parado, acelerado $\frac{3}{4}$ de su potencia y a distancias de entre 0,2 a 0,5 metros desde su tubo de escape.

2.3. La organización mundial de la salud (OMS)

Esta organización creada por las Naciones Unidas para tratar asuntos de la salud pública a nivel internacional manifiesta que sus principios en cuanto al ruido ambiental son reducir, promover, coordinar e involucrar; reducir la exposición al ruido, y a la vez conservar áreas no ruidosas; promover

intervenciones que reduzcan la exposición al ruido y mejoren la salud; coordinar enfoques para controlar fuentes de ruido; informar e involucrar comunidades potencialmente afectadas por cambios en la exposición al ruido. (OMS, 2018)

2.3.1. Niveles de contaminación de ruido recomendados por la OMS

La OMS recomienda la reducción de niveles de ruido producidas por ruido de tráfico durante horas del día por debajo de 53 dBs para disminuir los efectos adversos de salud, y durante horas de la noche por debajo de 45 dBs para evitar perturbaciones del sueño. (OMS, 2018)

2.3.2. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

En las guías para el ruido urbano, la OMS (1999) recomienda los siguientes valores máximos para el ruido en ambientes específicos:

Tabla 1.

Valores máximos para el ruido en ambientes específicos

Ambiente Específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	LAeq [dB(A)]	Tiempo [horas]
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer	55	16
	Molestia moderada en el día y al anochecer	50	16
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores a 1 metro de fachada)	45	8
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24

2.3.3. Efectos del ruido

Según la OMS (2018), la pérdida de audición causa efectos desbastadores que afectan no sólo a la salud del oído, sino también a aspectos tan variados como pueden ser la salud mental, la educación y el empleo.

La cantidad de personas que sufren pérdida de la audición debido a diferentes causas, incluyendo el ruido, ha superado los 360 millones a nivel mundial. Sin embargo, se cree que con acciones preventivas se puede disminuir el 50% de los casos de pérdida de audición.

Así mismo, existen algunas enfermedades y otros efectos negativos sobre la salud causados por la exposición a niveles altos de ruido ambiental más allá de la pérdida auditiva. Algunos de estos son alteraciones del sueño, enfermedades cardiovasculares, tinnitus, deterioro cognitivo en niños, interferencia en la percepción del habla, interferencia en el comportamiento social, entre otros. La carga ambiental de enfermedades se expresa a través de los años de vida ajustados por discapacidad, DALYs por sus siglas en inglés.

Por otra parte, algunos estudios realizados en diferentes países y analizados por la OMS (2018) indican que la mitad de la población entre 12 a 35 años se expone a niveles perjudiciales de ruido por el estilo de vida de hoy en día en cuanto a los dispositivos tecnológicos. Dichos estudios afirman que exponerse a más de 85 dB durante ocho horas, o 100 dB durante 15 minutos pueden producir daños auditivos permanentes.

2.3.4. Percepción de niveles de ruido

La Figura 2 muestra diferentes actividades que pueden generar ambientes con diferentes niveles de ruido que pueden causar molestias y efectos dañinos sobre la salud de las personas.

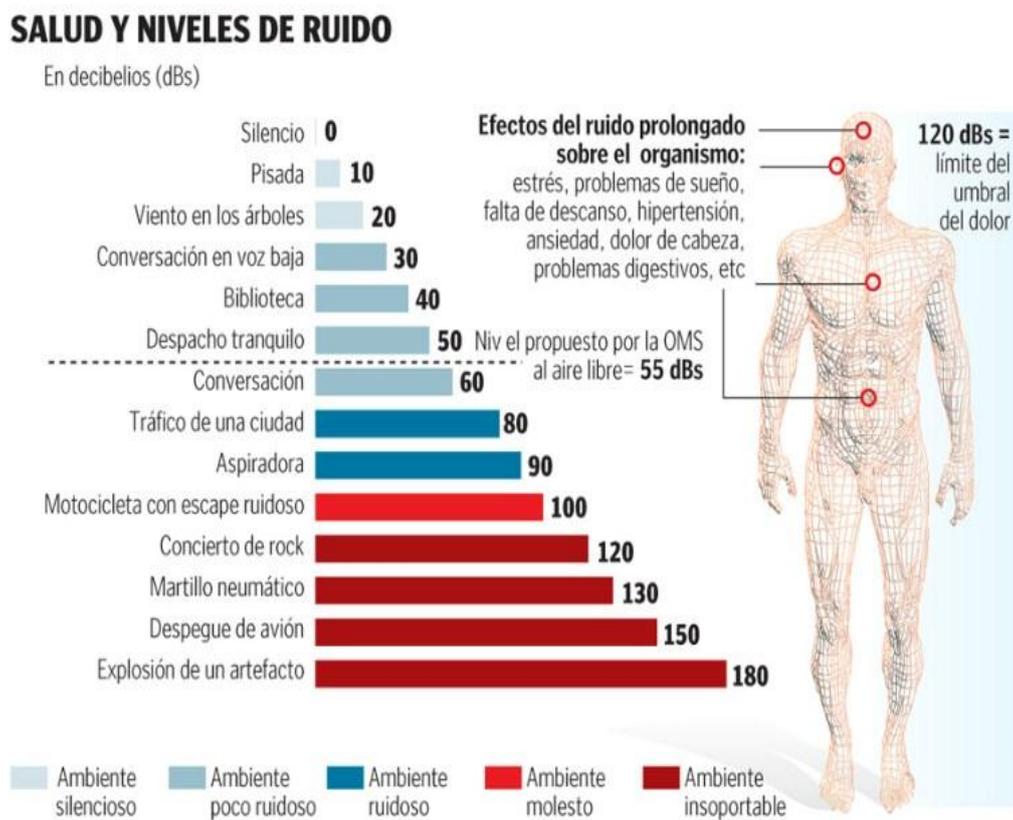


Figura 2 Salud y niveles de ruido

Tomado de cortinas acústicas, 2018

2.4. Estaciones de medición de ruido

Por norma general, las estaciones de medición de ruido (Figura 3) constan de un micrófono Clase 1 para exteriores que capta la presión acústica del ambiente, un procesador del sonómetro que calcula los diferentes niveles de presión sonora según su programación, y una computadora que recopila los datos del sonómetro y los sube a la red interna de la Secretaría de Ambiente.

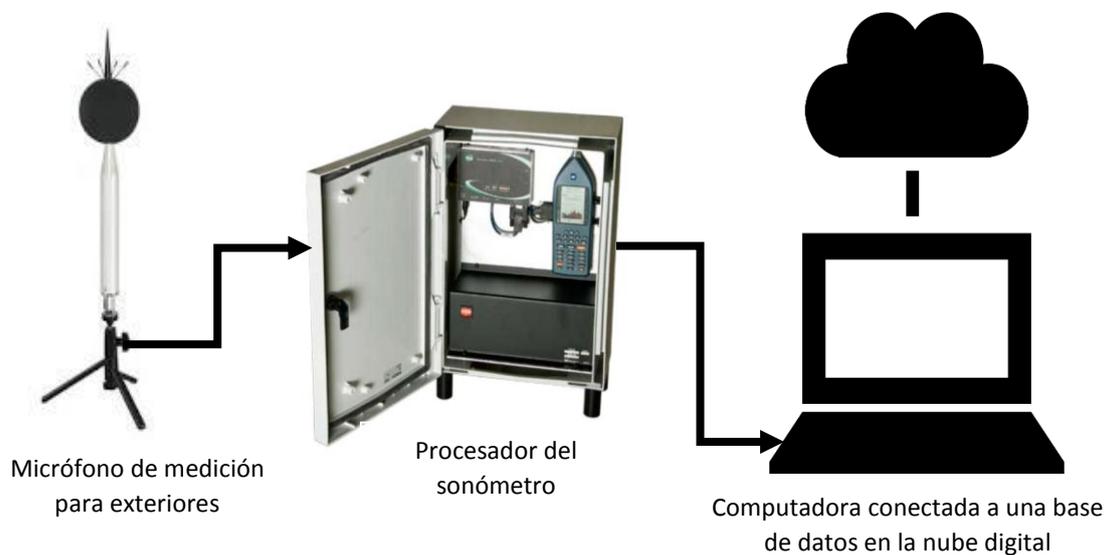


Figura 3. Diagrama de una estación de medición de ruido ambiental

2.5. Conceptos generales

2.5.1. Parque automotor

Muestra el número de vehículos registrados por las entidades estatales o municipales de una región determinada. Se registran datos sobre los vehículos, como el tipo, si es particular o público y el servicio que presta, entre otros.

2.5.2. Fluidez de tránsito vehicular (flujo de tráfico)

Puede referirse a la velocidad del tráfico o a la cantidad de vehículos que circulan por las vías públicas en un determinado tiempo, en este estudio se refiere al número de vehículos que se desplazan.

2.5.3. Variables:

Las variables utilizadas en este proyecto son de clase escalar, discreta y continua, como también de clase categórica nominal.

2.5.3.1. Variables escalares

Estas variables se identifican por ser métricamente medibles. Según Ruiz Maya Pérez & Martín-Pliego López, (2008) las variables escalares discretas pueden tomar valores limitados dentro de un rango determinado de los números reales,

mientras que las escalares continuas pueden tomar todos los valores dentro de dicho rango determinado.

2.5.3.2. Variables categóricas

Las categóricas son aquellas cuyos valores no pueden ser medidos cuantitativamente. De estas, las nominales se caracterizan por no poseer la propiedad de orden, y solo representar una característica cualitativa. A continuación, se observan en la tabla las diferentes variables encontradas en este estudio y su clasificación.

Tabla 2.

Variables utilizadas en este análisis

Variable	Tipo	Clase
Nivel Sonoro Continuo Equivalente Pond. A (LAeq)	Numérico	Escalar
Nivel Sonoro Equivalente Día (Ld)	Numérico	Escalar
Nivel Sonoro Equivalente Noche (Ln)	Numérico	Escalar
Nivel Sonoro Equivalente Percentil 10% (L ₁₀)	Numérico	Escalar
Nivel Sonoro Equivalente Percentil 90% (L ₉₀)	Numérico	Escalar
Parque Automotor	Numérico	Escalar
Índice Medio Diario del Flujo de Tránsito	Numérico	Escalar
Fecha del Muestreo	Numérico	Nominal
Hora del día de la muestra	Numérico	Nominal
Horario de Día o Noche	No Métrico	Nominal
Hora Pico o Normal	No Métrico	Nominal
Día de la semana del Muestreo	No Métrico	Nominal
Mes del Muestreo	No Métrico	Nominal
Día Laboral o Día de Fin de Semana	No Métrico	Nominal
Estación de Medición de Ruido Ambiental	No Métrico	Nominal

2.5.4. Estadística descriptiva

Es el proceso de recolectar, organizar y resumir cuantitativamente datos de una muestra. Se emplea para obtener tablas de resumen, con promedios, percentiles, conteos, entre otros, o una tener una visión más global de un conjunto de información trazando gráficas de tipo barra, lineal, box-plot, etc.

2.5.5. Correlación

Una correlación estadística es la comparación de datos entre dos variables para determinar el grado de intensidad y el sentido de la relación lineal entre estas variables. Al existir una correlación positiva entre ellas significa que al disminuir los valores de una de las variables lo hacen también los de la otra variable, y viceversa. En el caso de que el sentido de la correlación es negativo, entonces se entiende que la relación es inversamente proporcional, en otras palabras, al aumentar una variable, la otra disminuye. La intensidad de la correlación va indicar la proporcionalidad con que la variación de una variable va a variar el valor de la otra. La correlación entre dos variables numéricas se denomina comúnmente como el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente puede tomar valores entre -1 y +1.

2.5.6. Pruebas T de muestras independientes

IBM, en su Centro de Conocimientos en línea, define las Prueba T para muestras independientes como la comparación entre las medias de dos grupos de casos. Indica, además, que el procedimiento analiza dos grupos de casos de una variable de agrupación. La variable de agrupación puede tener valores

de cadena corta (como día y noche) o numéricos como 1 y 2, 10 y 20, etc. (IBM Knowledge Center, s.f.)

2.5.7. ANOVA de un factor

Es un análisis de varianza entre dos o más grupos de una variable independiente con relación a otra variable dependiente numérica. Sirve para determinar si existen diferencias estadísticamente significantes entre las medias de estas variables y sus subgrupos. Debido a que esta prueba solamente indica si existen las diferencias, es necesario aplicar otras pruebas denominadas Post Hoc.

2.5.8. Pruebas post Hoc

Según IBM, estas pruebas son herramientas de análisis que identifican subconjuntos homogéneos de medias que no se diferencian entre sí. Consisten en comparaciones múltiples por parejas, las cuales contrastan la diferencia entre cada pareja de medias. Se genera una matriz de resultados que indica las medias de grupo significativamente diferentes a un nivel alfa de 0,05 mediante un signo de asterisco. El método de las pruebas utilizadas en este estudio es el de Tukey, el cual realiza el estadístico del rango estudentizado en todas las comparaciones por pares entre los grupos (IBM Knowledge Center, s.f.).

2.5.9. Regresiones lineales

Statistics Solutions (2013) indica que la regresión lineal es un análisis predictivo básico y comúnmente utilizado en la estadística. Tiene dos objetivos: definir si las variables independientes son buenos predictores de la variable resultante dependiente; y examinar que variables son predictores significantes de las variables resultantes, y qué impacto tienen sobre ellas. Esto es indicado por la magnitud y signo de las betas estimadas. La ecuación de una regresión simple entre una variable dependiente y una independiente es la siguiente: $y = c + b \cdot x$, donde 'y' es el resultado para la variable dependiente estimada, 'c' es una constante, 'b' es el efecto que tiene la variable sobre la regresión y 'x' es el valor de la variable independiente.

3. Capítulo III. Descripción de la situación actual

3.1. Ruido de tráfico de Quito

La actividad comercial de la ciudad de Quito lleva asociada distintas fuentes de ruido que junto al ruido de tráfico se suman al ruido ambiental. No obstante, en sectores netamente residenciales el ruido ambiental puede llegar también a ser muy elevado, debido a la intensidad del flujo de tráfico en la ciudad.

Actualmente el Departamento de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de Las Américas está desarrollando una campaña de concienciación sobre la problemática del ruido urbano. Dicha campaña se inició el 27 de abril del 2017 con motivo de la celebración del Día Internacional de Concienciación sobre el Ruido. El mencionado departamento de la UDLA realizó el mapa de ruido de la ciudad de Quito, en donde se pueden consultar

los niveles de ruido generados aplicando el modelo predictivo RLS90 para ruido de tráfico.

En los últimos años, ha habido algunos cambios que se relacionan con la reducción del ruido ambiental, como el cierre del antiguo aeropuerto Mariscal Sucre y el uso de la canción del gas en los vehículos de distribución de gas. El antiguo aeropuerto ubicado en el centro norte de la ciudad fue cerrado en febrero 2013, con la apertura del nuevo aeropuerto en las afueras de la ciudad. En diciembre del 2016 se implementó la canción del gas para los camiones distribuidores de este producto de uso doméstico con el objetivo de reducir molestias con un sonido más agradable para el oído. Según el reportaje del diario El Comercio (2016), la canción está diseñada para no superar los 60 decibeles.

3.2. La red metropolitana de monitoreo atmosférico de Quito (REMMAQ) y sus estaciones de mediciones de ruido ambiental

Según el último informe anual de la calidad del aire, ICA 2017, la red de monitoreo, que comenzó a funcionar en el año 2003 dispone de registros de información validados desde enero de 2004, y de acuerdo con las bases de datos obtenidas para este estudio de parte de la Secretaría del Ambiente, los niveles de presión sonora equivalentes horarios se han registrado desde el año 2011 hasta el presente año. En el informe ICA 2017 se menciona en un solo párrafo el hecho de que los subsistemas de la REMMAQ registran la concentración de ruido ambiental además del resto de contaminantes del aire y principales variables meteorológicas. En ninguna otra sección de ese informe se vuelve a tratar sobre el tema, por lo tanto, no se ofrece información a la ciudadanía sobre niveles de contaminación acústica de ningún tipo.

Según este informe mencionado, el municipio dispone de cinco estaciones, que fueron ubicadas de acuerdo con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) (EPA. 40CFR58, Apéndice E) y de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, No. 8). La denominación de las estaciones y sus ubicaciones son las siguientes:

- Estación Jipijapa: Secretaría de Ambiente - calle Río Coca, entre Isla Fernandina e Isla Genovesa,
- Estación El Camal: Patronato San José - calle Manuel Navarro e Hinostroza
- Estación Centro: Secretaría de Movilidad - calle García Moreno y Simón Bolívar,
- Estación Cotocollao: calle Santa Teresa # 70-121 entre Ignacio Loyola y Alfonso del Hierro
- Estación Carapungo: edificio de Andinatel - calle Jaime Roldós y Carihuairazo.

Cabe mencionar que las estaciones de monitoreo con capacidad de medir niveles de presión sonora son solamente tres. Los equipos para medir el ruido han sido movidos entre estaciones a lo largo de los años. Actualmente se encuentran en las estaciones El Camal, Carapungo y Centro.

Los modelos de los equipos, denominados estaciones de monitoreo de ruido, que posee la Secretaría de Ambiente de Quito son: SVANTEK SV210C, SVANTEK SV212, SVANTEK SV200, y Delta Ohm HD2110.

La SV200 y la SV210 son estaciones fijas de monitoreo permanente de ruido, mientras que las SV212 y la HD2110 son estaciones portátiles que pueden ser implementados como fijas. Todos son sonómetros de Clase 1 de acuerdo con la norma IEC 61672-1:2002. Esta clasificación garantiza la precisión de las mediciones que puedan realizar los equipos.

3.3. Descripción de las estaciones de mediciones de ruido de la REMMAQ

La disposición de los aparatos de medida es fundamental para la evaluación y comparación objetiva de los datos obtenidos entre distintas estaciones de medida. Dado que en Ecuador no existe normativa de referencia en cuanto a esto, se ha considerado la directiva europea para evaluar la corrección de la ubicación de la instrumentación.

Según la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, la altura del punto de evaluación del nivel de presión sonora equivalente recomendada para la ubicación de un sonómetro es a $4,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ (3,8 m-4,2 m) sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta al ruido.

De acuerdo con la Secretaría de Ambiente las estaciones de monitoreo en la REMMAQ se dispusieron de acuerdo con los Criterios de ubicación de la sonda y la ruta de monitoreo para la supervisión de la calidad del aire ambiente: 40

CFR Apéndice E de la parte 58, y por la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos – OMM-Nº 8. En este estudio, el análisis físico de cada estación verificó que las alturas de estas estaciones cumplen con el rango recomendado de 2 a 15 metros de altura.

3.3.1. Estación El Camal

Esta estación está ubicada en un antiguo hospital abandonado. El uso del suelo de este sector es de tipo comercial-residencial, y la estación se ubica en las proximidades de una calle secundaria no muy transitada. Los equipos se encuentran a la altura de un cuarto piso, aproximadamente a unos 10 metros del nivel de la calle. Esto se evidencia en la Figura 4. Las posibles fuentes de ruido de este sector son el tráfico vehicular, tráfico peatonal, actividad comercial a nivel de la calle y actividades en residencias como reproducción de música.



Figura 4. Vista de los alrededores de la estación El Camal

3.3.2. Estación Carapungo

Esta estación está ubicada encima de un edificio de CNT, en una calle secundaria en la zona comercial-residencial de Calderón. Los equipos se encuentran a la altura de un tercer piso, aproximadamente a unos 7.5 metros del nivel de la calle, como se evidencia en la Figura 5. Las posibles fuentes de

ruido de este sector son el tráfico vehicular, tráfico peatonal, actividad comercial a nivel de la calle y actividades en residencias como reproducción de música. Detrás de este centro existe una bodega comercial en donde se realizan operaciones de carga y descarga de camiones de 3 ejes.

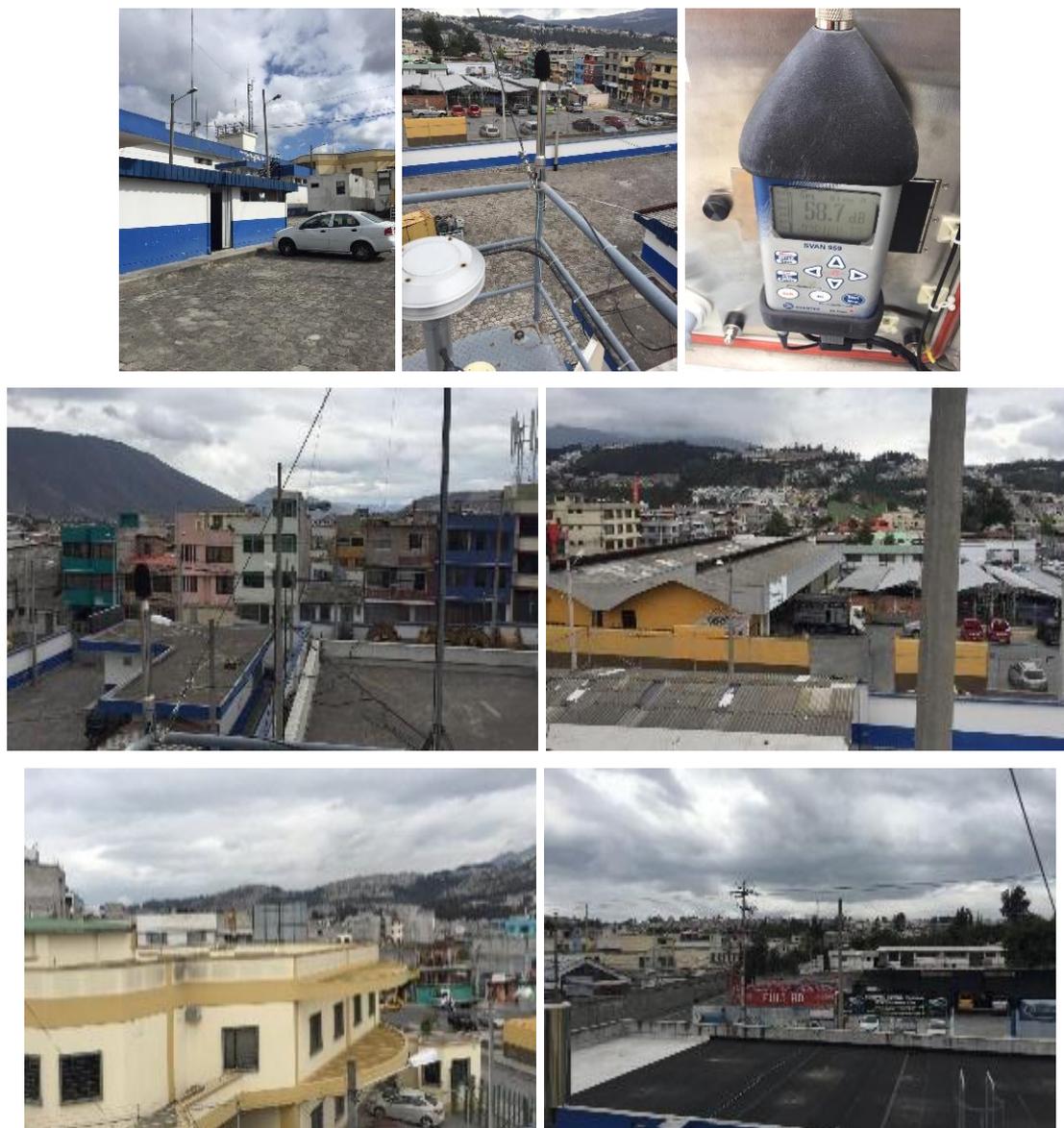


Figura 5. Vista de los alrededores de la estación Carapungo

3.3.3. Estación Centro

Las Figuras 6 y 7 muestran a la estación Centro ubicada encima del edificio de la Secretaría de Movilidad de Quito, en el 5to piso. Los equipos de medición de ruido SV210 se encuentran aproximadamente a 12.5 metros de altura desde el suelo. El edificio en donde se sitúa es antiguo y por ende sus paredes son de un grosor mayor a medio metro. La estación está situada en una posición céntrica en la cuadra, en una terraza de fácil acceso para los empleados de la Secretaría. Las calles alrededor de esta estación son peatonales en su mayoría, como se puede observar en la Figura 8. A diferencia de las demás estaciones de medición de ruido, ésta se encuentra a lado de una plaza al aire libre del tamaño de una cuadra – ver Figura 9.



Figura 6. Equipo de medición de ruido SV210 en la estación Centro



Figura 7. Vista desde la estación Centro a sus alrededores



Figura 8. Vista de las calles alrededor de la estación de mediciones Centro



Figura 9. Vista de la estación de mediciones Centro desde la plaza ubicada a lado de la fachada del edificio

3.3.4. Estación Cotocollao

La estación Cotocollao se encuentra sobre el edificio de la Casa Somos Cotocollao en medio de una cuadra dentro de una zona netamente residencial, como se distingue en las Figuras 10 y 11. A pesar de esto, tiene un flujo de tráfico moderado, con rutas de autobús que circulan por las calles colindantes a la cuadra donde está ubicada la estación. En la Casa Somos Cotocollao se realizan diferentes actividades educativas complementarias como clases de natación, guitarra, danza y tareas dirigidas, por lo que el ruido generado en el sitio puede verse reflejado en las mediciones de esta estación. El terreno tiene un espacio amplio de áreas verdes alrededor de la estación, y, además, tiene

una inclinación de aproximadamente 30° , lo cual lo ubica al sonómetro a una mayor distancia de las viviendas y calles del lado inferior. Este aumento en la distancia entre fuente y receptor puede influenciar notoriamente a las mediciones de ruido.



Figura 10. Vista panorámica desde la estación Cotocollao a sus alrededores



Figura 11. Vista de las calles de los alrededores de la estación Cotocollao

3.3.5. Estación Jipijapa

En las Figuras 12 y 13 se observa la ubicación y condiciones del sector de la estación Jipijapa. A diferencia de las demás estaciones esta se encuentra en un segundo piso, sin embargo, el micrófono del sonómetro se ubicaba en un pedestal que alcanzaba a aproximadamente 5.5 metros sobre el suelo. Este sonómetro es el que presenta una ubicación más adecuada para el monitoreo de ruido ambiental por encontrarse a unos metros de la calle, por lo que sus niveles se deben interpretar como los más adecuados para reflejar la afección de las viviendas más expuestas para este tipo de sector comercial-residencial. Existen otros factores del sitio que podrían influenciar los niveles obtenidos en esta estación, como son el espacio abierto del patio de estacionamiento del terreno en donde se halla, y la presencia de árboles altos a dos de sus lados, que podrían estar atenuando el ruido que percibe el sonómetro. La calle Río Coca, que es la más cercana, es una de las más transitadas en el sector Norte-Centro de la ciudad por lo que el ruido de tráfico se interpreta como la mayor fuente de ruido.



Figura 12. Vista de la estación de mediciones Jipijapa y sus alrededores



Figura 13. Vista de las calles de los alrededores de la estación Jipijapa

3.4. Informes anuales de la Secretaría del Ambiente y el uso de las bases de datos de los niveles de presión sonora del ruido ambiental

En el informe ICA del año 2011 se publicaron los niveles de ruido globales de cada estación, e inclusive se graficaron las variaciones entre los niveles de ruido de hora a hora para cada día de la semana. En los informes ICA de los años 2012 y 2014 también se volvieron a publicar brevemente los promedios globales de los niveles de ruido para dichos años. A parte de eso, no se ha vuelto a publicar en estos informes ningún dato relacionado con niveles de ruido, ni de las estaciones, a pesar de que éstas están equipadas adecuadamente para medir ruido ambiental.

En el Atlas Ambiental Quito Sostenible 2016, publicado por el Municipio de Quito, se indican los niveles de ruido medidos en las estaciones de monitoreo durante los años 2012 y 2014. Los valores que se reflejan en el citado informe superan tanto en horarios nocturnos como diurnos a los promedios guías establecidos por la OMS que en ese entonces eran de 55 dBA durante el día y 45 dBA para la noche. Posteriormente afirman que bajo otras normativas de regiones similares al de Quito, si se cumple con los promedios guías de niveles de ruido que según estas otras normas van entre 65 y 75 dB para ruido ambiental diurno, y entre 55 a 70 dB para el horario nocturno. Estas normativas supuestamente vigentes de ciudades similares de la región no fueron identificadas ni citadas en la publicación.

Actualmente, los registros de ruido ambiental son descargados de los equipos a través del sistema en red y archivados digitalmente en la Secretaría de Ambiente. Los registros se pueden solicitar directamente de la Secretaría de Ambiente mediante oficio, ya que los registros son de uso público según la misma Secretaría. Según fuentes de la Secretaría, a pesar de la existencia de

estos datos, no hay una indicación, pedido o solicitud por parte de las autoridades para realizar ningún tipo de análisis ni publicación de los registros, con la excepción del uso de los registros recientes de las estaciones en funcionamiento para el mapa de ruido oficial que la Secretaría está desarrollando. Se pueden utilizar a las mediciones de ruido recientes de las diferentes estaciones para la verificación de los niveles generados por el modelo predictivo de ruido de tráfico que emplean para el desarrollo del mapa.

3.4.1. El Parque Automotor de Quito

La Dirección de Registro y Administración Vehicular de la Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito tienen registros de los números de vehículos revisados y registrados anualmente. Estos datos permiten observar el crecimiento vehicular en el distrito, y estimar el número de vehículos que circulan por la ciudad. El último dato que se tiene es que en el 2017 se registraron 442785 vehículos en el distrito.

4. Capítulo IV. Metodología

4.1. Tipo de Investigación:

Este proyecto se realiza a través de una investigación cuantitativa, que consiste en el análisis de los datos numéricos obtenidos en las estaciones de monitoreo de ruido ambiental. Estos datos vienen expresados en niveles de presión sonora, medidos de manera objetiva y representados numéricamente en decibeles. El estudio consiste en generar estadísticas descriptivas, correlaciones, comparaciones y regresiones lineales de los niveles de presión sonora, agrupados y promediados categóricamente por estaciones, horas, días,

meses, años, y horarios diferentes, como horas pico de tránsito, horario diurno y nocturno, entre otros. La interpretación de resultados se lleva a cabo a través de un estudio inferencial de los valores numéricos.

4.2. Procedimientos:

Se inicia este proyecto obteniendo los registros de niveles de ruido ambiental recopilados en la base de datos de la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. Estos corresponden a aquellos valores medidos a través de un sonómetro en cada uno de cuatro centros de mediciones ambientales en diferentes sectores de la ciudad (Centro, Jipijapa, Carapungo, El Camal) y que han estado operando desde años anteriores, midiendo el LAeq en modo Slow, las 24 horas del día, todos los días. Cabe destacar que no todos los centros han estado operando a la vez durante estos años, sea porque se averiaron, se cambiaron de localización, estaban en mantenimiento, se enviaron a calibrar, etc. Por esta razón en los registros se encontraron espacios en blanco o con banderas de ND, lo que implica falta de información. Los cálculos realizados en este estudio no tomaron en cuenta estos vacíos en las bases de datos.

La estrategia metodológica para la toma de medidas se denomina metodología estática. Se caracteriza por proporcionar una información exhaustiva sobre el ruido medio, lo que la hace muy adecuada para este estudio de la evolución temporal del ruido ambiental.

El valor LAeq es el parámetro más importante y frecuentemente utilizado en la representación y evaluación del ruido ambiental, especialmente del tráfico rodado. Los sonómetros integradores son los equipos de medición ideales ya que permiten obtener directamente este valor. De la misma manera, en la

Agencia Metropolitana de Tránsito, se solicitaron y fueron entregados los registros del crecimiento vehicular de Quito desde el 2011 hasta el 2017, también denominados 'parque automotor anual'. Estos datos sirven para analizar la existencia de una correlación entre el crecimiento vehicular anual de Quito y la variación de los niveles sonoros de ruido en cada estación.

Después de ordenar y promediar logarítmicamente los datos según el centro de medición y los períodos temporales deseados en Microsoft Excel, se procede a tabular y graficar los datos para comparar sus valores de manera visual. Para esto, las bases de datos se importan al software IBM SPSS Statistics, que permite calcular igualdades de medias, correlaciones y regresiones de los datos categorizados por parámetros temporales. También se correlacionan las variaciones de niveles de ruido ambiental anuales con las del crecimiento vehicular de Quito.

Complementario a esta última correlación, se realiza también una comparación entre la variación de la Intensidad Media Diaria del flujo de tráfico con la variación de los niveles sonoros equivalentes de ruido ambiental de cada estación. Esto sirve para evaluar la correlación entre los patrones temporales identificados en los niveles de ruido y los patrones de la variación del parque automotor de Quito a nivel horario durante las 24 horas del día de cada día de la semana. Para esto se usaron los valores de intensidad media diaria de vehículos para vías secundarias por administración zonal publicados por Parra (2014).

La documentación, resultado de este estudio, incluye el valor de las medidas en cada uno de los puntos de muestreo y en cada período de medida, con indicación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq) y la distribución estadística de los niveles.

Finalmente, se detallan por escrito las conclusiones observadas y proyecciones considerables para futuros casos de estudios relacionados.

5. Capítulo V. Resultados

5.1. Resultados de los Niveles Percentiles de Ruido

En la base de datos obtenida de la Secretaría de Ambiente, cada registro de los LAeq representa la energía acústica acumulada durante cada hora de medición en el sector de cada estación de medición correspondiente. Consecuentemente, los L_{10} y L_{90} son indicadores de la energía acústica a la cual la población ha sido expuesta al pasar por los sectores de las estaciones de mediciones.

Durante el horario diurno, el cual consta de 15 horas, el L_{90} representa un período de 13.5 horas, y el L_{10} uno de 1.5 horas. Por otro lado, durante el horario nocturno que consta de 9 horas, el L_{90} representa un período de 8.1 horas, y el L_{10} uno de 0.9 horas. Esto quiere decir que, para cada estación en el horario diurno, durante 13 horas y media se han tenido niveles superiores al valor del L_{90} correspondiente, y que durante 1 hora y media se han tenido niveles superiores al valor del L_{10} correspondiente. Por lo tanto, durante 12 horas los niveles han estado entre los L_{90} y L_{10} correspondientes a cada estación. De la misma manera, para cada estación en el horario de la noche, durante 8 horas y 6 minutos los niveles de ruido han tenido valores mayores al L_{90} correspondiente, y durante 54 minutos los niveles han sido mayores al valor del L_{10} correspondiente; o, en otras palabras, durante 7 horas, 12 minutos los niveles han fluctuado en un rango entre los valores de los L_{90} y L_{10} correspondientes de cada estación.

En la Tabla 3 se observan los L_{90} y L_{10} calculados por año y estación de monitoreo durante el horario del día, y en la Tabla 4 los L_{90} y L_{10} del horario de la noche, calculados de la misma manera.

Se puede observar que existen rangos de variación de niveles entre el L_{90} y el L_{10} , dependiendo de la estación. En el Camal, el promedio de esta variación ha sido de 4.79 dBA en el día y 11.10 dBA en la noche. La estación Carapungo presenta variaciones de 3.75 dBA en el día y 8.50 dBA en la noche. En la estación Centro, estas variaciones han sido de 8.35 dBA en el día y 7.80 dBA en la noche. Cotocollao ha tenido variaciones de 8 dBA en el día y 13.55 dBA en la noche. Y en Jipijapa las variaciones han sido de 5.04 dBA en el día y 9.59 dBA en la noche.

Tabla 3.

Niveles percentiles de ruido en horario del día, calculados por año y estación de monitoreo

Estación	Percentiles	LAeq durante el Día							
		Año							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Camal	L_{90}	61.60	61.10	60.80	60.52			52.30	51.86
	L_{10}	65.70	65.63	65.10	67.30			62.98	56.90
Carapungo	L_{90}					55.90	56.50	59.30	59.30
	L_{10}					60.20	61.30	62.10	62.50
Centro	L_{90}	53.80	53.10	51.20	51.46	52.00	52.00	51.80	51.90
	L_{10}	62.10	61.90	58.50	58.37	60.69	60.40	62.10	59.10
Cotocollao	L_{90}							48.70	48.10
	L_{10}							56.50	56.29
Jipijapa	L_{90}	61.39	61.38	60.07	61.10	60.60	58.65	58.81	60.13
	L_{10}	66.90	66.40	64.53	65.14	66.09	62.77	63.86	65.29

Tabla 4.

Niveles percentiles de ruido en horario de la noche, calculados por año y estación de monitoreo

Estación	Percentiles	LAeq durante la Noche							
		Año							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Camal	L ₉₀	52.40	51.50	51.30	51.80			46.94	44.80
	L ₁₀	62.30	62.00	61.80	64.23			61.15	56.50
Carapungo	L ₉₀					46.50	47.60	55.40	55.40
	L ₁₀					58.10	59.30	60.60	60.80
Centro	L ₉₀	48.10	47.18	45.60	45.62	47.20	46.10	46.10	46.10
	L ₁₀	57.67	54.20	52.10	52.91	53.11	54.40	55.20	56.10
Cotocollao	L ₉₀							39.60	39.30
	L ₁₀							52.90	53.10
Jipijapa	L ₉₀	55.80	57.90	55.50	52.76	52.60	51.40	51.36	51.38
	L ₁₀	63.50	63.40	62.60	62.20	63.80	61.13	63.52	63.03

Las estaciones del Camal, Centro y Cotocollao presentan niveles de L₉₀ inferiores a los límites para el bienestar de la salud. No sucede lo mismo al analizar los L₁₀, ya que ninguna estación llega a los niveles recomendados por la OMS. En la estación Cotocollao ha habido niveles L₉₀ en horas de la noche inferiores a los 45 dBA recomendados por la OMS.

Para el resto del estudio se han realizado promedios logarítmicos de los NPS agrupados por los diferentes períodos de tiempo y estaciones de mediciones, con la finalidad de evaluar los niveles de presión sonora a los que está expuesta la población, teniendo en cuenta el efecto del ruido de tráfico y ruido de fondo con mayor equidad. Se hace esto ya que tanto el L₉₀ como el L₁₀ podrían representar situaciones extremas de molestias en cuanto al ruido ambiental.

5.2. Resultados sobre la evolución de niveles de ruido ambiental

Se han generado diferentes bases de datos para analizar los promedios, agrupando los registros en diferentes períodos de tiempo, como son año, mes, día de la semana, hora, días laborales, días de fin de semana, horas pico, horas normales, período día y período noche. A continuación, se presentan estos datos gráficamente o mediante tablas, y se realiza el respectivo análisis.

5.2.1. LAeq (estación y año)

En la Tabla 5 se observan los promedios anuales de LAeq para cada estación. Se muestra que a nivel global la tendencia de los niveles de ruido ha sido disminuir a través de los años desde el año 2011 hasta el 2018. Existe la excepción de esta tendencia en la estación de Carapungo en donde ha sucedido lo contrario, y que los niveles han ido aumentando desde el año 2015 hasta el 2018. La variación de estos niveles no ha superado una diferencia de más de 10 dB en ninguna de las estaciones. De año a año la variación entre los promedios globales de ruido ha fluctuado entre menos de 1 dB hasta aproximadamente 4 dBs, la mediana entre estos valores es 0.86 dBs lo cual representa una variación del 1.4% del nivel de ruido.

Tabla 5.

LAeq por estación y año

Estación	Año							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Camal	62.96	62.99	62.42	64.00			58.98	55.46
Carapungo					57.58	58.52	60.20	60.17
Centro	61.64	60.60	57.29	59.26	59.18	57.44	57.36	57.75
Cotocollao							54.26	52.44
Jipijapa	63.69	63.45	61.81	62.50	64.13	60.45	61.24	61.70

A continuación, se grafican los promedios anuales de LAeq para cada estación.

Se observa que en la estación de Cotocollao se presentaron los niveles más bajos, entre 52 y 54 dBs, mientras que en Jipijapa y El Camal se registraron los más ruidosos, entre 61 y 64 dBs. La disminución en niveles durante los últimos dos años en la estación del Camal se podría atribuir al cierre de las instalaciones de la Unidad de Salud del Patronato Municipal San José Sur en las calles Navarro e Hinostraza. El cierre, según el Diario El Comercio (2015), fue a finales del año 2014 debido a daños estructurales causados por sismos. Se puede ver en la Figura 14 como los niveles en general tienden a bajar, y es más notorio desde el año 2015.

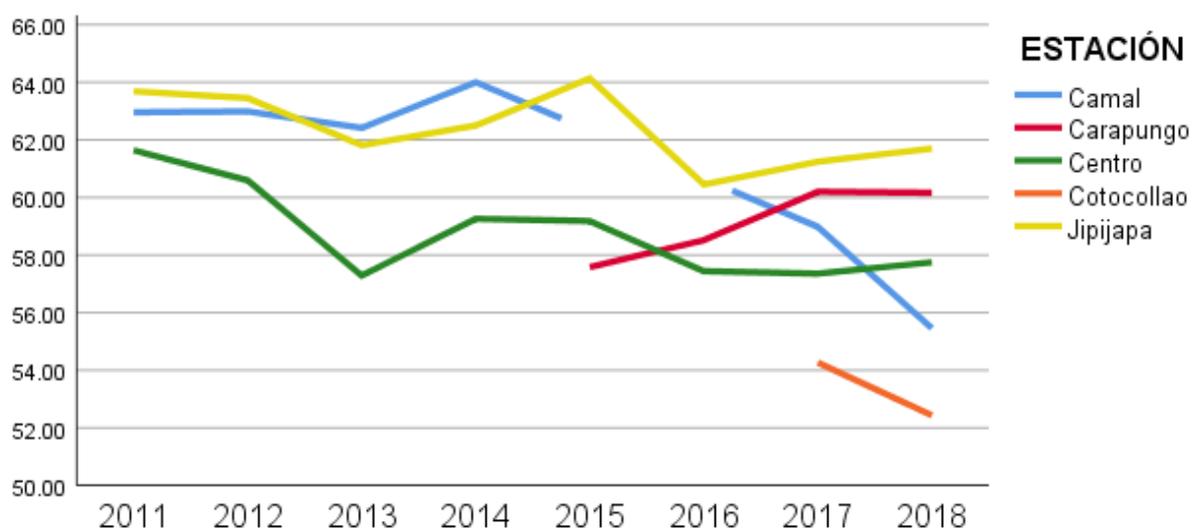


Figura 14. LAeq por estación y año

5.2.2. LAeq (horas, estaciones y años)

A continuación, están tabulados los datos correspondientes a los LAeq promediados por horas anualmente desde el 2011 al 2018 para cada estación de medición.

Tabla 6.

LAeq por horas, estaciones y años desde el 2011 al 2018

Hora	Estación	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Camal	56.2	55.75	57.89	61.86			54.93	47.54
	Carapungo					53.04	56.01	58.26	58.78
	Centro	61.76	55.86	53.25	52.65	54.88	51.51	53.07	54.3
	Cotocollao							45.09	44.31
	Jipijapa	60.35	61.48	58.91	57.55	58.12	56.89	58.81	56.45
2	Camal	55.32	54.43	56.35	61.82			54.72	48.8
	Carapungo					52.16	54.22	57.46	57.58
	Centro	60.59	51.48	49.92	49.93	50.3	50.24	52.1	54.77
	Cotocollao							43.02	43.09
	Jipijapa	58.28	59.63	57.21	56.97	56.48	54.94	57.63	55.5
3	Camal	55.05	53.92	54.92	61.26			54.24	47.32
	Carapungo					51.37	53.54	57.13	57.64
	Centro	53.4	49.57	48.09	49.47	50.14	49.55	51.19	52.8
	Cotocollao							43.11	43.62
	Jipijapa	58.67	59.14	56.05	55.32	56.16	54.83	57.36	55.81
4	Camal	54.5	53.41	53.89	61.08			54.56	51.52
	Carapungo					50.64	53.27	56.83	56.92
	Centro	50.87	50.22	48.42	48.34	49.25	50.16	51.01	51.99
	Cotocollao							43.97	43.5
	Jipijapa	58.64	59.28	57.87	55.15	55.93	54.94	57.29	56.45
5	Camal	55.8	55.29	55.21	61.4			55.97	55.67
	Carapungo					51.58	53.46	56.95	57.26
	Centro	55.77	54.59	50.64	50.12	48.99	50.06	51.06	52.46
	Cotocollao							49.14	49.86
	Jipijapa	59.8	59.85	59.19	56.23	59.21	58.07	60.38	60.33
6	Camal	59.29	59.76	59.04	62.23			57.72	56.13
	Carapungo					54.22	55.41	58.04	58.36
	Centro	57.37	54.81	53.73	51.78	52.8	55.1	54.88	55.04
	Cotocollao							51.44	51.63

	Jipijapa	61.23	60.99	59.99	58.48	60.72	59.04	63.52	60.93
7	Camal	63.15	63.06	62.91	64.49			58.27	55.76
	Carapungo					58.02	58.81	60.44	60.37
	Centro	55.41	54.48	52.8	53.46	54.88	55.8	54.17	54.44
	Cotocollao							55.68	54.3
	Jipijapa	64	63.68	62.33	62.38	64.05	61.3	61.7	63.43
8	Camal	63.55	63.35	63.42	64.75			59.32	55.88
	Carapungo					59.86	59.84	60.8	60.44
	Centro	56.68	58.97	54.63	55.12	55.76	55.46	57.4	54.45
	Cotocollao							57.22	55.95
	Jipijapa	64.59	64.63	63.65	63.52	64.54	61.71	62.13	63.05
9	Camal	63.86	63.13	63.2	64.44			60.08	55.99
	Carapungo					58.29	58.93	60.64	60.58
	Centro	57.18	57.61	55.09	55.59	55.95	55.69	58.74	55.71
	Cotocollao							57.06	58.49
	Jipijapa	64.92	64.77	63.22	64.42	64.65	61.49	61.92	62.85
10	Camal	64.63	64.05	63.27	64.79			59.91	55.98
	Carapungo					58.35	58.84	60.41	60.42
	Centro	60.94	58.75	56.46	57.72	59.53	56.33	58.39	55.75
	Cotocollao							58.01	56.2
	Jipijapa	65.13	64.66	62.97	63.7	64.59	61.55	61.81	62.68
11	Camal	64.89	64.59	63.98	64.9			59.82	56.05
	Carapungo					58.88	59.11	60.77	60.81
	Centro	61.88	62.02	59.69	59.32	60.61	57.96	59.37	57.17
	Cotocollao							56.57	53.4
	Jipijapa	64.78	64.74	63.42	63.93	64.83	62.76	61.95	63.18
12	Camal	64.32	64.18	63.82	64.71			60.3	56.22
	Carapungo					59.24	59.25	60.91	61.12
	Centro	62.45	64.02	61.15	60.27	61	57.58	59.44	57.88
	Cotocollao							55.65	52.59
	Jipijapa	64.73	64.85	62.55	63.85	64.7	61.55	61.38	62.37
13	Camal	64.7	64.38	64.26	65.69			59.83	55.79
	Carapungo					59.12	59.61	61.06	61.26
	Centro	64.07	64.23	61.55	62.55	62.57	57.92	58.74	58.62
	Cotocollao							58.28	51.52
	Jipijapa	64.63	64.67	63.45	63.76	65.35	61.32	61.39	62.52
14	Camal	65.48	65.1	63.87	65.48			60.17	60.7
	Carapungo					59.38	59.75	61.02	61.2
	Centro	64.05	62.86	59.89	63.02	61.52	62.01	58.17	59.15
	Cotocollao							53.79	52.02
	Jipijapa	65.81	64.79	62.43	63.78	67.12	61.39	61.81	62.45
15	Camal	64.74	64.49	64.55	65.93			62.54	57.94
	Carapungo					59.18	59.62	61.25	61.03

	Centro	62.94	62.59	59.04	63.18	62.15	62.26	60.47	61.57
	Cotocollao							55.93	53.08
	Jipijapa	65.05	64.95	62.43	64.06	67.29	62.34	62.68	62.99
16	Camal	65.42	64.66	66.12	66.61			60.96	58.59
	Carapungo					59.07	59.41	61.25	61.51
	Centro	61.95	63.28	60.4	62.04	61.32	61.6	60.24	62.96
	Cotocollao							56.82	54.06
	Jipijapa	66.8	64.78	62.8	65.95	67.03	61.76	62.1	62.93
17	Camal	64.27	65.46	64.86	65.35			60.63	57.53
	Carapungo					58.73	59.5	61.32	61.29
	Centro	60.99	63.03	58.41	61.17	59.59	58.08	59.56	58.14
	Cotocollao							54.98	54.35
	Jipijapa	65.02	64.26	62.64	63.8	67	61.75	62.23	63.28
18	Camal	64.39	64.96	63.54	65.23			60.31	57.01
	Carapungo					59.26	60	61.73	61.66
	Centro	61.65	63.09	58.19	60.85	59.45	57.22	59.36	58.92
	Cotocollao							54.48	53.01
	Jipijapa	64.92	63.69	62.8	63.08	66.1	61.42	62.02	63.37
19	Camal	64.71	64.62	63.36	64.27			59.76	54.74
	Carapungo					59.29	60.39	61.62	61.78
	Centro	61.08	61.15	59.05	59.56	60.95	56.69	59.44	56.68
	Cotocollao							52.9	51.27
	Jipijapa	64.85	64.16	62.81	63.3	66.17	61	61.82	62.98
20	Camal	64.04	64.45	63.03	63.82			60.36	53.85
	Carapungo					59.49	60.4	60.88	60.78
	Centro	62.2	61.9	58.33	58.2	59.89	57.65	57.27	58.97
	Cotocollao							51.74	50.11
	Jipijapa	63.89	63.19	61.77	63.1	64.65	60.82	61.66	62.87
21	Camal	63.12	64.08	61.93	62.92			57.79	51.92
	Carapungo					57.15	59.96	60.73	60.37
	Centro	65.19	62.85	57.11	60.14	60.52	59.23	56.04	62.14
	Cotocollao							49.77	49.88
	Jipijapa	63.2	62.83	61.93	62.79	63.29	60.59	61.5	62.6
22	Camal	61.94	61.98	60.6	62.09			56.86	51
	Carapungo					55.97	58.22	59.96	59.86
	Centro	64.88	60.51	56.64	62.71	60.44	59.01	54.16	58.09
	Cotocollao							50.35	47.34
	Jipijapa	62.04	62.55	61.01	61.93	62.57	59.94	61.05	60.28
23	Camal	60.21	63.15	59.35	61.74			57.38	49.81
	Carapungo					54.87	57.92	59.71	58.97
	Centro	64.97	59.01	54.07	61.02	61.78	55.56	55.5	54.62
	Cotocollao							52.61	46.18
	Jipijapa	61.43	61.42	60.41	60.9	60.85	58.77	59.79	58.46

24	Camal	59.15	58.97	58.78	61.21			55.9	48.01
	Carapungo					54.51	56.78	59.72	58.4
	Centro	61.34	56.47	53.19	55.82	58.12	51.68	53.68	54.18
	Cotocollao							50.67	43.81
	Jipijapa	60.82	60.78	59.15	61.04	59.09	57.92	59.14	57.23

Las siguientes figuras muestran el comportamiento de los LAeq promediados por horas anualmente desde el 2011 al 2018 para cada estación de medición.

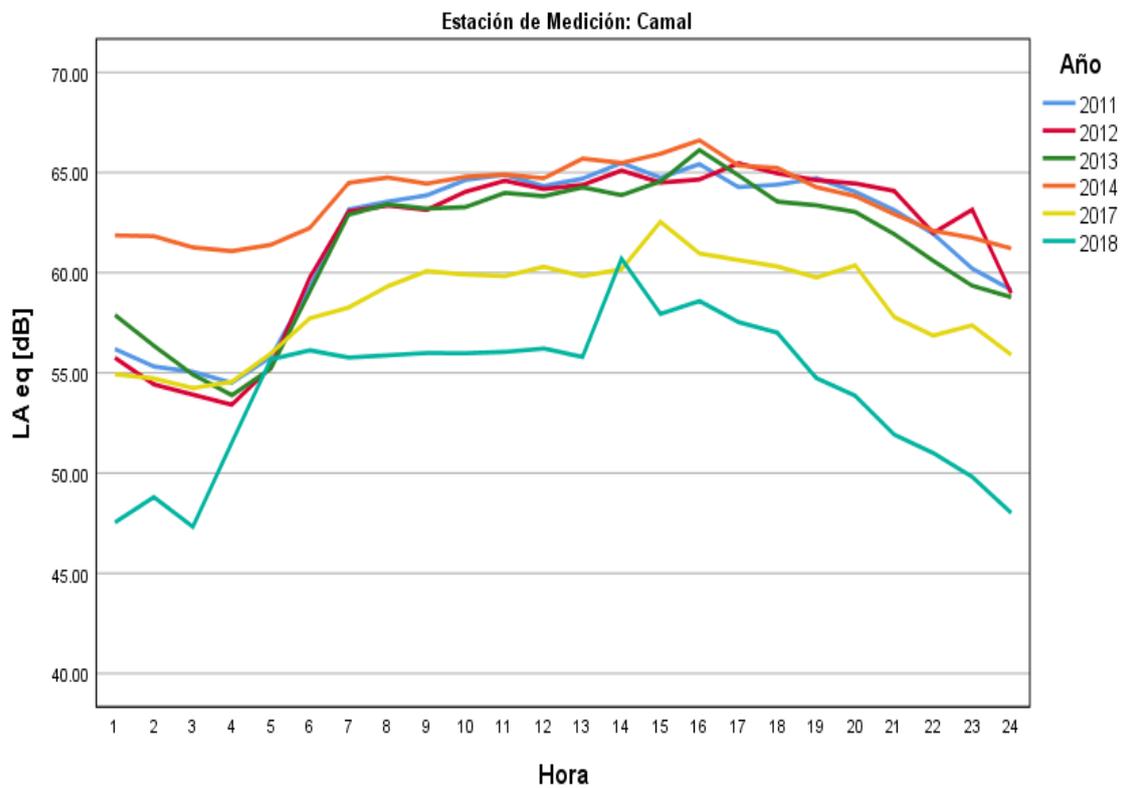


Figura 15. LAeq por hora de cada año en la estación El Camal

Se observa en la Tabla 6 y la Figura 15 como los niveles de ruido han ido disminuyendo desde el 2011 hasta el 2018, con la excepción del año 2014, cuando volvieron a subir y hasta superaron todos los niveles de ruido anteriores durante las 24 horas. El comportamiento de la variación de niveles por horas es el esperado al tener niveles más bajos durante horas de la madrugada y noche. Se observa que durante los años 2011 hasta el 2014 el aumento de ruido de la mañana se produce entre las 5 y 7 a.m., mientras que durante el 2017 y 2018 sucede desde más temprano, empezando a las 4 de la mañana. En el 2018 la hora pico más alta fue a las 2 de la tarde, en el 2017 a las 3 de la tarde, y en años anteriores a las 4 p.m. En la mayoría de los años la hora con menos ruido ha sido entre las 3 y 4 a.m.

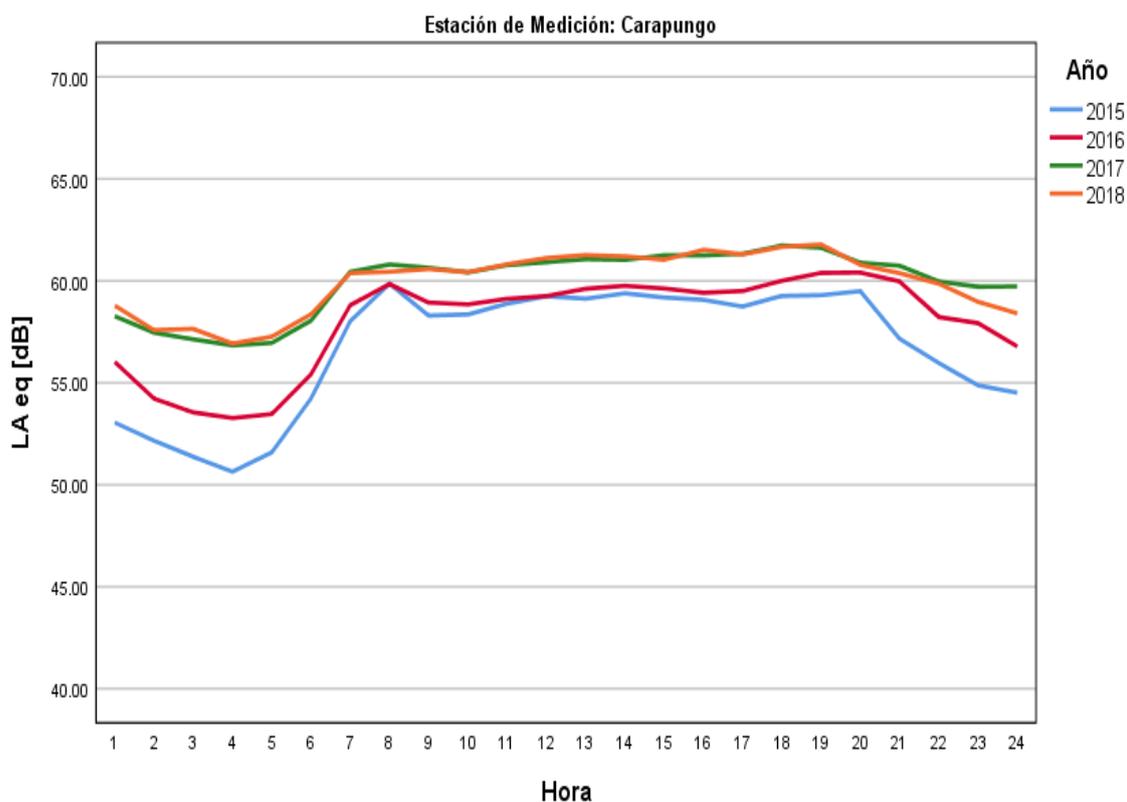


Figura 16. LAeq por hora de cada año en la estación Carapungo

La Figura 16 muestra que en general durante las 24 horas los niveles de ruido han subido desde el 2015 hasta el 2017 y se han mantenido durante el 2018. Se observa un comportamiento esperado en las variaciones de niveles durante las 24 horas, ya que en horas de la noche hay niveles menores, y durante el día son mayores. Los niveles más bajos corresponden a las horas entre 3 y 5 de la mañana, mientras que desde las 5 hasta las 8 a.m. se observa un incremento en el ruido medido hasta llegar a un nivel estable que perdura durante el día con leves aumentos durante horas pico, entre las 7 y 9 de la mañana, y entre las 5 y 7 de la tarde.

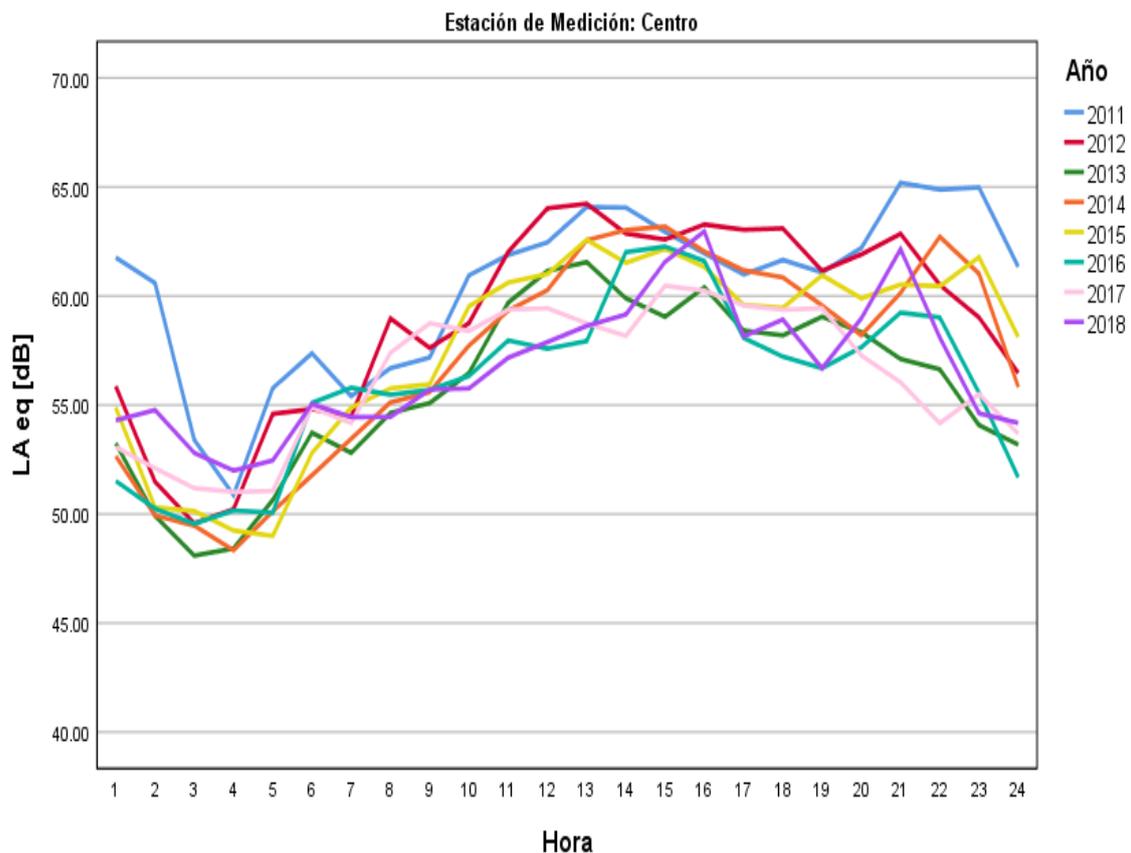


Figura 17. LAeq por hora de cada año en la estación Centro

Entre los valores de LAeq por hora de cada año en la estación Centro se puede distinguir un comportamiento del ruido distinto a las anteriores estaciones analizadas. Si se observa pormenorizadamente la Figura 17, se aprecia que los niveles de ruido, a pesar de tener un comportamiento general esperado para las 24 horas, fluctúan bastante entre las horas. Estas variaciones esporádicas parecen ser de entre 1 y 3 dB. Cabe destacar que en horas de la noche y las primeras horas de la madrugada los niveles de ruido permanecen medios-altos. En los años intermedios (2014, 2015 y 2016) de este análisis, se produce un descenso de los niveles de ruido entre 5 y 10 dBs, dependiendo de la hora. Sin embargo, en los últimos 2 años los niveles han vuelto a subir un par de decibeles, aunque no se llegan a alcanzar los valores medidos en el año 2011. Como regla general, podemos afirmar que el nivel de ruido aumenta desde las 4 de la mañana hasta aproximadamente las 13 horas del mediodía.

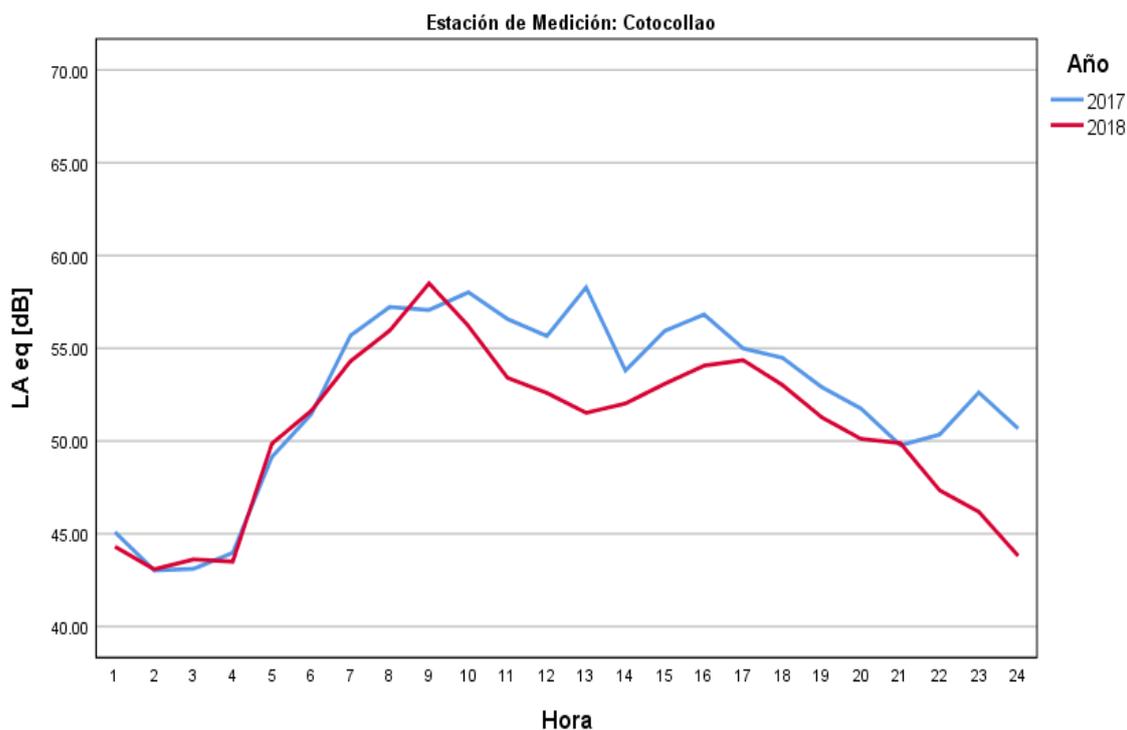


Figura 18. LAeq por hora de cada año en la estación Cotocollao

La Figura 18 representa la estación que ha registrado los niveles más bajos durante las 24 horas. Durante ambos años mostrados en la citada figura, se han presentado niveles en horas de la madrugada, desde la 1 hasta las 4 a.m., inferiores a los 45 dBs. Las horas pico parecen estar entre las 7 y 10 de la mañana, y luego de 3 a 5 de la tarde. En el 2017, el periodo del mediodía hasta la 1 p.m. se presentó como una hora pico también.

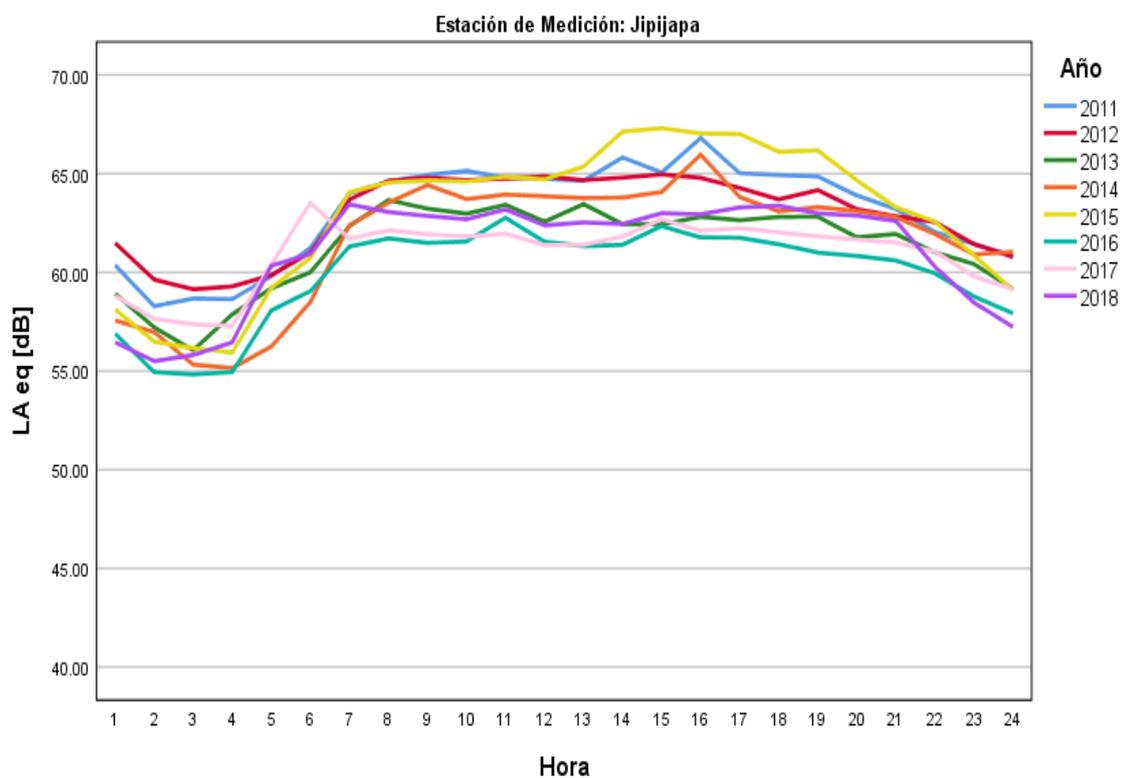


Figura 19. LAeq por hora de cada año en la estación Jipijapa

En Figura 19, que muestra los LAeq por hora en la estación Jipijapa, se identifica un comportamiento esperado de la variación entre los niveles de ruido durante las 24 horas. Esta estación de mediciones presenta los niveles más altos de todas las estaciones evaluadas. Ni siquiera en horas de la madrugada

en ningún año se ha bajado de la recomendación de la OMS, estando los niveles sobre los 55 dBs, un valor que ya resulta molesto para horas del día, y que es mucho más perturbador durante la noche y madrugada. El comportamiento de la variación de ruido ha sido muy similar durante todos los años, únicamente ha ido fluctuando en un rango de aproximadamente 5 dBs. Durante la madrugada, desde las 4 hasta las 7, aumentan los niveles hasta estabilizarse durante la mañana para luego volver a aumentar a eso de las 3 o 4 p.m. El año que registra mayores niveles fue en el 2015 desde las 2 hasta las 7 de la tarde con más de 65 dBs. El año menos ruidoso registrado ha sido el 2016 en casi todas las 24 horas, presentando unas horas pico a las 11 a.m. y a las 3 p.m. con unos 63 dBs.

5.2.3. Análisis comparativo de promedios globales anuales entre estaciones mediante la prueba ANOVA de un factor

La Tabla 7 muestra los valores obtenidos del análisis ANOVA de un factor realizado entre los promedios globales de cada año para cada estación. Los promedios anuales varían generalmente entre 1,2 y 3,2 dBs, dependiendo de la estación. La diferencia entre el menor promedio y el mayor promedio de LAeq entre todas las estaciones es de 12 dB.

Tabla 7.

Valores Descriptivos de los promedios anuales entre las estaciones

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Camal	6	61.1336	3.26837	1.33431	57.7036	64.5635	55.46	64.00
Carapungo	4	59.1170	1.28885	.64443	57.0661	61.1678	57.58	60.20
Centro	8	58.8130	1.64616	.58201	57.4367	60.1892	57.29	61.64

Cotocollao	2	53.3507	1.29132	.91310	41.7486	64.952	52.44	54.26
Jipijapa	8	62.3723	1.29476	.45777	61.2899	63.454	60.45	64.13
Total	28	59.9805	3.02035	.57079	58.8093	61.151	52.44	64.13

Como se observa en la Tabla 8, el valor de significancia de la prueba ANOVA resultó ser menor a 0.01, lo cual indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los promedios anuales LAeq de las diferentes estaciones. Esto no indica cuales de los grupos de la variable independiente son las que varían. Para esto se realizaron las pruebas post Hoc de Tukey posteriormente.

Tabla 8.

Resultados de la prueba ANOVA entre LAeq anuales y las estaciones de mediciones

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	155.541	4	38.885	9.854	.000
Within Groups	90.766	23	3.946		
Total	246.307	27			

5.2.3.1. Pruebas post Hoc

La Tabla 9 presenta los resultados de las pruebas post Hoc, mediante las que se comparan los promedios anuales de LAeq de cada grupo de la variable independiente con los valores de los demás grupos. De esta manera se puede observar cuales grupos de la variable independiente se diferencian de los demás. La estación de Cotocollao presenta valores de significancia menores a 0,05 con respecto a todas las demás estaciones, por lo que se considera que esta estación influye sobre los valores de LAeq. Mientras que para las demás

estaciones se demuestra que los promedios son muy similares por lo que no influyen significativamente como variables independientes a los valores de LAeq.

Tabla 9.

Comparaciones múltiples por la prueba de post Hoc de LAeq anuales entre las estaciones de mediciones

Tukey HSD

(I) # ESTACION		Mean Difference (I-J)		Sig.	Interval	
		(I-J)	Std. Error		Lower Bound	Upper Bound
Camal	Carapungo	2.01661	1.28231	0.529	-1.7739	5.8071
	Centro	2.32062	1.07285	0.229	-0.8508	5.4920
	Cotocollao	7.78292*	1.62200	0.001	2.9882	12.5776
	Jipijapa	-1.23874	1.07285	0.776	-4.4101	1.9326
Carapungo	Camal	-2.01661	1.28231	0.529	-5.8071	1.7739
	Centro	0.30401	1.21650	0.999	-3.2920	3.9000
	Cotocollao	5.76631*	1.72039	0.021	0.6808	10.8518
	Jipijapa	-3.25535	1.21650	0.089	-6.8514	0.3407
Centro	Camal	-2.32062	1.07285	0.229	-5.4920	0.8508
	Carapungo	-0.30401	1.21650	0.999	-3.9000	3.2920
	Cotocollao	5.46230*	1.57050	0.016	0.8199	10.1047
	Jipijapa	-3.55935*	0.99327	0.012	-6.4955	-0.6232
Cotocollao	Camal	-7.78292*	1.62200	0.001	-12.5776	-2.9882
	Carapungo	-5.76631*	1.72039	0.021	-10.8518	-0.6808
	Centro	-5.46230*	1.57050	0.016	-10.1047	-0.8199
	Jipijapa	-9.02166*	1.57050	0.000	-13.6641	-4.3792
Jipijapa	Camal	1.23874	1.07285	0.776	-1.9326	4.4101
	Carapungo	3.25535	1.21650	0.089	-0.3407	6.8514
	Centro	3.55935*	0.99327	0.012	0.6232	6.4955
	Cotocollao	9.02166*	1.57050	0.000	4.3792	13.6641

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

La Tabla 10 muestra las agrupaciones generadas por la prueba post Hoc para cada estación. En esta tabla se muestran dos grupos, el primero en donde la estación Cotocollao se halla separada por tener un LAeq menor a los de las otras estaciones. Esto podría indicar que el sitio de la estación es muy diferente

de los sitios de las demás estaciones de ruido, y por lo tanto deberá ser analizado para averiguar qué otros elementos y condiciones influyen sobre los niveles de ruido medidos allí.

Tabla 10.

Agrupaciones generadas por la prueba post Hoc - Tukey

Tukey HSD ^{a,b}			
# ESTACION	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Cotocollao	2	53.3507	
Centro	8		58.8130
Carapungo	4		59.1170
Camal	6		61.1336
Jipijapa	8		62.3723
Sig.		1.000	.099

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

En la Figura 20 se representa la variación de los promedios totales de LAeq entre cada estación. Se observa que la estación Jipijapa presenta los NPS más altos, seguida por El Camal, luego casi por igual por las estaciones Carapungo y Centro, y finalmente por la estación Cotocollao, que es la que tiene el promedio más bajo. Se distingue la mayor diferencia entre la estación Cotocollao y la Jipijapa con aproximadamente 9 dBs.

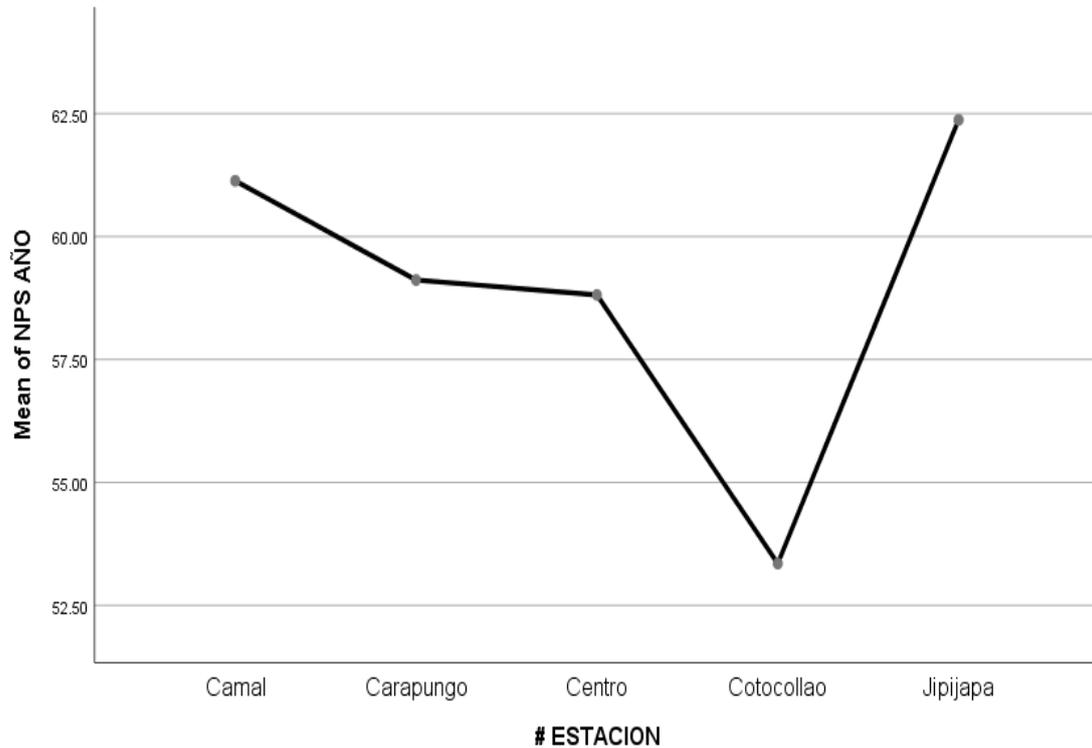


Figura 20. Variación de promedios totales entre cada estación

5.2.4. LAeq (estaciones, años, días, horas)

Se observa en la Figura 21 la variación del sonido durante las 24 horas de cada día de la semana, separados por estaciones. Cada año está representado por una línea de color diferente. Se puede apreciar una disminución acusada de los NPS en las horas de la madrugada y de la noche, y un aumento durante horas del día. Las estaciones presentan variaciones de niveles promedios durante horarios diurnos y nocturnos desde pocos decibeles como en la estación Carapungo, hasta grandes incrementos como en Cotocollao o Jipijapa donde se aprecian diferencias de entre 15 a 20 dBs entres los niveles máximos y mínimos por horas.

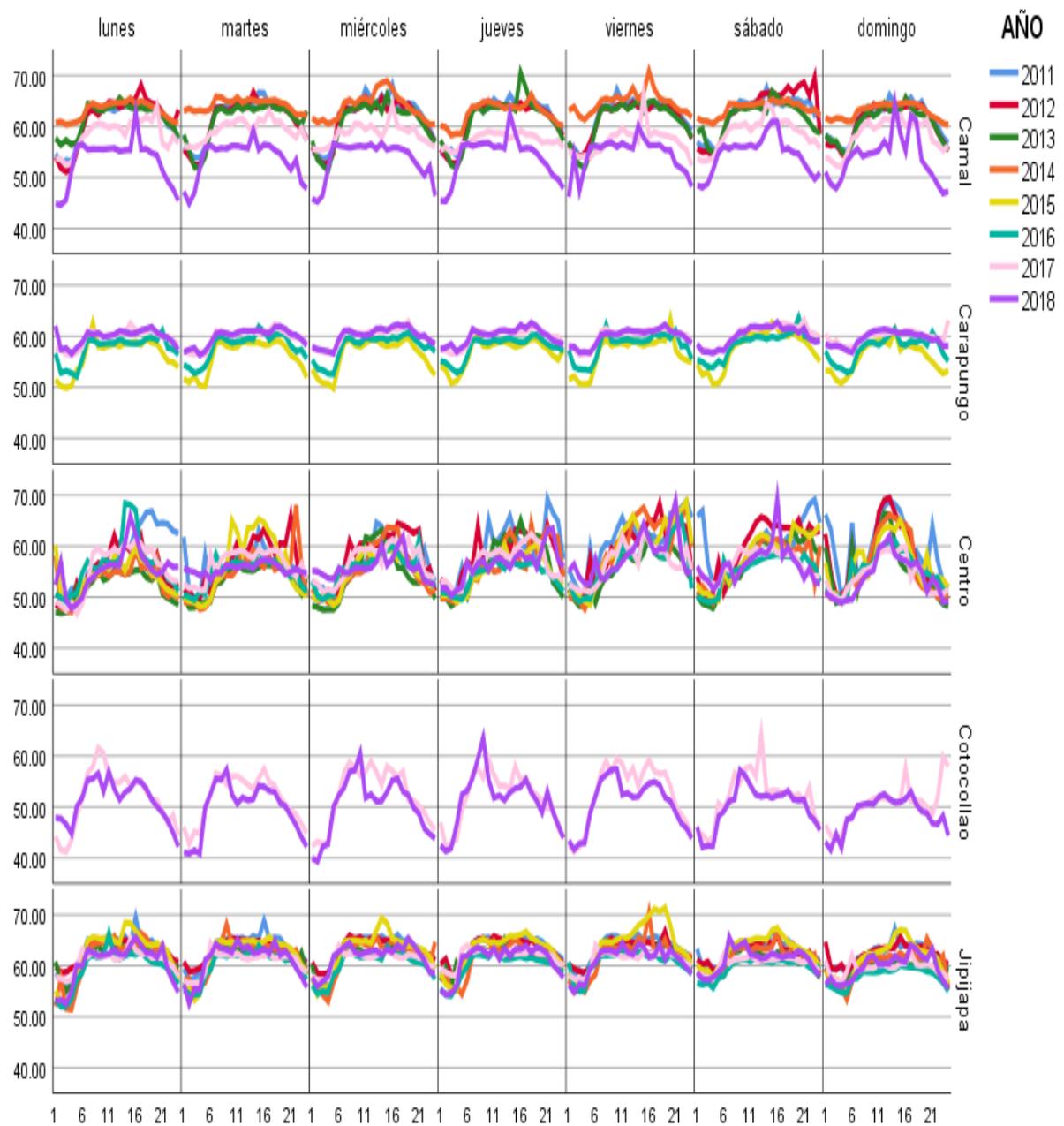


Figura 21. Comportamientos de los promedios de LAeq agrupados por estaciones, días, horas y trazados por años

5.2.5. LAeq (estaciones, horario día/noche y año)

Los siguientes datos representan los promedios anuales de LAeq agrupados por los horarios día y noche para cada estación de medición. La Tabla 11 y la Figura 22 muestran claramente que los valores de LAeq durante horarios día son mayores a los de horario noche, como es de esperar por haber mayor tránsito y actividad durante el día. Además, se distingue una diferencia aproximada entre los dos periodos que oscila entre 2 y 5 dBs. En la Figura 22 se observa como la variación de niveles tiene prácticamente el mismo comportamiento para ambos periodos, es decir, en un año al aumentar o disminuir el valor de LAeq para el horario día, el horario noche también aumenta o disminuye acorde al anterior horario. Esto es indicador de una relación directa entre estos horarios.

En cuanto a la evolución de los promedios anuales de niveles de ruido, en la estación El Camal se observa una disminución de casi 8 dBs en horario día y de 6 dBs en horario noche. En el 2014 llegó a los niveles más altos con 64.8 dBs en el día y 62 dBs en la noche, y en el 2018 a los más bajos con 56.56 dBs y 52.62 dBs para día y noche respectivamente. En la estación Carapungo los niveles subieron desde 58.8 dBs a 60.9 dBs en el día, y desde 53 dBs hasta 58 dBs desde el 2015 al 2018. Antes de eso no había un sonómetro en dicha estación de mediciones. La estación Centro registró los niveles más bajos para el horario día en el 2017 con 58.7 dBs y en el 2013 para el horario noche con 52 dBs. Durante ambos horarios, esta estación tuvo un nivel más alto en el 2011 con 62.4 dBs y 59.89 dBs respectivamente para los periodos día y noche.

La estación Cotocollao presenta una disminución de niveles de casi 2 dBs desde el 2017 al 2018. Con anterioridad a esto no hubo sonómetro en esta estación de mediciones. Entre todas las estaciones esta estación registró los

niveles más bajos en ambos periodos, con 53.7 dBs en el día y 48.6 dBs en la noche. Los niveles más altos entre todas las estaciones se registraron en la estación Jipijapa, con 65.5 dBs durante el día en el año 2015 y 61 dBs en el 2012 durante la noche.

Tabla 11.

LAeq por estación, horario día/noche y año

Estación	Horario	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Camal	Día	64.35	64.31	63.75	64.86			60.08	56.56
	Noche	58.60	59.08	58.45	62.03			56.20	52.62
Carapungo	Día					58.85	59.56	60.98	60.97
	Noche					53.98	55.93	58.48	58.37
Centro	Día	62.42	62.17	58.81	60.71	60.43	58.86	58.71	59.06
	Noche	59.89	54.98	52.07	54.55	55.69	52.90	53.26	53.97
Cotocollao	Día							55.57	53.73
	Noche							50.41	48.69
Jipijapa	Día	64.81	64.30	62.70	63.75	65.54	61.47	61.85	62.74
	Noche	60.72	61.06	59.45	58.96	59.74	57.93	60.01	59.13

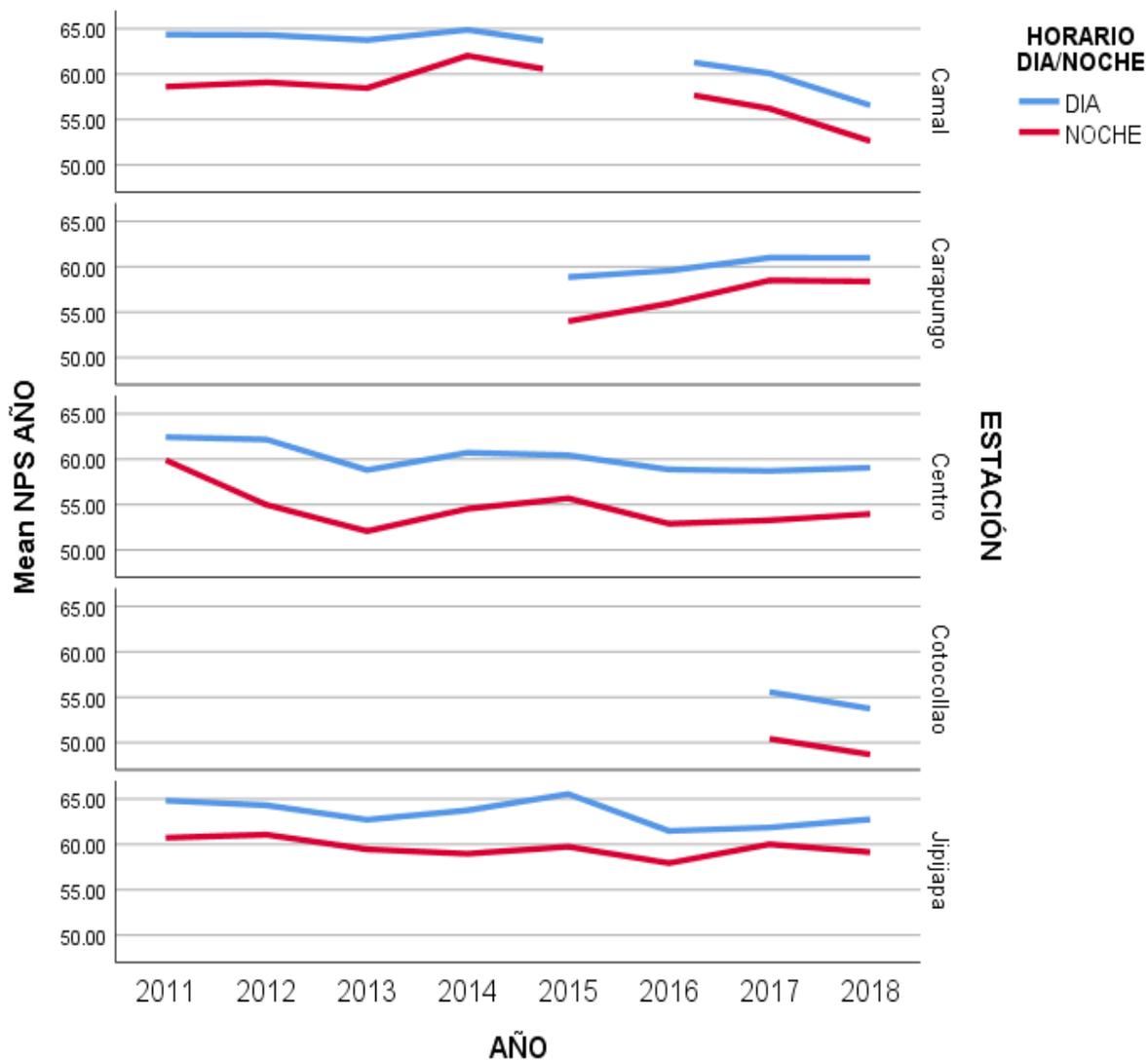


Figura 22. LAeq estación, horario día/noche y año

5.2.6. LAeq (día de semana – horario día/noche – año - estación)

A continuación, están tabulados y graficados los LAeq promediados por días de semana en horarios día/noche desde el 2011 al 2018 para cada estación de medición. Se evidencia en la Figura 23 y Tabla 12 que en general ha habido una disminución de niveles de ruido en la estación El Camal en los dos últimos

años, 2017 y 2018. En el 2014 se observa un aumento general para todos los días de la semana con respecto a años anteriores. Si se comparan los valores entre los días de semana, se observa que los domingos tienden a tener menores niveles de ruido, a excepción de algunos años, como en el 2014, en el que el promedio menor ya no fue en domingo sino en jueves y en el 2017 fue en viernes. En general para cada año, las variaciones de niveles entre los días de la semana han fluctuado dentro de un rango de 2 a 4 dBs.

Tabla 12.

LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación El Camal desde el 2011 al 2018

ESTACIÓN = Camal

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
lunes	63.70	58.09	64.45	58.81	63.58	59.41	64.25	61.35					60.51	56.11	56.21	52.35
martes	64.27	58.51	64.03	58.20	63.43	59.26	64.84	63.42					60.65	57.55	55.74	52.44
miércoles	64.85	58.25	63.97	58.69	63.45	57.68	65.77	61.60					59.99	56.83	55.34	52.87
jueves	64.16	58.73	63.83	58.38	64.86	58.01	64.07	60.64					58.23	56.20	56.68	52.85
viernes	64.50	59.10	63.77	58.61	63.72	58.27	66.23	63.04					59.53	54.58	56.39	53.30
sábado	64.97	59.47	66.17	61.96	64.01	58.84	64.44	62.12					60.77	56.21	57.04	52.68
domingo	63.84	57.76	63.20	57.05	63.00	57.19	63.88	61.43					60.45	55.36	58.01	51.66

a. ESTACIÓN = Camal

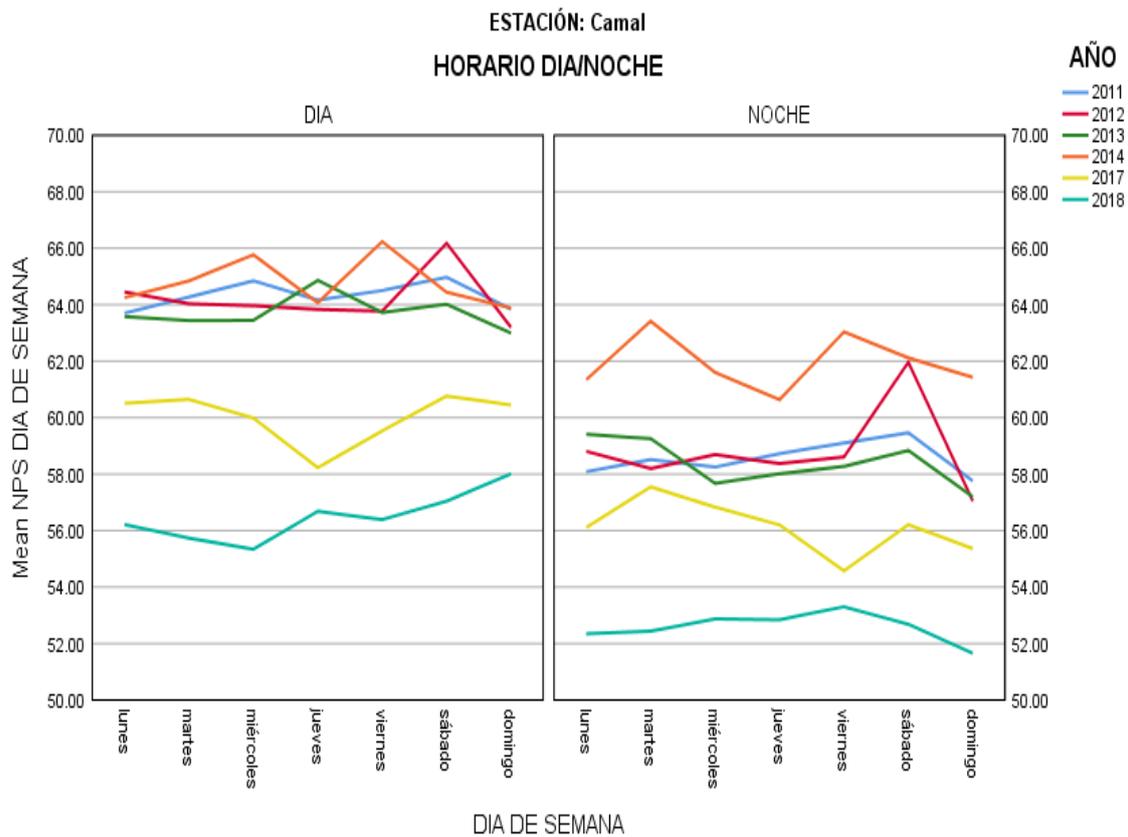


Figura 23. LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación El Camal desde el 2011 al 2018

En la estación de Carapungo vuelve a coincidir que los niveles de ruido han aumentado cada año. En la Tabla 13 y Figura 24 se distingue el sábado como el día más ruidoso, llegando hasta los 61.4 dBs. Los niveles del periodo noche en los últimos dos años (2017 y 2018), casi alcanzaron los niveles que había en los primeros dos años (2015 y 2016) durante el periodo día.

Tabla 13.

LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Carapungo desde el 2015 al 2018

ESTACIÓN = Carapungo

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
a																
lunes									58.73	53.88	59.10	55.81	60.73	58.16	60.67	58.93
martes									58.29	53.68	59.71	55.82	60.87	58.23	60.96	58.20
miércoles									58.49	53.77	59.47	56.02	61.08	58.25	61.15	58.49
jueves									58.59	55.14	59.19	56.10	60.87	58.25	61.06	58.63
viernes									59.10	54.07	59.83	56.03	61.00	58.52	61.00	58.28
sábado									60.27	54.05	60.21	56.45	61.76	58.27	61.40	57.95
domingo									58.07	52.97	59.26	55.20	60.43	59.48	60.50	58.01

a. ESTACIÓN = Carapungo

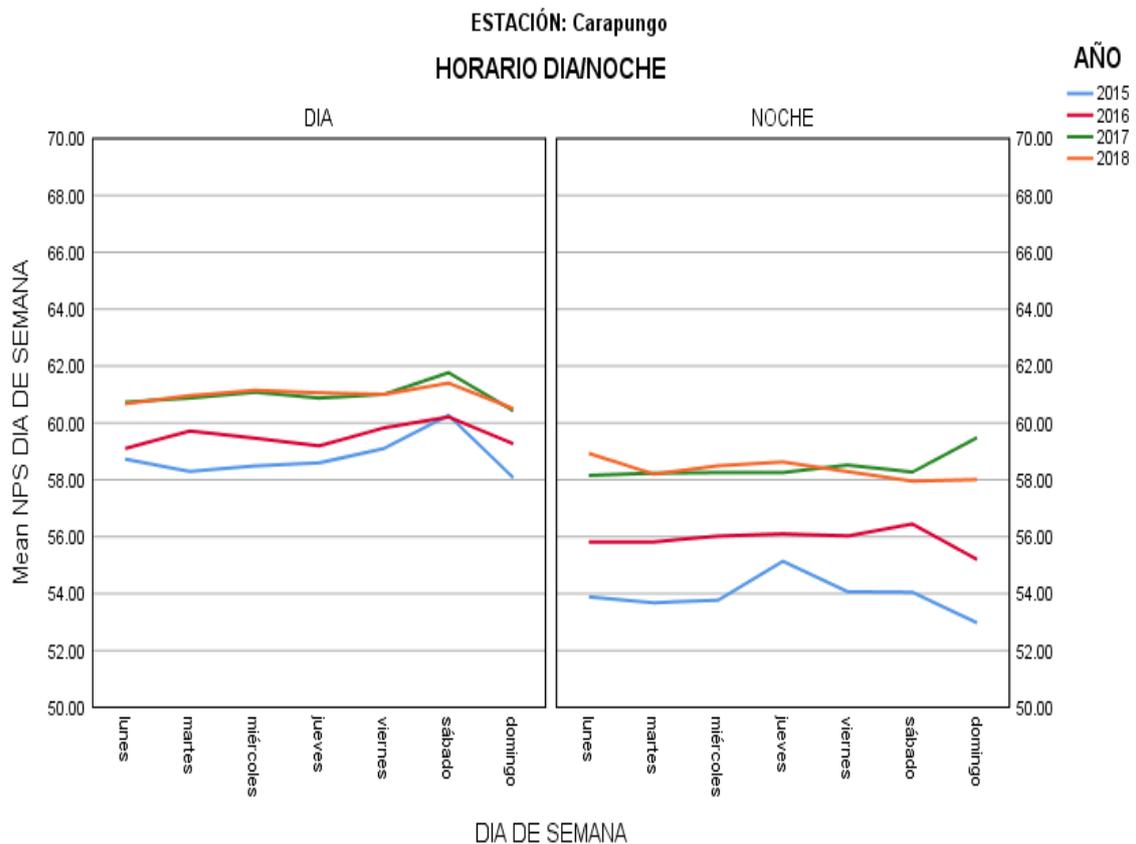


Figura 24. LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Carapungo desde el 2015 al 2018

En la Tabla 14 y Figura 25 se observan niveles muy dispares. De un día para otro puede haber una diferencia de unos 5 dBs, lo cual es bastante extraño ya que casi entre todos los días existen variaciones tan drásticas como esta. El único patrón que se repite es que el viernes es el día con mayores niveles de ruido, posiblemente por una mayor actividad en la población durante las 24 horas.

Tabla 14.

LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Centro desde el 2011 al 2018

ESTACIÓN = Centro

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
a																
lunes	62.71	57.25	58.37	51.08	54.11	49.36	55.32	51.91	56.17	53.57	62.08	52.64	59.01	50.48	58.85	53.42
martes	57.75	55.68	60.80	51.57	55.65	50.65	59.29	51.21	61.72	50.10	56.48	53.07	58.16	54.35	56.09	54.78
miércoles	59.92	52.90	61.67	52.30	58.65	49.61	59.56	50.68	57.53	50.83	57.75	52.87	59.38	52.84	57.40	54.31
jueves	63.28	57.53	61.25	54.63	60.89	51.22	60.31	54.50	57.82	51.30	56.12	51.51	59.38	53.58	58.85	54.30
viernes	63.73	61.98	63.52	56.61	58.23	51.52	64.07	59.67	63.50	60.49	60.64	54.16	59.30	54.21	61.83	54.90
sábado	62.29	63.76	63.44	57.66	60.28	54.23	59.73	54.01	61.01	58.00	57.25	53.15	58.32	54.23	60.35	54.41
domingo	64.14	60.66	63.74	56.30	60.04	54.71	61.95	51.08	60.55	54.22	57.95	52.36	56.93	51.81	57.27	49.87

a. ESTACIÓN = Centro

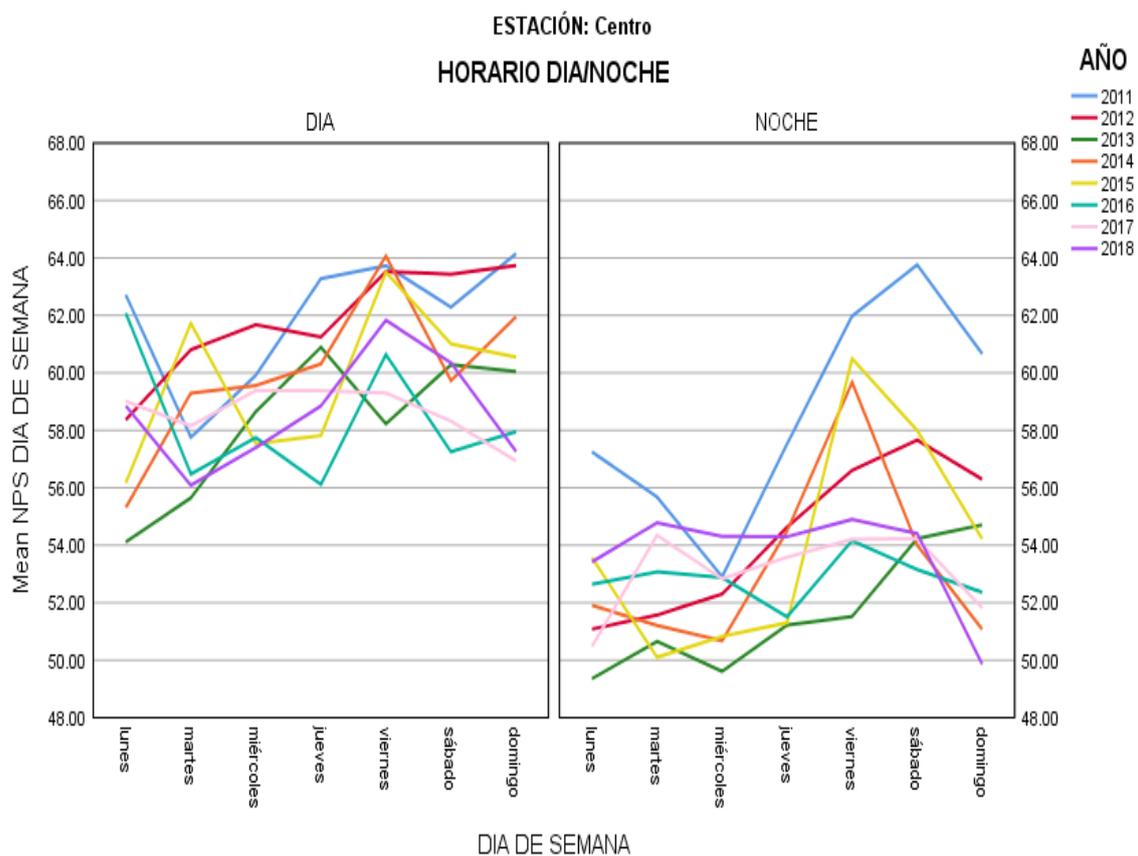


Figura 25. LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Centro desde el 2011 al 2018

Se puede observar en la Tabla 15 y Figura 26 que en la estación Cotocollao, en el 2017, los viernes y sábados registraron mayor ruido durante el día, y los domingos durante la noche. En el 2018 esto cambió por lo que en ambos horarios el día más ruidoso fue el jueves.

Tabla 15.

LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Cotocollao desde el 2017 al 2018

ESTACIÓN = Cotocollao

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
a																
lunes													56.07	49.80	53.74	49.68
martes													54.52	50.02	52.80	48.89
miércoles													56.19	49.95	54.48	48.39
jueves													55.25	49.91	55.75	50.06
viernes													56.85	49.79	53.93	49.05
sábado													56.49	48.15	53.05	47.07
domingo													51.97	53.33	50.74	46.45

a. ESTACIÓN = Cotocollao

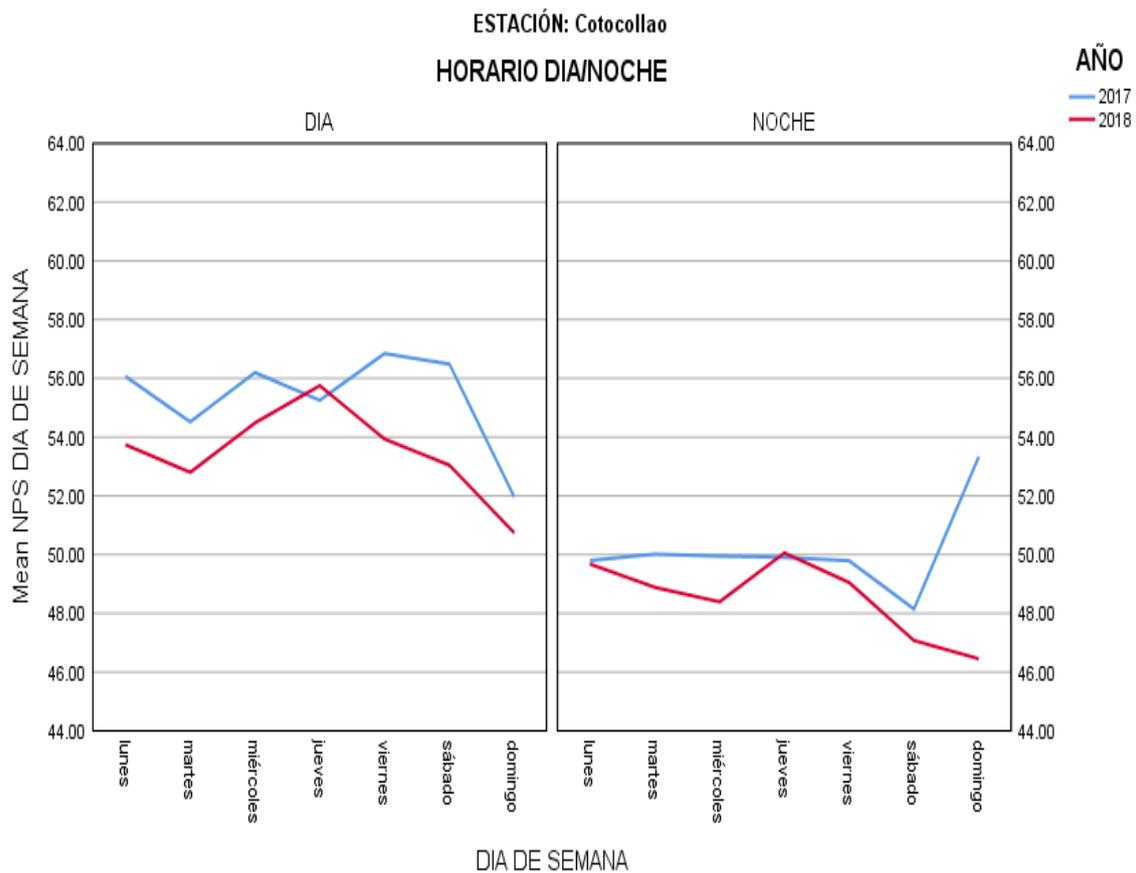


Figura 26. LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Cotocollao desde el 2017 al 2018

La Tabla 16 y Figura 27 muestran que en Jipijapa los niveles de ruido han permanecido casi constantes cada año, con la excepción del viernes que en el 2014 y 2015 ha subido hasta 3 dBs más que los demás días durante el horario diurno. En domingo ha habido la tendencia a disminuir unos 2 o 3 dBs. En el 2011 y 2014, durante horas de la noche los niveles han variado de manera diferente que los demás años entre los días de la semana.

Tabla 16.

LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Jipijapa desde el 2011 al 2018

ESTACIÓN = Jipijapa

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
lunes	65.22	60.39	64.28	61.00	63.32	59.56	64.34	58.25	65.59	59.22	62.10	57.05	62.28	59.66	62.82	58.07
martes	65.34	60.77	64.41	61.00	62.76	59.56	64.18	58.82	64.47	59.60	62.05	57.97	61.86	59.88	63.08	59.42
miércoles	65.01	60.97	64.58	61.28	62.83	60.03	63.86	59.89	65.53	60.03	61.94	58.10	62.07	60.33	63.22	60.10
jueves	64.93	60.84	64.69	61.27	62.94	59.65	63.21	58.41	65.05	60.08	61.58	58.32	62.56	61.07	62.85	59.37
viernes	65.13	61.11	64.59	61.12	63.35	59.61	64.58	59.31	67.92	60.40	61.93	59.22	62.19	60.21	62.87	59.01
sábado	64.17	61.06	63.90	60.71	62.20	59.28	63.47	59.18	65.02	60.41	60.87	58.01	61.31	59.46	62.50	60.13
domingo	63.72	59.74	63.42	61.02	60.55	58.04	62.11	58.05	63.98	58.00	59.14	56.11	60.17	59.10	61.61	56.90

a. ESTACIÓN = Jipijapa

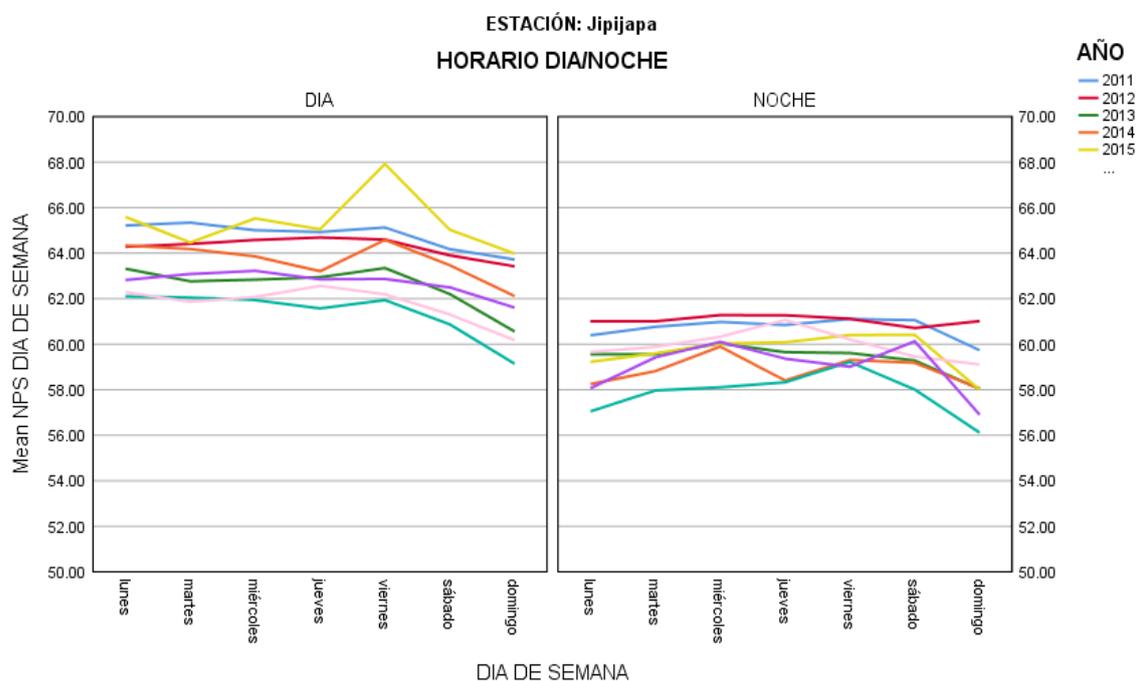


Figura 27. LAeq por días de semana en horarios día y noche en la estación Jipijapa desde el 2011 al 2018

5.2.7. Análisis comparativo de promedios por el día de la semana mediante la prueba ANOVA de un factor

Tabla 17.

Valores descriptivos de los promedios de LAeq por día de semana

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
lunes	672	58.0714	5.28695	.20395	57.6709	58.4718	41.21	69.47
martes	672	58.2766	5.04941	.19479	57.8942	58.6591	40.83	68.87
miércoles	672	58.4572	5.07431	.19575	58.0729	58.8416	39.30	69.28
jueves	672	58.6417	4.83856	.18665	58.2752	59.0082	41.32	70.59
viernes	672	59.3155	5.11739	.19741	58.9279	59.7031	41.23	71.44
sábado	672	59.0956	4.74548	.18306	58.7361	59.4550	42.11	69.74
domingo	672	57.8764	4.94924	.19092	57.5016	58.2513	41.59	69.52
Total	4704	58.5335	5.03194	.07337	58.3897	58.6773	39.30	71.44

La Tabla 17 muestra los promedios de LAeq por cada día de la semana, de los registros de todas las estaciones considerados de forma conjunta. Puede apreciarse que dichos promedios varían dentro de un rango de 32 dBs, entre 39.3 y 71.44 dBs, dependiendo del día de la semana.

La Tabla 18 muestra un valor menor a 0.05 de significancia, lo cual indica que los días de semana tienen un impacto significativo sobre los valores de LAeq.

Tabla 18.

Resultados de la Prueba ANOVA entre LAeq y los días de la semana

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1112.999	6	185.500	7.386	.000
Within Groups	117969.099	4697	25.116		
Total	119082.098	4703			

5.2.7.1. Pruebas post Hoc

Los valores de Significancia menores a 0.05 en los resultados de la pruebas post Hoc mostrados en la Tabla 19 indican que los días de la semana se pueden agrupar en tres grupos que comparten valores de LAeq diferentes entre los grupos, pero similares entre los días que conforman dichos grupos. Estos grupos son, como se indican en la Tabla 20, de domingo a jueves el grupo 1; miércoles, jueves y sábado el grupo 2; y de jueves a sábado el grupo 3. Todo esto se interpreta con mayor claridad en la Figura 28. A pesar de estos resultados, cabe destacar que estas diferencias de promedios LAeq entre días de la semana que se han comparado varían de entre 57.8 y 59.3 dBs, lo cual es un rango pequeño, casi imperceptible para estos niveles. Por otra parte, se evidencia cómo los niveles de ruido, entre 57.8 y 59.3 dBs, no están bajo el límite de horario diurno recomendado por la OMS, y mucho menos por debajo del límite nocturno. Es importante recalcar que estos son promedios de 24 horas y por ende es complicado compararlos con los límites sugeridos por la OMS.

Por estas razones, para claramente identificar variaciones de los valores de LAeq entre los días de semana y compararlos directamente con los límites sugeridos por la OMS, se han tabulado y graficado sus valores agrupados también por estaciones, años y períodos día y noche.

Tabla 19.

Comparaciones múltiples por la prueba de post Hoc de LAeq entre días de la semana

Tukey HSD						
(I) # DIA	(J) # DIA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
lunes	martes	-.20526	.27340	.989	-1.0117	.6012
	miércoles	-.38584	.27340	.796	-1.1923	.4206
	jueves	-.57034	.27340	.361	-1.3768	.2361
	viernes	-1.24414*	.27340	.000	-2.0506	-.4377
	sábado	-1.02418*	.27340	.003	-1.8306	-.2178
	domingo	.19493	.27340	.992	-.6115	1.0014
martes	lunes	.20526	.27340	.989	-.6012	1.0117
	miércoles	-.18057	.27340	.995	-.9870	.6259
	jueves	-.36507	.27340	.835	-1.1715	.4414
	viernes	-1.03888*	.27340	.003	-1.8453	-.2324
	sábado	-.81892*	.27340	.044	-1.6254	-.0125
	domingo	.40019	.27340	.766	-.4062	1.2066
miércoles	lunes	.38584	.27340	.796	-.4206	1.1923
	martes	.18057	.27340	.995	-.6259	.9870
	jueves	-.18450	.27340	.994	-.9909	.6219
	viernes	-.85830*	.27340	.028	-1.6647	-.0519
	sábado	-.63835	.27340	.228	-1.4448	.1681
	domingo	.58077	.27340	.338	-.2257	1.3872
jueves	lunes	.57034	.27340	.361	-.2361	1.3768
	martes	.36507	.27340	.835	-.4414	1.1715
	miércoles	.18450	.27340	.994	-.6219	.9909
	viernes	-.67380	.27340	.173	-1.4802	.1326
	sábado	-.45385	.27340	.643	-1.2603	.3526
	domingo	.76527	.27340	.076	-.0412	1.5717
viernes	lunes	1.24414*	.27340	.000	.4377	2.0506
	martes	1.03888*	.27340	.003	.2324	1.8453
	miércoles	.85830*	.27340	.028	.0519	1.6647
	jueves	.67380	.27340	.173	-.1326	1.4802
	sábado	.21996	.27340	.985	-.5865	1.0264
	domingo	1.43907*	.27340	.000	.6326	2.2455
sábado	lunes	1.02418*	.27340	.003	.2178	1.8306
	martes	.81892*	.27340	.044	.0125	1.6254
	miércoles	.63835	.27340	.228	-.1681	1.4448
	jueves	.45385	.27340	.643	-.3526	1.2603
	viernes	-.21996	.27340	.985	-1.0264	.5865
	domingo	1.21911*	.27340	.000	.4127	2.0255
domingo	lunes	-.19493	.27340	.992	-1.0014	.6115
	martes	-.40019	.27340	.766	-1.2066	.4062
	miércoles	-.58077	.27340	.338	-1.3872	.2257
	jueves	-.76527	.27340	.076	-1.5717	.0412
	viernes	-1.43907*	.27340	.000	-2.2455	-.6326
	sábado	-1.21911*	.27340	.000	-2.0255	-.4127

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tabla 20.

Subconjuntos homogéneos de los días de semana por sus LAeq

Tukey HSD ^a		Subset for alpha = 0.05		
# DIA	N	1	2	3
domingo	672	57.8764		
lunes	672	58.0714		
martes	672	58.2766		
miércoles	672	58.4572	58.4572	
jueves	672	58.6417	58.6417	58.6417
sábado	672		59.0956	59.0956
viernes	672			59.3155
Sig.		.076	.228	.173

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 672.000.

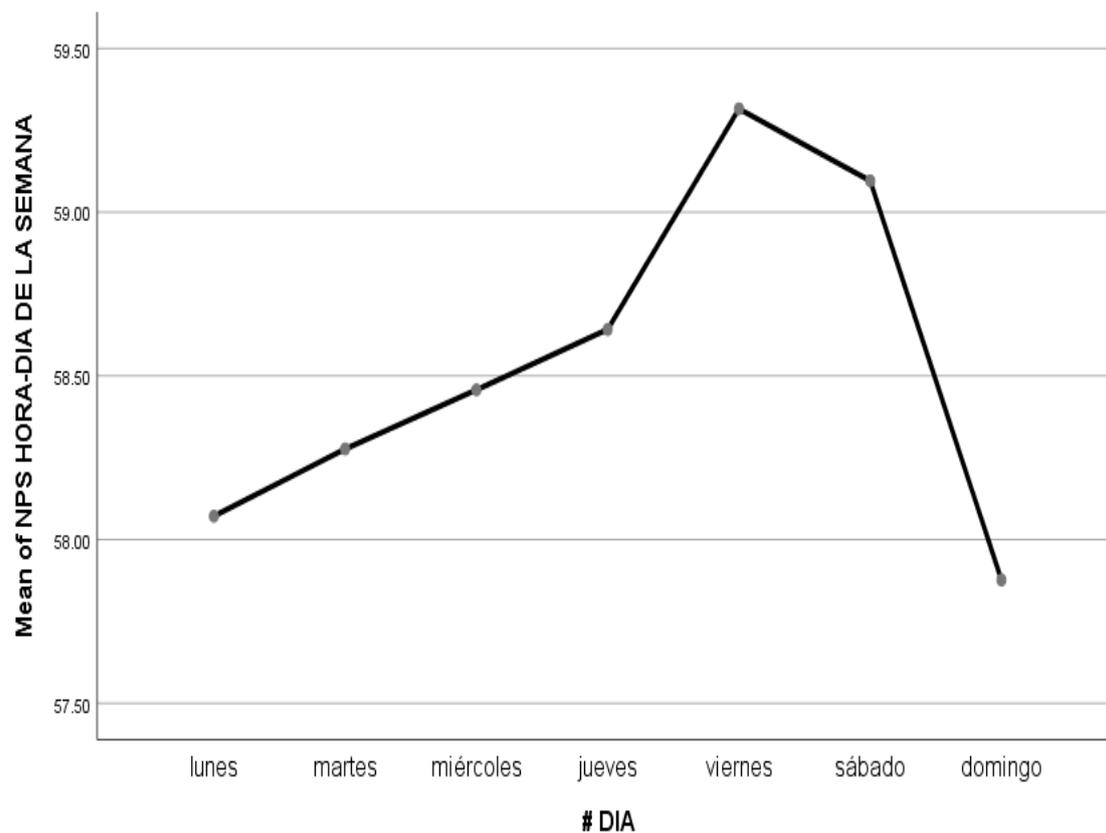


Figura 28. Variación de promedios entre días de la semana

5.2.8. Análisis comparativo de promedios por horas mediante la prueba ANOVA de un factor

Las Tablas 21 y 22 muestran los resultados del análisis ANOVA de un factor, realizado a los promedios por horas para los datos de todas las estaciones conjuntamente. Se aprecia una variación de niveles de entre 39 y 71 dBs, un promedio de 58.5 dBs con una desviación estándar de 5 dBs. Debido a que el valor de la significancia en Tabla 22 es menor a 0.05 se entiende que hay una diferencia significativa entre las horas. Los resultados de la prueba de post Hoc de los LAeq entre horas, en la Tabla 23, muestran 10 agrupaciones de las horas de acuerdo con los niveles de ruido. En otras palabras, hay 10 grupos de horas que se diferencian entre sí por sus niveles de ruido, y a cada grupo corresponden ciertas horas con niveles similares.

Tabla 21.

Valores descriptivos de los promedios de LAeq por horas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound	m	
1	196	54.8887	5.01043	.35789	54.1828	55.5945	40.01	66.20
2	196	53.6363	4.90558	.35040	52.9452	54.3273	39.30	67.00
3	196	53.0097	4.58778	.32770	52.3635	53.6560	41.21	62.99
4	196	53.0731	4.39754	.31411	52.4536	53.6925	40.83	63.18
5	196	54.9376	4.04275	.28877	54.3681	55.5071	46.69	63.16
6	196	56.7831	4.13135	.29510	56.2011	57.3651	47.93	64.55
7	196	58.8451	4.20471	.30034	58.2528	59.4375	50.17	65.84
8	196	59.7613	3.94113	.28151	59.2061	60.3165	50.10	65.97
9	196	59.9740	3.63298	.25950	59.4623	60.4858	50.69	68.16
10	196	60.2855	3.53695	.25264	59.7873	60.7838	50.53	67.27
11	196	60.7886	3.58148	.25582	60.2841	61.2931	50.65	67.39
12	196	60.8278	3.46369	.24741	60.3398	61.3157	51.65	69.02
13	196	61.0919	3.74086	.26720	60.5649	61.6189	51.11	69.52
14	196	61.2583	3.87515	.27680	60.7124	61.8042	50.64	69.28
15	196	61.5693	3.61721	.25837	61.0598	62.0789	50.97	68.87
16	196	61.7213	3.65781	.26127	61.2060	62.2366	51.60	70.90
17	196	61.0553	3.53164	.25226	60.5578	61.5528	51.16	71.18
18	196	60.7469	3.67846	.26275	60.2287	61.2651	50.50	70.59
19	196	60.2635	4.14146	.29582	59.6801	60.8469	49.17	71.44
20	196	59.8084	4.28800	.30629	59.2043	60.4124	48.76	67.99
21	196	59.3047	4.73800	.33843	58.6372	59.9721	46.76	69.28
22	196	58.2489	4.83354	.34525	57.5680	58.9298	45.75	68.23

19	19							60.26	60.26	60.26	60.26
	6										
10	19							60.29	60.29	60.29	60.29
	6										
18	19							60.75	60.75	60.75	
	6										
11	19							60.79	60.79	60.79	
	6										
12	19							60.83	60.83	60.83	
	6										
17	19								61.06	61.06	
	6										
13	19								61.09	61.09	
	6										
14	19								61.26	61.26	
	6										
15	19									61.57	
	6										
16	19									61.72	
	6										
Sig.		.999	.245	.907	.177	.086	.061	.103	.056	.068	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 196.000.

En la Figura 29 se observa que desde la hora cero hasta las 5 de la mañana los valores son los más bajos y se mantienen en un rango cercano de valores. Desde las 6 de la mañana hasta las 8 de la mañana se observa un incremento paulatino de los niveles con respecto al anterior grupo. Desde las 8 de la mañana hasta las 8 de la noche los valores se mantienen en un rango de 60 a 62 dBs, teniendo su hora pico a las 4 de la tarde. Finalmente, a partir de las 9 de la noche se observa descenso en los niveles que continúa hasta la media noche cuando vuelve a tener un nivel casi tan bajo como en las horas de la madrugada.

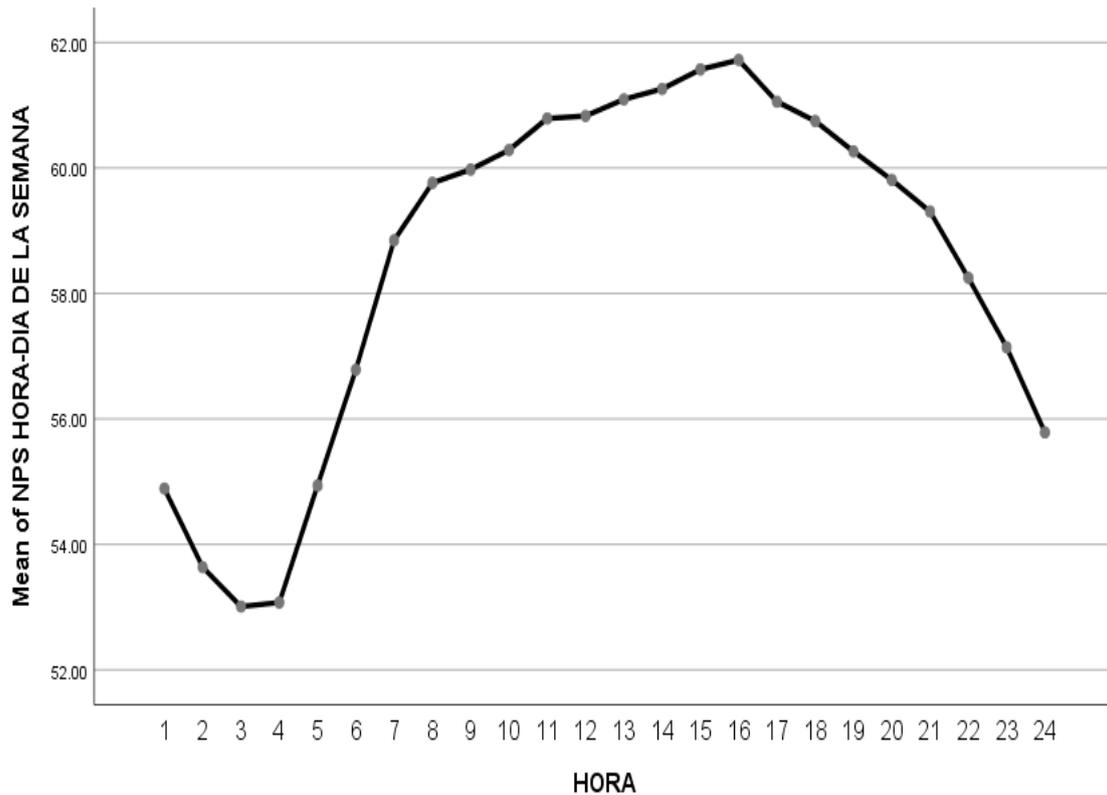


Figura 29. Variación de LAeq por hora

5.2.9. LAeq (horario día/noche)

Se realizó la prueba T de muestra independiente para comparar estadísticamente los valores de LAeq para el horario día y el horario noche. Hubo una diferencia significativa entre los promedios para el horario día ($M = 58.79$, $SD = 4.8$) y el horario noche ($M = 53.48$, $SD = 5.5$); $t(107175) = 189.2$, $p = 0.000$. Estos resultados, presentados en las Tablas 24 y 25, sugieren que el horario si tienen un efecto sobre los valores de LAeq. Específicamente, estos resultados sugieren que durante horas del día los niveles de ruido aumentan. Con respecto a los límites de NPS recomendados por la OMS, ninguno de los promedios de los LAeq medidos está por debajo de estos.

Tabla 24.

Datos estadísticos grupales entre horarios día y noche para la variable dependiente LAeq

	# Horario Dia/Noche	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LAeq	Dia	96178	58.7970	4.82655	.01556
	Noche	57453	53.4859	5.59835	.02336

Tabla 25.

Prueba T independiente de los horarios día y noche para la variable dependiente LAeq

		LAeq	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	1421.477	
	Sig.	.000	
t-test for Equality of Means	t	196.394	189.235
	df	153629	107175.084
	Sig. (2-tailed)	.000	.000
	Mean Difference	5.31116	5.31116
	Std. Error Difference	.02704	.02807
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	5.25815 5.25615 5.36416 5.36617

5.2.10. LAeq (horario días laborales/días de fin de semana)

En las Tablas 26 y 27, se presentan los resultados de la prueba T independiente para comparar los valores de LAeq entre los horarios de días laborales y días de fin de semana. No hubo una diferencia significativa entre los promedios para los horarios días laborales ($M = 58.8$, $SD = 4.8$) y días de fin de semana ($M = 58.7$, $SD = 4.6$); $t(1342) = 0.391$, $p = 0.696$. Con estos resultados se interpreta que los horarios de días laborales y días de fin de semana no tienen un efecto sobre los valores de LAeq. Específicamente, estos resultados

sugieren que los valores de LAeq son similares en ambos horarios. Nuevamente, estos promedios de LAeq están muy por encima de los límites de NPS de ruido recomendados por la OMS.

Tabla 26.

Datos estadísticos grupales entre horarios días laborales y días de fin de semana para la variable dependiente LAeq

	# DL/FD	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PROMEDIO	Día Laboral	672	58.8815	4.81368	.18569
	Día de Fin de Semana	672	58.7810	4.60732	.17773

Tabla 27.

Prueba T independiente de los horarios días laborales y días de fin de semana para la variable dependiente LAeq

		PROMEDIO	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	1.480	
	Sig.	.224	
t-test for Equality of Means	t	.391	.391
	df	1342	1339.432
	Sig. (2-tailed)	.696	.696
	Mean Difference	.10053	.10053
	Std. Error Difference	.25704	.25704
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-.40371 -.40371 .60478 .60478

5.2.11. LAeq (estación, año, mes, horario día/noche)

Se agruparon a los datos de LAeq por años y luego meses, separados por los horarios día/noche para cada estación. De esta manera se compararon los

promedios mensuales para intentar detectar un patrón en los datos disponibles. Estos datos están representados en la Tabla anexo 2. No se halló un patrón general para todas las estaciones, sino que en cada estación variaban los meses más ruidosos. Promediando los años se observa en la Figura 30, que en la estación Centro el mes de diciembre presenta los niveles más ruidosos, mientras que en la estación Cotocollao lo es en octubre, y en la estación Jipijapa en noviembre.

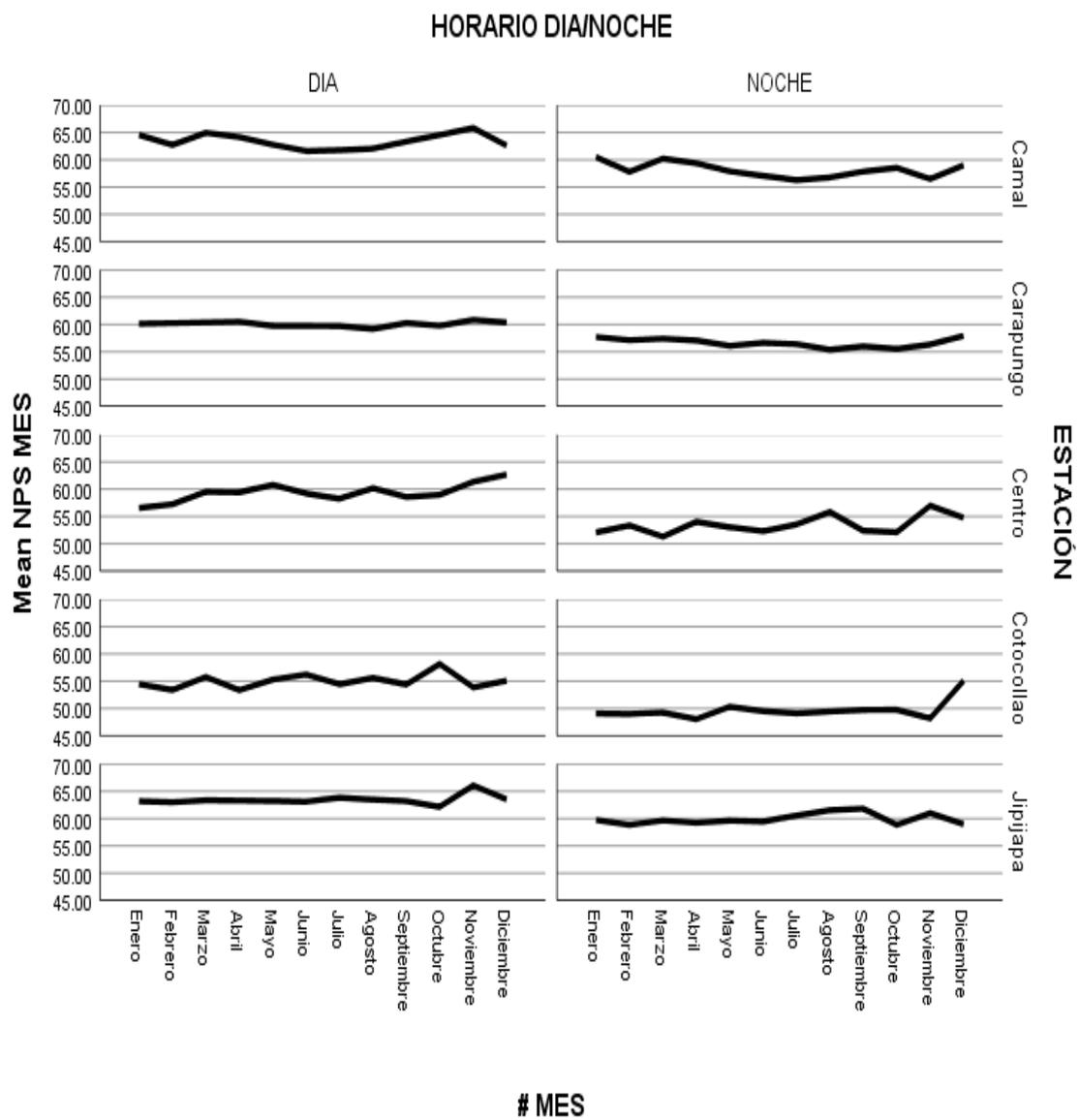


Figura 30. LAeq agrupados por mes, estación y horario día/noche

En la prueba ANOVA de un factor de la Tabla 28 se observa una significancia mayor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis de que los LAeq no son dependientes de los meses.

Tabla 28.

Resultados de la prueba ANOVA de LAeq entre los meses

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	198.973	11	18.088	.906	.534
Within Groups	9422.528	472	19.963		
Total	9621.502	483			

En la Figura 31 se visualizan los promedios generales para cada mes y se puede identificar fácilmente que los meses de menor ruido son octubre, septiembre, julio, enero y febrero. Por el contrario, los meses de mayor ruido son noviembre y diciembre. Cabe destacar que estos niveles de ruido fluctúan dentro de un rango de 2.5 dBs, lo cual es casi insignificante e imperceptible al oído humano. Continúa a coincidir que los promedios generales de LAeq en ningún momento son inferiores a los límites de ruido propuestos por la OMS. Se observa también que el mes de agosto presenta un promedio intermedio en comparación de los demás meses. Esto es de interés para este estudio ya que durante el mes de agosto no hay clases escolares ni universitarias en la ciudad de Quito.

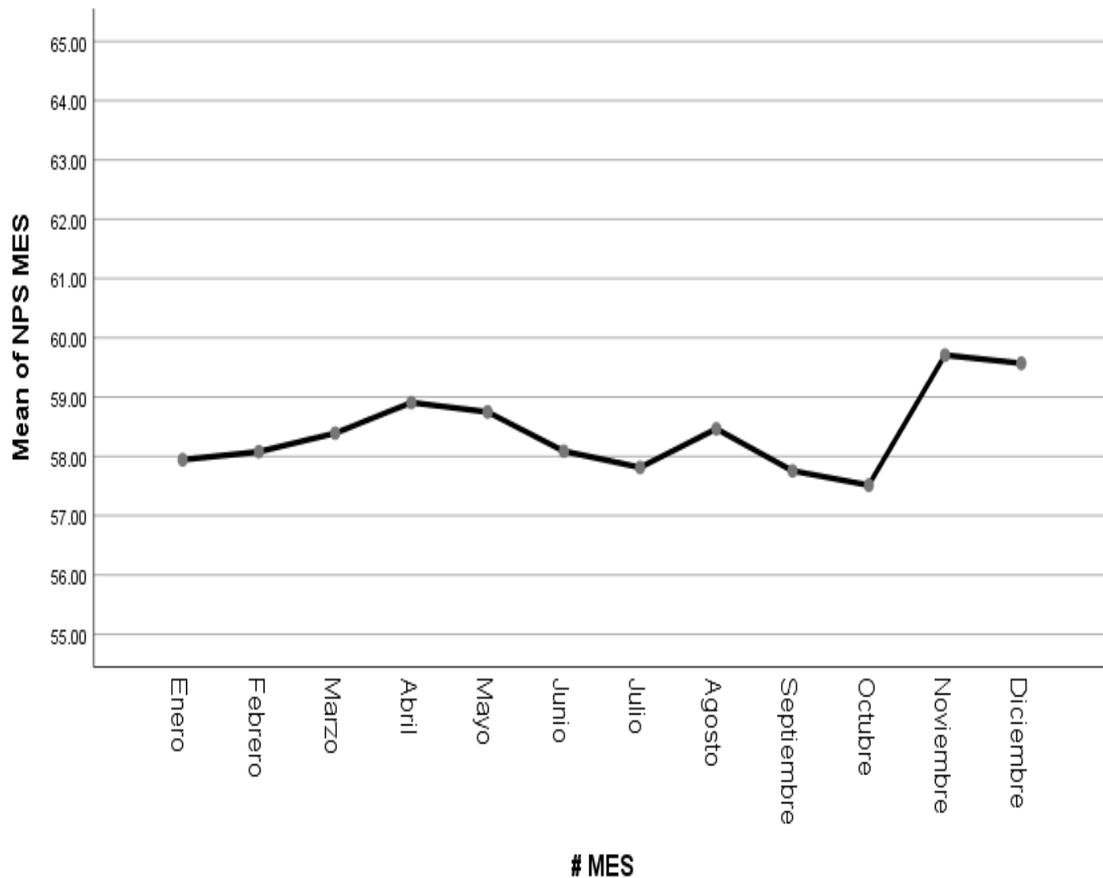


Figura 31. Variación de LAeq a través de los meses

5.2.12. LAeq (estación, año, horario pico/normal)

A continuación, se analizaron los promedios de LAeq agrupados en horarios pico y normales. La Tabla 29 muestra como la tendencia de los niveles de ruido ha sido de disminuir con los años, pero existen unas excepciones. En la estación Carapungo han ido aumentando, contrario a las demás estaciones. Esto propondría futuros estudios sobre factores que han generado estos incrementos de ruido en el sector. En Jipijapa los niveles de ruido han bajado algunos años y aumentado en otros por lo que no ha sido posible establecer una tendencia en sus variaciones de LAeq anuales.

Tabla 29.

Promedios de LAeq por estación, año y horas pico/normal

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Camal	NORMAL	62.30	62.27	61.84	63.68	.	.	58.44	55.22
	PICO	64.23	64.36	63.57	64.69	.	.	60.07	56.01
Carapungo	NORMAL	.	.	.	.	56.78	57.90	59.78	59.76
	PICO	.	.	.	.	59.07	59.74	61.08	61.03
Centro	NORMAL	62.03	60.37	57.22	59.42	59.22	57.67	56.66	57.94
	PICO	60.52	61.10	57.45	58.85	59.09	56.83	58.68	57.25
Cotocollao	NORMAL	.	.	.	.	.	.	53.49	50.66
	PICO	.	.	.	.	.	.	55.71	55.03
Jipijapa	NORMAL	63.14	63.05	61.26	61.96	63.42	59.99	60.92	61.01
	PICO	64.78	64.23	62.86	63.58	65.49	61.40	61.94	63.02

En la Figura 32 están representadas las variaciones entre los niveles de ruido para cada estación de medición a través de los años y separadas en horarios pico y normal. Se puede observar como los niveles de ruido durante horas pico superan a los niveles en horas normales. Únicamente en la estación Centro se han presentado algunos años (2011 y 2017) cuando esta tendencia se ha invertido y los niveles de ruido en horas normales han sido mayores que los niveles durante horas pico. Esto pudo haber sido por una mayor actividad comercial durante horas normales que incluiría actividades nocturnas. Además de esta observación visual, se debe tomar en cuenta que las diferencias entre los niveles en horario pico y normal no suelen variar en más de 5 dBs.

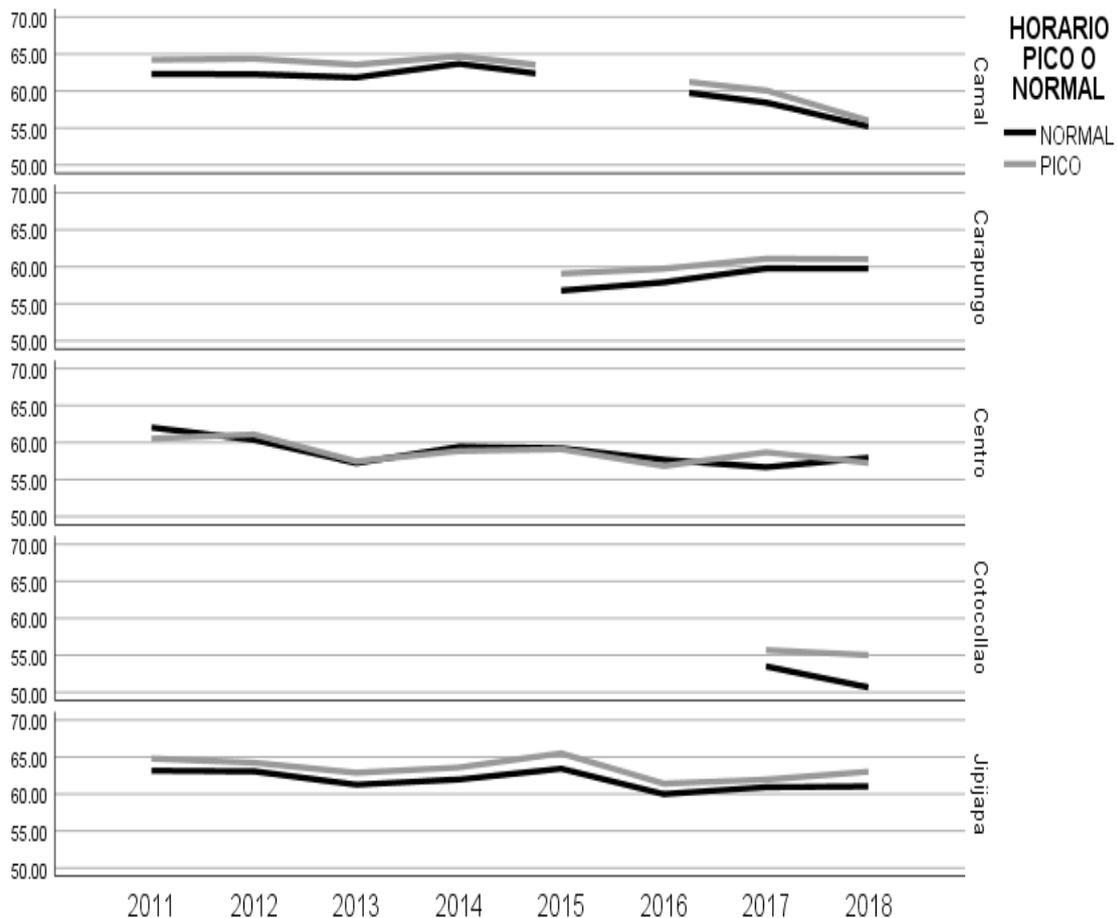


Figura 32. Variación de LAeq a través de los años para cada estación de medición en horarios pico y normal

5.2.13. LAeq (horarios pico y normal)

Se realizó una prueba T independiente para comparar los promedios de LAeq entre las horas pico y normales. Según los resultados mostrados en las Tablas 30 y 31, hubo una diferencia significativa entre los promedios para las horas pico ($M = 58.78$, $SD = 4.71$) y las horas normales ($M = 56$, $SD = 5.92$); $t(104290) = 97.14$, $p = 0.000$. Esto quiere decir que las horas pico y normales si tienen un efecto sobre los niveles de ruido.

Tabla 30.

Datos estadísticos grupales entre horas pico y normales para la variable dependiente LAeq

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LAeq	Pico	44896	58.78	4.71	.02
	Normal	108735	56.00	5.92	.02

Tabla 31.

Prueba T Independiente de las horas pico y normales y LAeq

			Equal variances assumed	Equal variances not assumed	
Levene's Test for Equality of Variances	F		1888.224		
	Sig.		.000		
t-test for Equality of Means	t		88.44	97.14	
	df		153629.00	104290.69	
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	
	Mean Difference		2.78	2.78	
	Std. Error Difference		.03	.03	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower		2.71	2.72
		Upper		2.84	2.83

5.2.14. LAeq (estación, mes, horas pico y normal)

En la Tabla 32 y Figura 33 están tabulados y graficados los valores de promedios anuales de LAeq clasificados por estación, mes, horas pico y normales. Se observa que los promedios de los niveles medidos durante horas pico casi siempre superan a los correspondientes a horas normales; cuando no, las diferencias han sido en su mayoría menores a 1 dB, lo cual es casi imperceptible.

Tabla 32.

Promedios anuales de LAeq por estación, mes, horas pico y normales

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Camal	Enero	NORMAL	. 62.20	60.90	65.42	.	.	.	.
		PICO	. 65.19	63.24	65.87	.	.	.	.
	Febrero	NORMAL	. 61.58	62.13	65.20	.	.	56.11	.	
		PICO	. 63.87	63.87	66.32	.	.	53.65	.	
	Marzo	NORMAL	. 62.12	62.00	65.91	.	.	.	.
		PICO	. 64.17	63.58	66.11	.	.	.	.
	Abril	NORMAL	63.78	62.29	62.71	63.39	.	.	61.02	.
		PICO	64.89	63.65	63.58	64.69	.	.	61.91	.
	Mayo	NORMAL	61.80	61.29	61.90	63.64	.	.	.	56.47
		PICO	64.04	63.37	63.64	64.70	.	.	.	56.93
	Junio	NORMAL	61.38	61.01	62.09	61.35	.	.	57.01	54.99
		PICO	64.02	63.75	63.87	63.56	.	.	59.86	55.70
	Julio	NORMAL	61.89	61.24	61.26	60.57	.	.	58.46	53.51
		PICO	63.76	64.11	62.66	63.12	.	.	63.48	55.06
	Agosto	NORMAL	62.06	60.97	61.10	60.66	.	.	54.93	.
		PICO	63.88	63.31	63.80	63.06	.	.	56.74	.
	Septiembre	NORMAL	62.45	60.85	60.62	60.34
		PICO	64.02	63.69	63.13	63.53
	Octubre	NORMAL	62.82	62.07
		PICO	64.50	64.37
	Noviembre	NORMAL	61.56	62.81	.	67.69
		PICO	63.81	64.09	.	64.64
	Diciembre	NORMAL	62.66	65.86	63.91	52.54
		PICO	64.95	67.03	64.71	52.43
Carapungo	Enero	NORMAL	.	.	.	.	57.11	60.03	59.48
		PICO	.	.	.	.	58.87	61.33	61.08
	Febrero	NORMAL	.	.	.	.	57.23	59.68	59.69
		PICO	.	.	.	.	58.81	61.29	60.85
	Marzo	NORMAL	.	.	.	.	57.26	59.98	60.05
		PICO	.	.	.	.	58.68	61.29	61.18
	Abril	NORMAL	.	.	.	.	56.70	60.16	60.12
		PICO	.	.	.	.	59.33	61.40	60.92
	Mayo	NORMAL	.	.	.	56.64	56.79	59.55	59.52	
		PICO	.	.	.	59.53	58.66	60.81	60.80	
	Junio	NORMAL	.	.	.	56.30	57.06	59.63	59.84	
		PICO	.	.	.	58.42	59.66	60.73	61.30	
	Julio	NORMAL	.	.	.	56.16	57.02	59.59	59.52	
		PICO	.	.	.	59.93	58.45	60.63	61.03	
	Agosto	NORMAL	.	.	.	56.85	56.07	59.51	.	
		PICO	.	.	.	58.45	58.67	60.76	.	
	Septiembre	NORMAL	.	.	.	57.64	.	59.63	.	
		PICO	.	.	.	59.25	.	61.02	.	
	Octubre	NORMAL	.	.	.	56.40	58.38	59.36	.	
		PICO	.	.	.	58.43	59.82	61.05	.	
	Noviembre	NORMAL	.	.	.	57.04	59.92	59.82	.	
		PICO	.	.	.	59.57	62.10	61.43	.	
	Diciembre	NORMAL	.	.	.	57.01	60.17	60.33	.	
		PICO	.	.	.	58.80	61.49	61.32	.	
Centro	Enero	NORMAL	. 56.68	53.95	52.94	52.79	55.97	55.92	56.28	
		PICO	. 58.67	55.50	55.02	54.01	55.52	56.67	58.34	
	Febrero	NORMAL	. 58.91	.	53.66	55.98	59.81	53.90	55.24	

		PICO	.	57.14	.	54.78	56.09	58.12	53.32	56.71
Marzo		NORMAL	.	60.31	60.02	55.22	56.64	55.78	56.02	61.38
		PICO	.	60.21	59.76	55.87	58.00	56.87	53.86	59.47
Abril		NORMAL	61.72	59.83	57.27	57.81	56.93	55.89	58.98	55.99
		PICO	60.43	63.00	56.12	60.76	56.28	55.53	59.20	56.20
Mayo		NORMAL	61.91	60.29	59.19	60.82	57.14	57.86	57.94	59.72
		PICO	56.83	63.86	56.04	58.47	57.36	54.67	61.04	56.53
Junio		NORMAL	64.84	58.47	57.44	57.58	57.34	53.21	57.37	54.92
		PICO	59.66	58.51	60.52	55.18	58.24	54.14	60.61	55.10
Julio		NORMAL	59.06	58.98	54.64	54.36	62.82	53.26	57.27	53.42
		PICO	57.24	60.17	54.51	54.57	64.21	55.38	60.35	55.15
Agosto		NORMAL	61.99	61.99	58.16	60.78	57.66	54.52	57.93	.
		PICO	59.68	61.50	58.08	60.36	57.05	54.73	61.77	.
Septiembre		NORMAL	58.47	60.27	55.87	59.46	57.17	52.67	55.34	.
		PICO	58.90	58.32	56.41	59.92	57.89	54.24	56.72	.
Octubre		NORMAL	61.43	59.92	56.10	57.23	56.69	54.31	57.97	.
		PICO	59.35	57.50	54.85	56.11	56.44	55.12	58.87	.
Noviembre		NORMAL	62.89	62.04	59.26	62.96	62.38	60.13	55.41	.
		PICO	60.09	60.44	56.06	61.83	57.93	61.38	55.61	.
Diciembre		NORMAL	63.21	62.95	56.26	63.72	63.42	62.13	54.70	.
		PICO	65.34	65.03	60.46	60.88	62.65	56.66	56.07	.
Cotocollao	Enero	NORMAL	.	.	.	.	.	.	54.76	50.66
		PICO	.	.	.	.	.	.	54.01	53.68
	Febrero	NORMAL	.	.	.	.	.	.	50.60	50.62
		PICO	.	.	.	.	.	.	52.89	56.22
	Marzo	NORMAL	.	.	.	.	.	.	56.42	50.71
		PICO	.	.	.	.	.	.	55.59	54.90
	Abril	NORMAL	.	.	.	.	.	.	51.53	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	52.94	.
	Mayo	NORMAL	.	.	.	.	.	.	53.20	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	55.53	.
	Junio	NORMAL	.	.	.	.	.	.	51.75	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	58.10	.
	Julio	NORMAL	.	.	.	.	.	.	52.62	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	54.07	.
	Agosto	NORMAL	.	.	.	.	.	.	53.43	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	55.49	.
	Septiembre	NORMAL	.	.	.	.	.	.	52.36	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	54.65	.
	Octubre	NORMAL	.	.	.	.	.	.	55.35	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	58.38	.
	Noviembre	NORMAL	.	.	.	.	.	.	50.80	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	54.97	.
	Diciembre	NORMAL	.	.	.	.	.	.	54.78	.
		PICO	.	.	.	.	.	.	55.72	.
Jipijapa	Enero	NORMAL	63.76	62.45	.	.	61.99	60.51	59.83	60.81
		PICO	66.14	63.59	.	.	64.73	61.54	61.75	62.82
	Febrero	NORMAL	63.69	62.25	61.48	.	62.05	59.69	59.74	59.87
		PICO	66.00	63.57	63.03	.	63.99	61.27	61.43	61.99
	Marzo	NORMAL	64.37	62.76	60.93	.	62.39	59.99	60.54	.
		PICO	65.05	64.48	62.61	.	64.10	61.56	61.96	.
	Abril	NORMAL	63.67	62.63	.	.	62.17	59.96	60.57	.
		PICO	63.64	63.65	.	.	63.72	61.81	62.07	.
	Mayo	NORMAL	62.66	62.61	.	.	61.81	60.75	61.08	61.95
		PICO	63.60	63.95	.	.	63.65	61.26	62.09	63.91
	Junio	NORMAL	61.83	64.33	.	.	61.91	59.51	60.55	.
		PICO	63.83	64.74	.	.	63.88	61.17	61.91	.

Julio	NORMAL	62.40	64.17	.	.	.	.	60.91	.
	PICO	64.30	65.37	.	.	.	.	61.80	.
Agosto	NORMAL	62.95	.	.	.	.	.	62.11	.
	PICO	65.44	.	.	.	.	.	62.23	.
Septiembre	NORMAL	63.00	.	.	.	.	.	62.18	.
	PICO	64.75	.	.	.	.	.	62.06	.
Octubre	NORMAL	61.85	.	.	.	.	59.55	60.62	.
	PICO	63.27	.	.	.	.	61.29	62.16	.
Noviembre	NORMAL	64.18	.	.	.	69.80	59.43	.	.
	PICO	65.54	.	.	.	70.38	61.14	.	.
Diciembre	NORMAL	62.22	.	.	61.96	60.75	60.21	.	.
	PICO	63.78	.	.	63.58	66.77	61.48	.	.

Se observa que en la estación El Camal los dos últimos años presentan niveles muy inferiores a los demás años, los cuales fluctúan entre 60 y 65 dBs. En el año 2014 se observa una caída de niveles muy drástica en el mes de diciembre. Esto puede corresponder a una anomalía de los equipos ya que es bastante grande esta diferencia de niveles con respecto al resto de meses de ese año. En la estación de Carapungo los niveles fluctúan entre 56 y 63 dBs aproximadamente durante los 4 últimos años que registra mediciones. La estación Centro presenta la mayor variación de mes a mes entre sus promedios de niveles de ruido. Los valores han variado de entre 52 y 64 dBs. En el mes de julio hubo un disparo de niveles en ambos horarios en el año 2015; en el 2012 hubo alza de niveles en mayo y diciembre; y en el 2011 hubo un disparo de niveles en el mes de junio, pero este último únicamente en horas normales. En Cotocollao la estación presenta una variación cambiante de mes a mes fluctuando entre 50 y 56 dBs. Las mediciones más altas fueron en el 2017 durante marzo y octubre en horas normales, y durante junio y octubre en horas pico. Por último, en la estación de Jipijapa la mayoría de los promedios de los niveles LAeq fluctúan entre 59 y 65 dBs, con la excepción en el año 2015 cuando en los meses de octubre y noviembre subieron a cerca de 70 dBs.

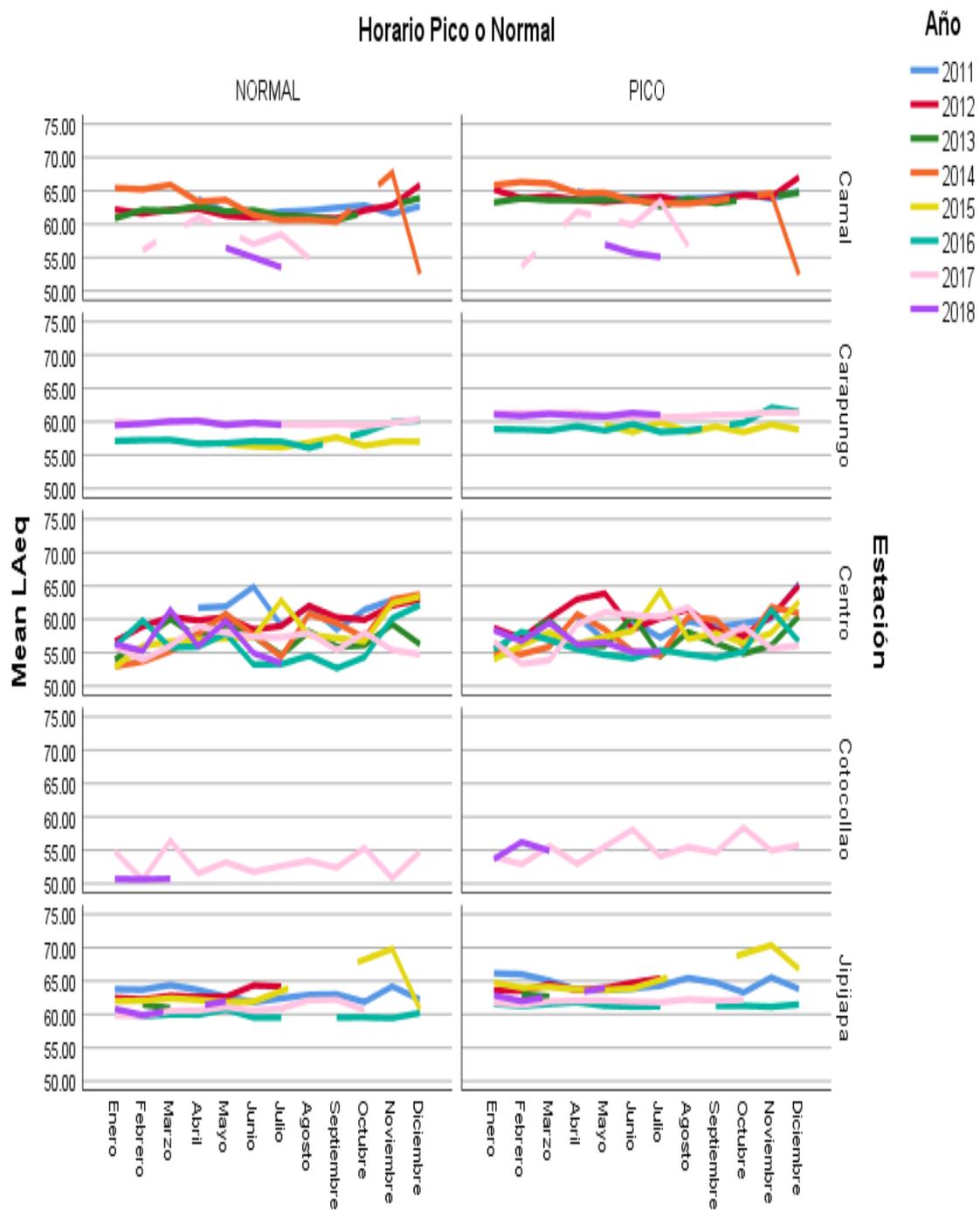


Figura 33. Variaciones de promedios anuales de LAeq por estaciones, meses, horas pico y normales

5.2.15. LAeq (estación, mes, horas pico y normales)

La Figura 34 muestra como los niveles de ruido varían a lo largo de los meses, tanto durante horas pico como horas normales para cada estación de monitoreo. En el Camal en enero, marzo, octubre y noviembre suben los niveles de ruido, mientras que en los demás meses permanecen casi estables por los 60 y 63 dBs. En Carapungo los niveles son bastante fijos cercanos a 59 dBs durante horas normales y 60 en horas pico. La estación del Centro presenta los niveles más bajos durante enero y febrero con 55 dBs, mientras que los más altos son durante noviembre y diciembre con 60 dBs. Los demás meses presentan niveles intermedios a estos rangos. No parece haber diferencias entre horas pico y horas normales en esta estación. En Cotocollao, durante horas normales, los meses menos ruidosos son febrero y noviembre, con niveles que se aproximan los 50 dB, y, durante horas pico, son enero, abril y julio, con un poco menos de 55 dBs. Los meses más ruidosos en horas pico son junio y octubre con unos 58 dBs, y en horas normales son octubre y diciembre con 55 dBs. En Jipijapa la mayoría de los meses presentan niveles de ruido similares en torno a 62 dBs durante horas normales y 64 dBs en horas pico. En octubre baja unos 2 decibeles en ambos horarios, y en noviembre suben unos 2 decibeles para ambos horarios.

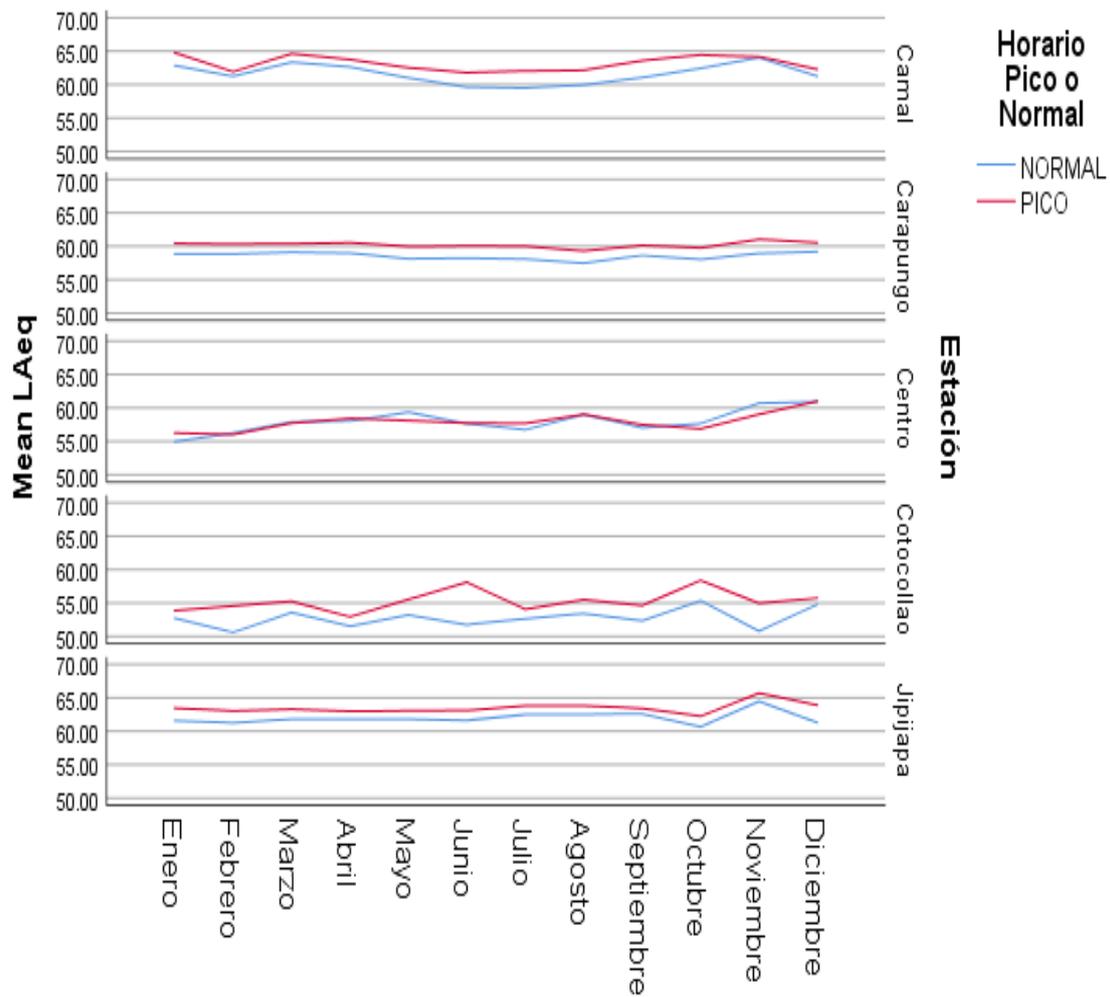


Figura 34. Promedios mensuales de LAeq para cada estación en horas pico y normales

Tanto en la Tabla 33 como en las Figuras 35, 36, 37, 38 y 39, se muestran las variaciones de niveles entre los días de la semana a través de los años y por horarios pico y normales. La tendencia es que bajen los niveles de ruido en domingo y suban el viernes. Los demás días permanecen iguales en su mayoría. Por lo general, las variaciones son de unos 2 o 3 dBs. En las estaciones Centro y Cotocollao se presentan mayores variaciones entre los días de la semana. En el Centro cada año ha presentado un patrón de variaciones distinto al del año anterior. En los dos últimos años las variaciones

han sido menores en nivel y entre días. En Cotocollao en 2017 los días ruidosos fueron lunes y viernes, mientras que en el 2018 subieron en miércoles, jueves y viernes. En la estación Centro las diferencias de niveles llegaron a hasta 10 dBs entre días de la semana.

Tabla 33.

Promedios anuales de LAeq por estación, día de la semana, horas pico y normales

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Camal	lunes	NORMAL	61.35	62.05	61.96	62.95	.	.	57.95	55.05
		PICO	64.04	64.85	63.40	64.25	.	.	61.52	55.31
	martes	NORMAL	62.34	62.08	61.63	64.07	.	.	59.06	54.48
		PICO	63.92	63.75	63.57	64.99	.	.	61.00	55.41
	miércoles	NORMAL	63.09	61.91	61.45	64.60	.	.	58.70	54.17
		PICO	63.89	64.01	63.22	64.68	.	.	59.80	55.46
	jueves	NORMAL	62.24	61.70	62.78	62.21	.	.	57.26	55.48
		PICO	63.94	63.91	64.43	64.62	.	.	58.26	55.84
	viernes	NORMAL	62.21	61.68	61.66	65.12	.	.	58.20	55.15
		PICO	64.87	63.92	63.74	65.67	.	.	58.14	56.16
	sábado	NORMAL	63.04	64.54	62.10	63.31	.	.	59.20	55.98
		PICO	64.74	66.01	63.85	64.54	.	.	60.31	55.60
	domingo	NORMAL	61.52	60.82	61.11	62.75	.	.	58.40	55.92
		PICO	64.00	63.41	62.57	63.89	.	.	60.48	57.75
Carapungo	lunes	NORMAL	.	.	.	.	56.31	57.64	59.55	59.71
		PICO	.	.	.	.	59.41	59.13	60.75	60.93
	martes	NORMAL	.	.	.	.	56.30	58.02	59.55	59.63
		PICO	.	.	.	.	58.52	59.81	61.10	61.09
	miércoles	NORMAL	.	.	.	.	56.44	57.84	59.60	59.80
		PICO	.	.	.	.	58.75	59.68	61.44	61.40
	jueves	NORMAL	.	.	.	.	56.84	57.69	59.57	59.82
		PICO	.	.	.	.	59.04	59.43	61.07	61.26
	viernes	NORMAL	.	.	.	.	56.48	57.89	59.79	59.71
		PICO	.	.	.	.	59.95	60.31	61.13	61.12
	sábado	NORMAL	.	.	.	.	58.39	58.30	60.34	60.14
		PICO	.	.	.	.	59.67	60.70	61.62	60.98
	domingo	NORMAL	.	.	.	.	56.26	57.85	59.98	59.46
		PICO	.	.	.	.	57.80	58.77	60.37	60.31
Centro	lunes	NORMAL	59.89	56.29	52.18	53.76	55.29	61.17	56.43	58.03
		PICO	63.67	57.76	54.19	55.46	55.53	57.00	58.96	55.85
	martes	NORMAL	57.38	59.11	53.52	58.29	59.42	55.14	56.38	55.47
		PICO	56.27	58.97	55.91	55.51	60.76	56.21	58.40	56.00
	miércoles	NORMAL	58.83	58.18	57.53	57.63	55.61	56.31	56.93	55.67
		PICO	56.99	62.48	54.97	58.29	56.81	56.86	59.60	57.95
	jueves	NORMAL	62.39	59.31	58.53	58.55	55.50	54.40	56.42	57.71
		PICO	60.31	60.64	60.30	59.64	57.84	55.91	60.36	57.38
	viernes	NORMAL	63.37	60.94	56.32	63.10	62.97	59.44	57.77	60.49
		PICO	62.60	63.79	57.53	62.29	61.60	58.41	58.52	59.79
	sábado	NORMAL	63.65	61.84	58.47	58.25	59.96	55.81	56.61	59.50

domingo	PICO	60.26	62.48	59.64	58.53	60.43	56.81	58.34	57.01
	NORMAL	64.20	63.19	59.53	60.74	59.73	56.80	55.89	55.94
	PICO	58.32	57.46	55.61	58.13	56.89	56.00	54.93	54.97
lunes	NORMAL	.	.	.	.	.	.	52.40	51.83
	PICO	.	.	.	.	.	.	57.54	54.09
martes	NORMAL	.	.	.	.	.	.	52.80	50.41
	PICO	.	.	.	.	.	.	54.41	53.83
miércoles	NORMAL	.	.	.	.	.	.	53.96	50.37
	PICO	.	.	.	.	.	.	56.17	56.29
jueves	NORMAL	.	.	.	.	.	.	52.74	51.35
	PICO	.	.	.	.	.	.	55.87	57.81
viernes	NORMAL	.	.	.	.	.	.	54.01	50.80
	PICO	.	.	.	.	.	.	57.39	55.33
sábado	NORMAL	.	.	.	.	.	.	54.89	50.13
	PICO	.	.	.	.	.	.	54.66	53.93
domingo	NORMAL	.	.	.	.	.	.	53.06	49.04
	PICO	.	.	.	.	.	.	50.89	50.65
lunes	NORMAL	63.56	63.04	62.03	61.85	63.73	60.39	61.23	60.98
	PICO	64.78	64.15	63.15	64.71	64.92	61.68	62.04	62.53
martes	NORMAL	63.64	63.04	61.36	61.87	62.38	60.48	60.88	61.47
	PICO	65.10	64.40	63.01	64.55	64.69	61.83	61.95	63.17
miércoles	NORMAL	63.28	63.24	61.42	62.34	64.00	60.29	61.22	61.50
	PICO	65.17	64.68	63.07	63.62	64.53	62.00	62.10	63.88
jueves	NORMAL	63.07	63.45	61.58	61.68	63.02	60.13	61.71	61.04
	PICO	65.21	64.53	62.98	62.54	65.18	61.62	62.81	63.21
viernes	NORMAL	63.31	63.07	61.53	63.15	64.60	60.70	61.09	61.27
	PICO	65.36	64.85	63.85	63.49	68.89	61.94	62.49	62.82
sábado	NORMAL	62.80	62.89	60.71	61.87	63.40	59.55	60.38	61.06
	PICO	64.17	63.38	62.52	63.22	64.64	60.95	61.39	63.08
domingo	NORMAL	62.25	62.53	59.49	60.27	62.37	57.79	59.54	59.36
	PICO	63.37	63.21	60.37	62.36	62.95	59.16	60.37	62.14

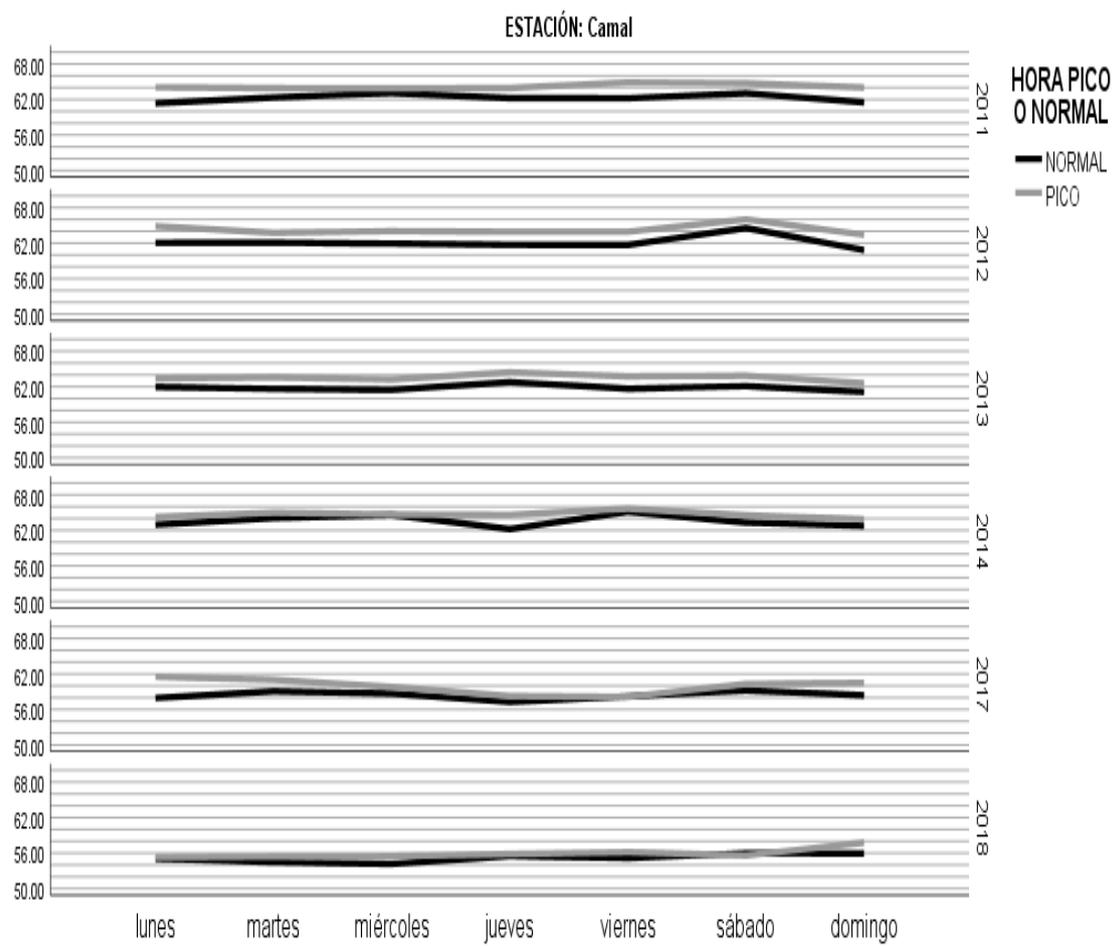


Figura 35. Promedios anuales de LAeq por día de la semana, horas pico y normales de la estación El Camal

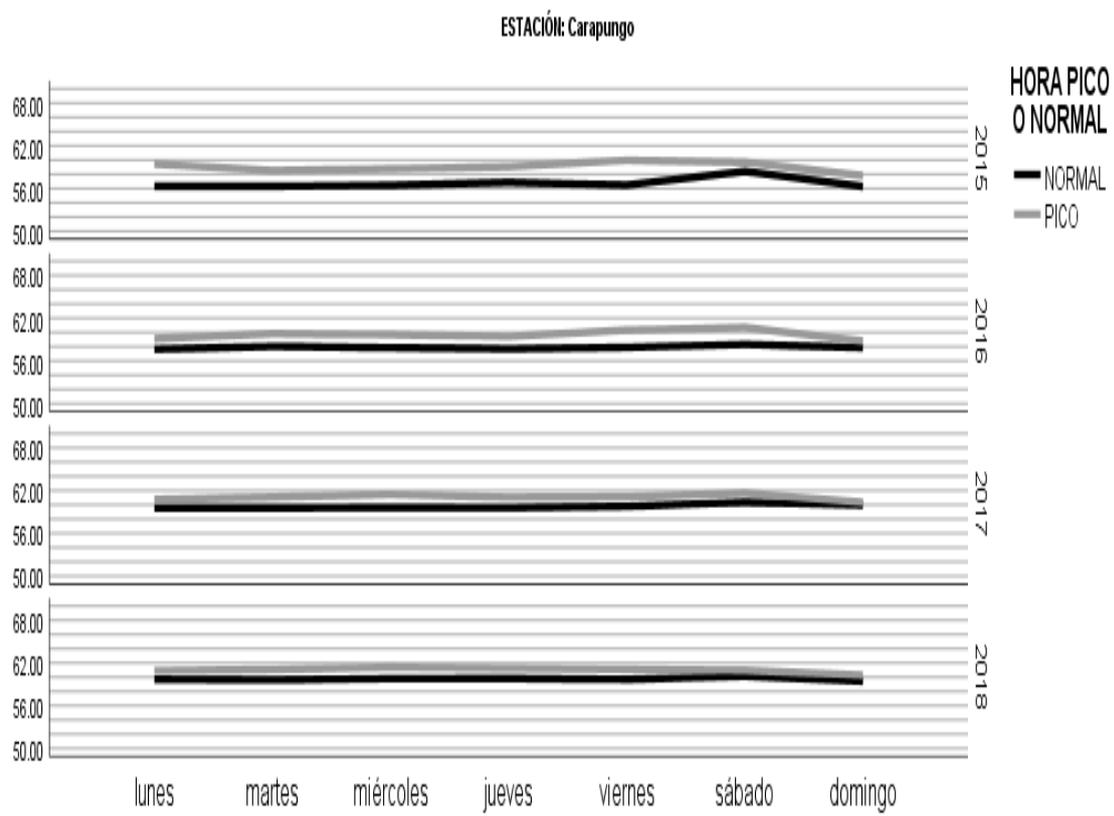


Figura 36. Promedios anuales de LAeq por día de la semana, horas pico y normales de la estación Carapungo

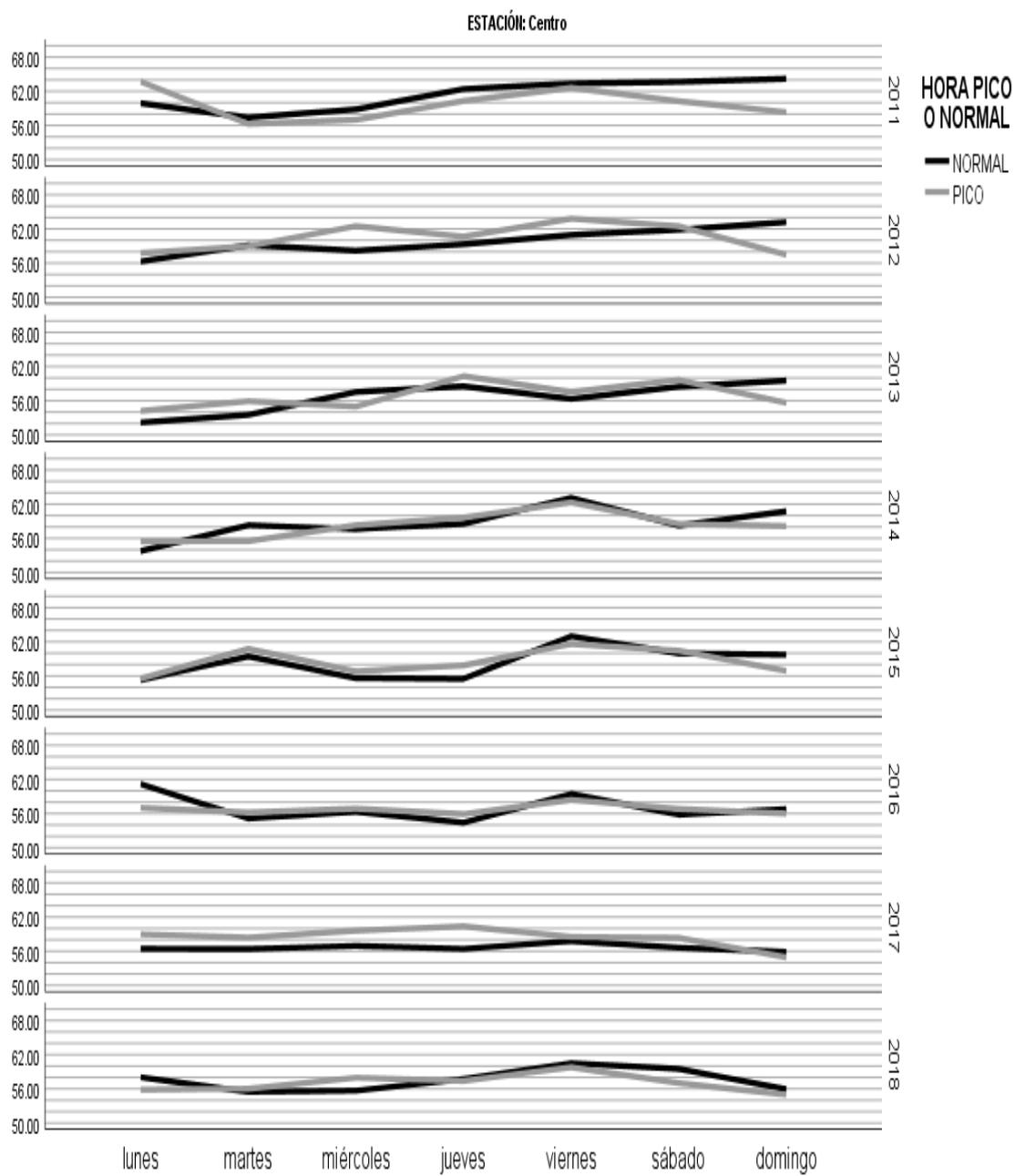


Figura 37. Promedios anuales de LAeq por día de la semana, horas pico y normales de la estación Centro

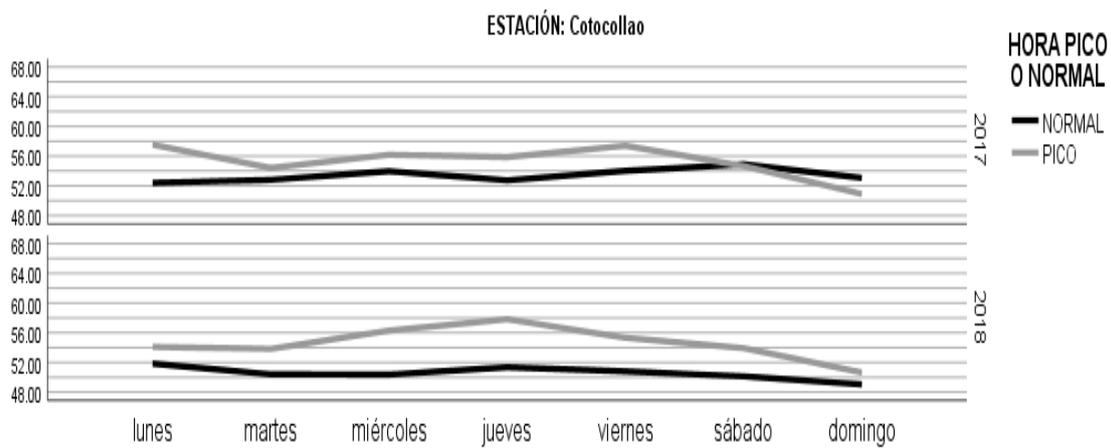


Figura 38. Promedios anuales de LAeq por día de la semana, horas pico y normales de la estación Cotocollao

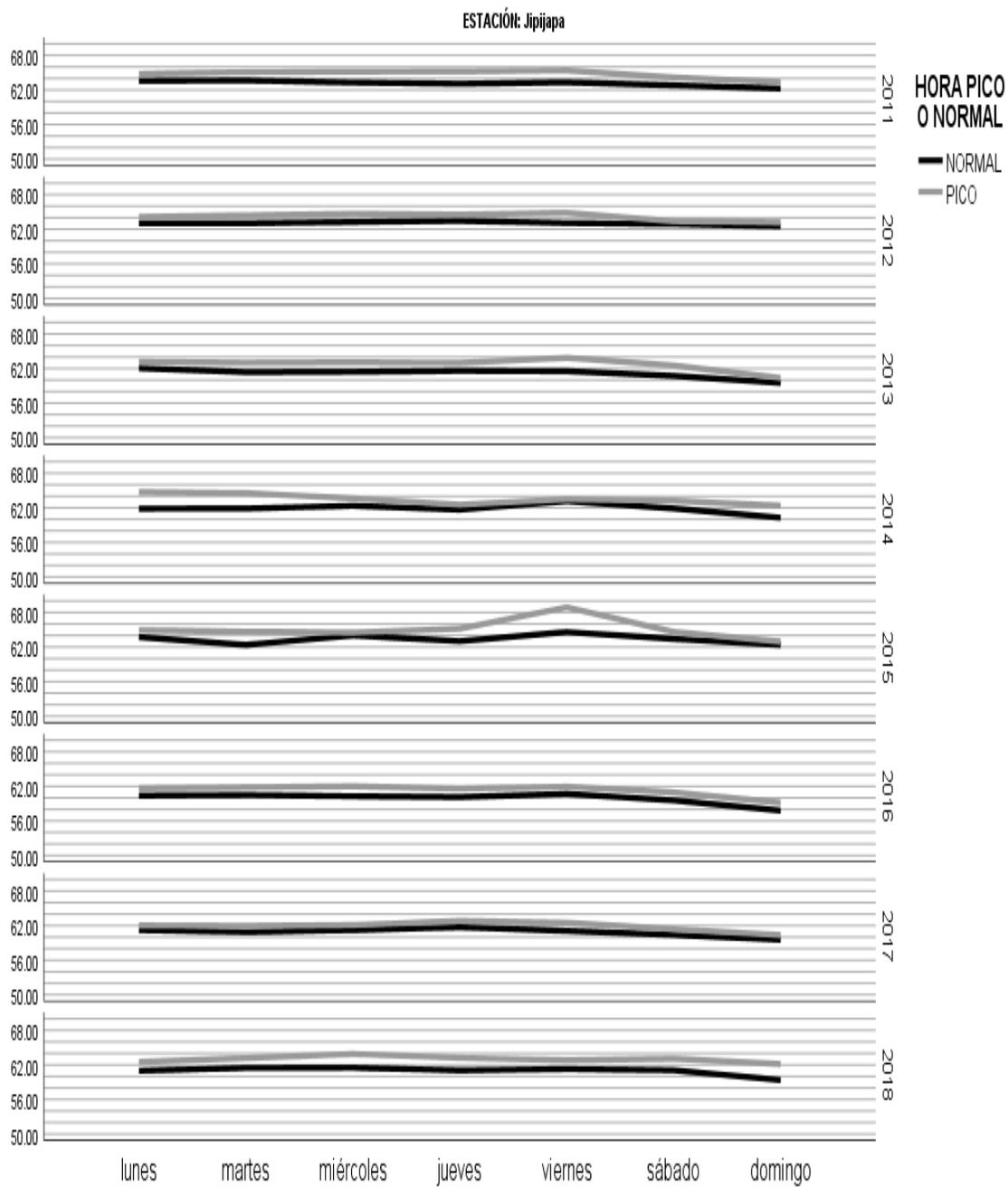


Figura 39. Promedios anuales de LAeq por día de la semana, horas pico y normales de la estación Jipijapa

5.3. Resultados sobre la correlación de LAeq con el Parque Automotor en Quito

Antes de correlacionar estadísticamente los niveles de ruido con el crecimiento del parque automotor de Quito se tabularon y se graficaron a estos valores para comparar sus comportamientos de manera visual.

Se observa en la Tabla 34 y las Figuras 40, 41, 42, 43 y 44, como el parque automotor de los sectores de las estaciones de monitoreo tienden a incrementar anualmente, mientras que los niveles de ruido tienden a disminuir gradualmente. Se podría decir que los LAeq actúan de forma inversamente proporcional a los valores del Parque Automotor de Quito. En la estación de Carapungo se observa una excepción a esta tendencia, ya que los LAeq se incrementan. El sector con mayor parque automotor es en Jipijapa, seguido por El Camal y Cotocollao. El sector con menor parque automotor es Carapungo. Los sectores con mayor ruido ambiental son Jipijapa y El Camal, seguidos por el Centro y Carapungo. El sector con menor nivel de ruido es Cotocollao.

Según las correlaciones que se indican en la Tabla 35, en las estaciones Carapungo y Centro las relaciones son estadísticamente significantes, con valores de $p=0.017$ y $p=0.015$ respectivamente. Para las demás estaciones p es mayor que 0.05. El valor alto y de signo negativo del coeficiente de correlación de Pearson para la estación Centro indica que la relación es fuerte e inversamente proporcional (a medida que los niveles LAeq aumentan, los del PAQ disminuyen). En cambio, en Carapungo la relación es significativa y directamente proporcional, con un coeficiente de 1. En las estaciones Camal y Jipijapa las relaciones son negativas, pero no son suficientemente significantes. En Cotocollao no es posible realizar dicha correlación, ya que en esta estación solamente existen datos para ambas variables en el año 2017.

Al correlacionar todas las variables sin distinguir entre estaciones, los resultados, mostrados en la Tabla 36 de la correlación entre los promedios anuales de LAeq y del parque automotor de Quito, indican una moderada correlación positiva estadísticamente significativa entre estas variables con un coeficiente de Pearson de 0.538, y una significancia de 0.008, mucho menor a 0.05.

Tabla 34.

Promedios anuales de LAeq y cantidades del parque automotor de Quito por estación de monitoreo

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Camal	LAeq	62.96	62.99	62.42	64.00	.	.	58.98
	PAQ	58148	61209	64607	65992	.	.	68085
Carapungo	LAeq	.	.	.	.	57.58	58.52	60.20
	PAQ	.	.	.	.	31593	31867	32311
Centro	LAeq	61.64	60.60	57.29	59.26	59.18	57.44	57.36
	PAQ	29475	31026	32749	33451	33744	34037	34512
Cotocollao	LAeq	.	.	.	.	.	.	54.26
	PAQ	.	.	.	.	.	.	65153
Jipijapa	LAeq	63.69	63.45	61.81	62.50	64.13	60.45	61.24
	PAQ	114435	120458	127146	129872	131011	132148	133991

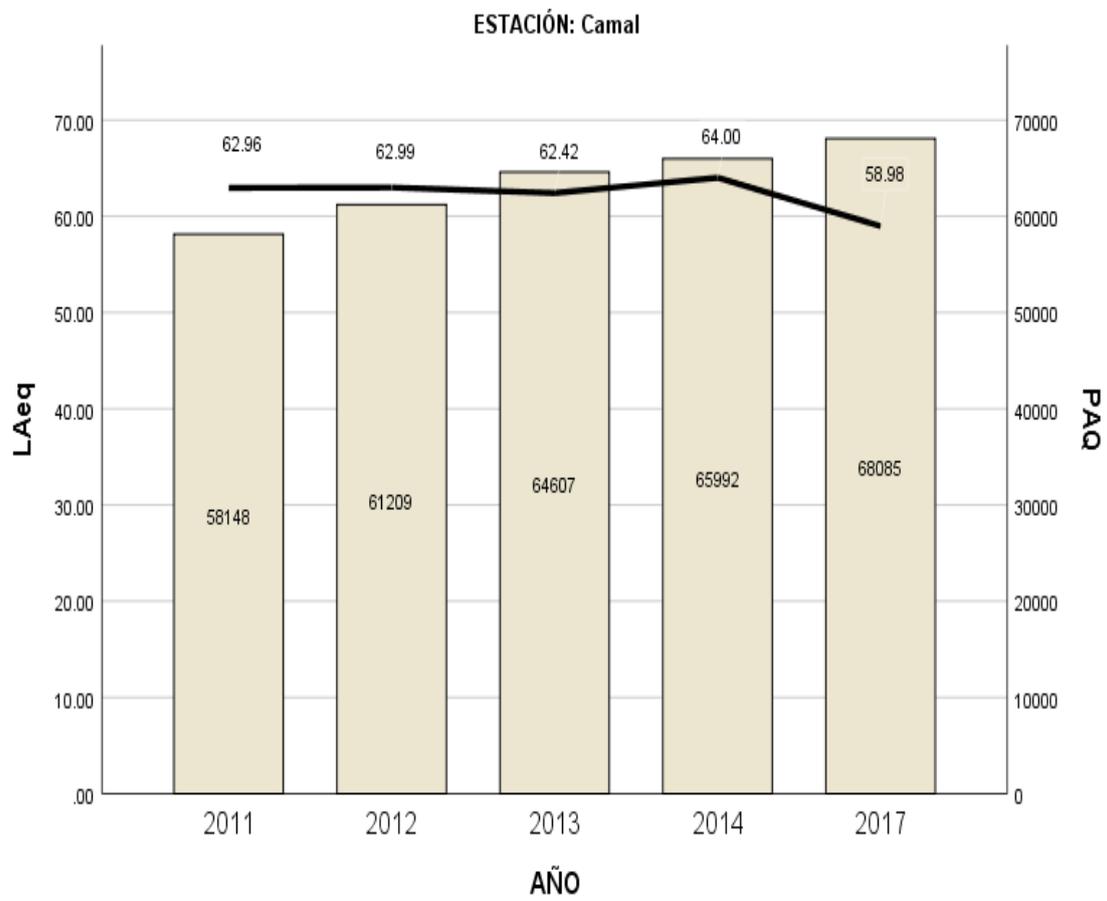


Figura 40. Promedios anuales de LAeq y cantidades de parque automotor de Quito de la estación El Camal

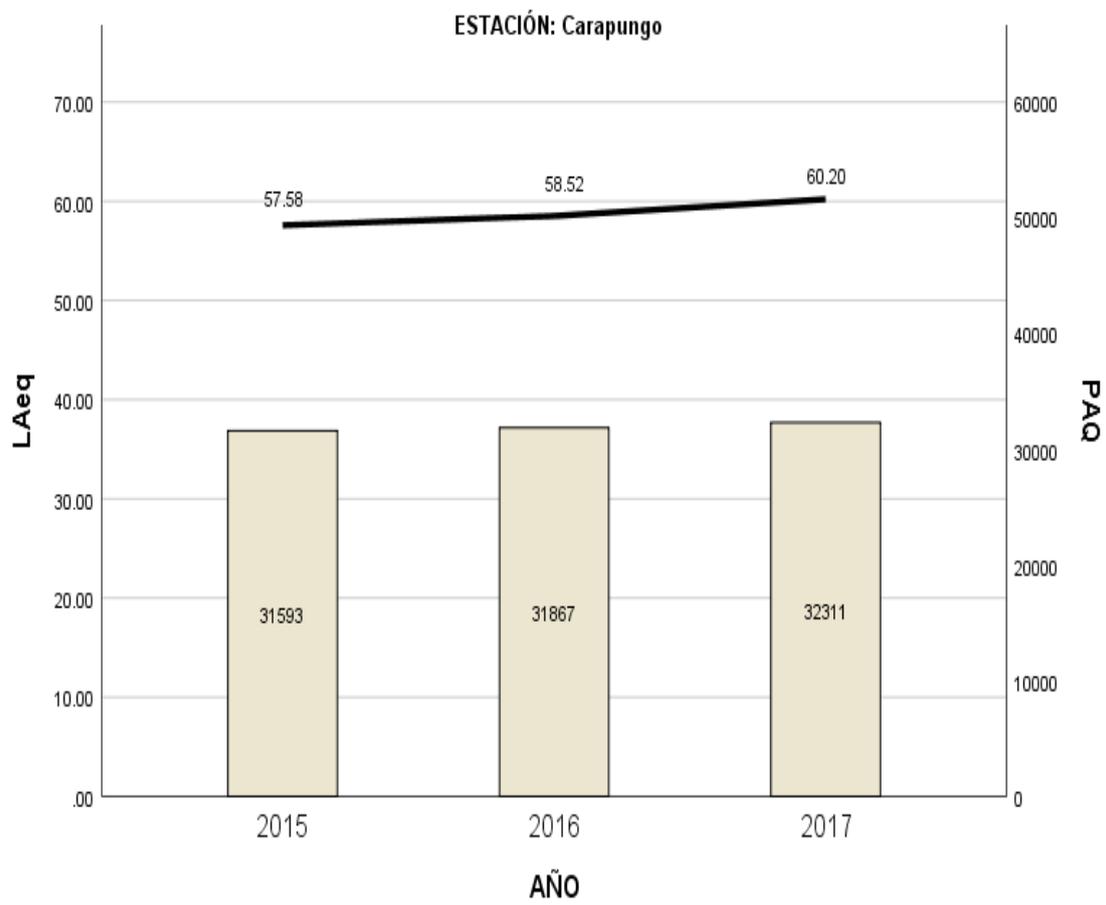


Figura 41. Promedios anuales de LAeq y cantidades de parque automotor de Quito de la estación Carapungo

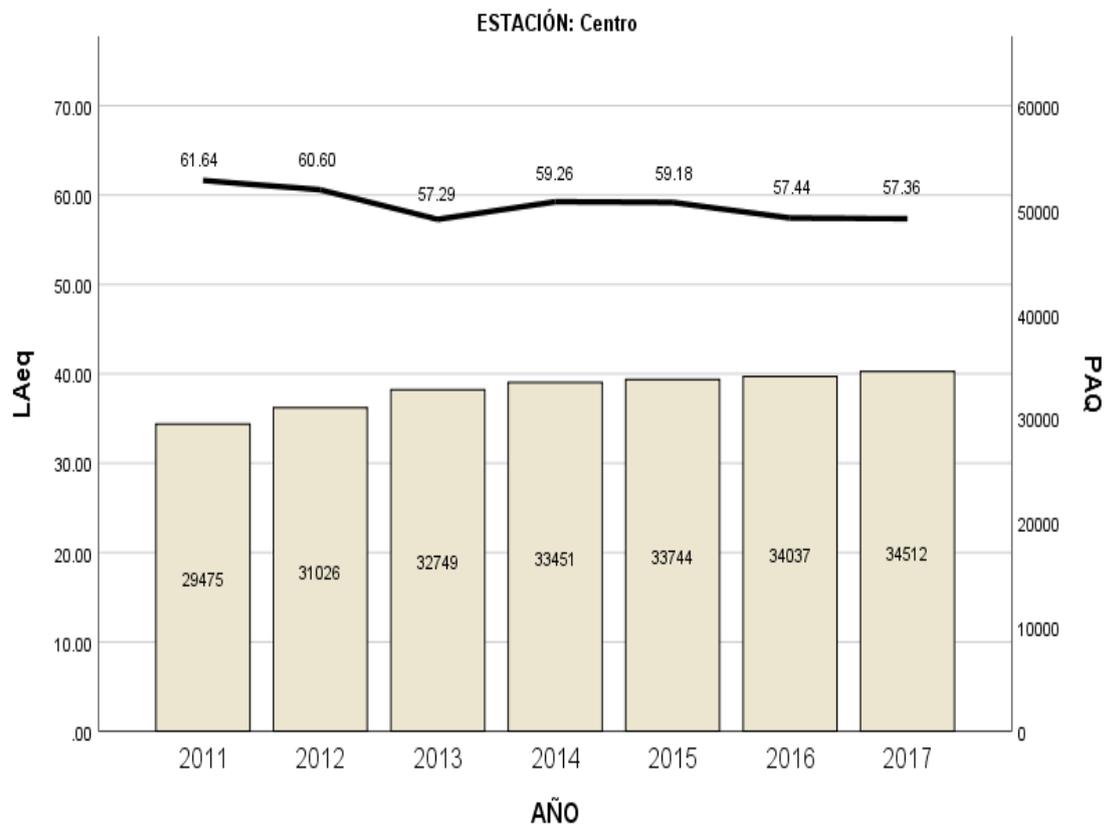


Figura 42. Promedios anuales de LAeq y cantidades de parque automotor de Quito de la estación Centro

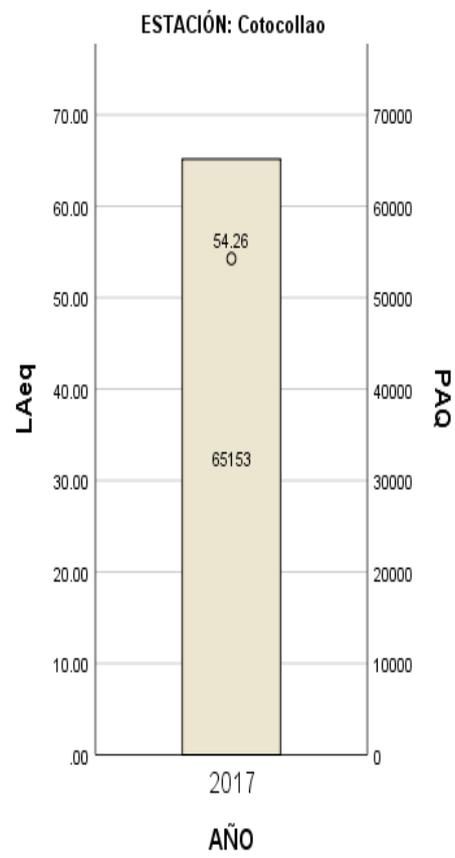


Figura 43. Promedio anual 2017 de LAeq y Cantidad de parque automotor de Quito de la estación Cotocollao

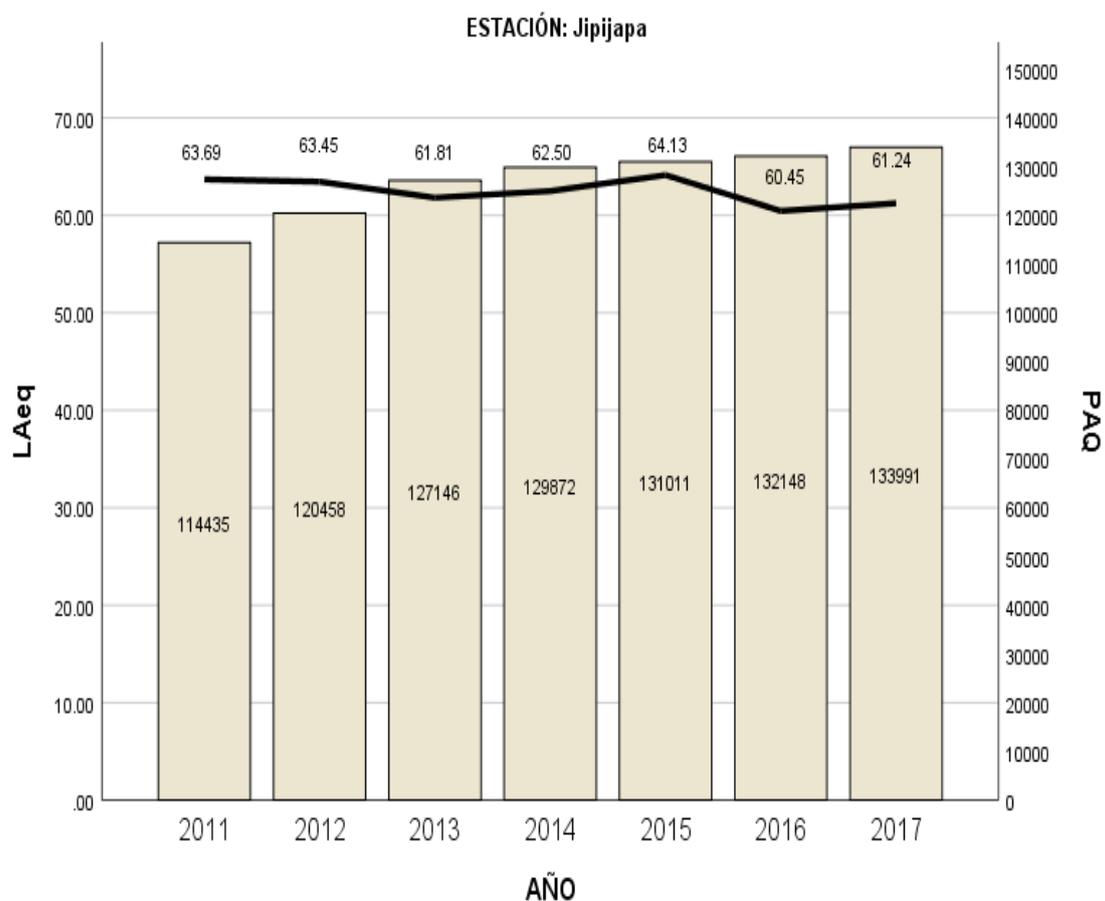


Figura 44. Promedios anuales de LAeq y cantidades de parque automotor de Quito de la estación Jipijapa

Tabla 35 .

Correlaciones entre LAeq anuales y parque automotor de Quito para cada estación de medición

	Camal	Carapungo	Centro	Cotocollao	Jipijapa
Coeficiente de Correlación de Pearson (LAeq y PAQ)	-0.5240	1.000*	-.849*		-0.5857
Sig. (2-tailed)	0.3647	0.0170	0.0155		0.1671
N	5	3	7	1	7

*. Correlación es significativa al nivel de 0.05 (2-tailed)

Tabla 36.

Correlación anual entre LAeq y el Parque Automotor de Quito

		LAeq	PAQ
LAeq	Pearson	1	.538**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		.008
	N	23	23
PAQ	Pearson	.538**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	.008	
	N	23	23

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

5.3.1. LAeq e intensidad media diaria del flujo de tráfico (IMD) (estación, año, hora, día laboral o de fin de semana)

Se compararon los valores de LAeq e IMD agrupados por estación, año, hora, día laboral y día de fin de semana en la Tabla anexo 3 y las Figuras 45, 46, 47, 48 y 49. Visualmente se observa en las figuras la existencia de una relación directa entre estas variables ya que sus valores varían entre horas de manera similar, es decir, varían en el mismo sentido. Esto se comprueba a través de la aplicación de una regresión bivariada cuyos resultados se muestran en las Tablas 37, 38, 39 y en la Figura 50. Se graficó la relación en una gráfica de dispersión lo cual indicó que la relación es positiva y lineal. La correlación entre LAeq e IMD del flujo de tráfico es estadísticamente significativa, $r=0.594$, $p<0.001$, $R^2 = 0.353$, y la ecuación de la regresión para predecir el LAeq a partir de la IMD es $y=56.36+0.02x$, donde 'y' da el valor de LAeq y 'x' es el valor de la IMD.

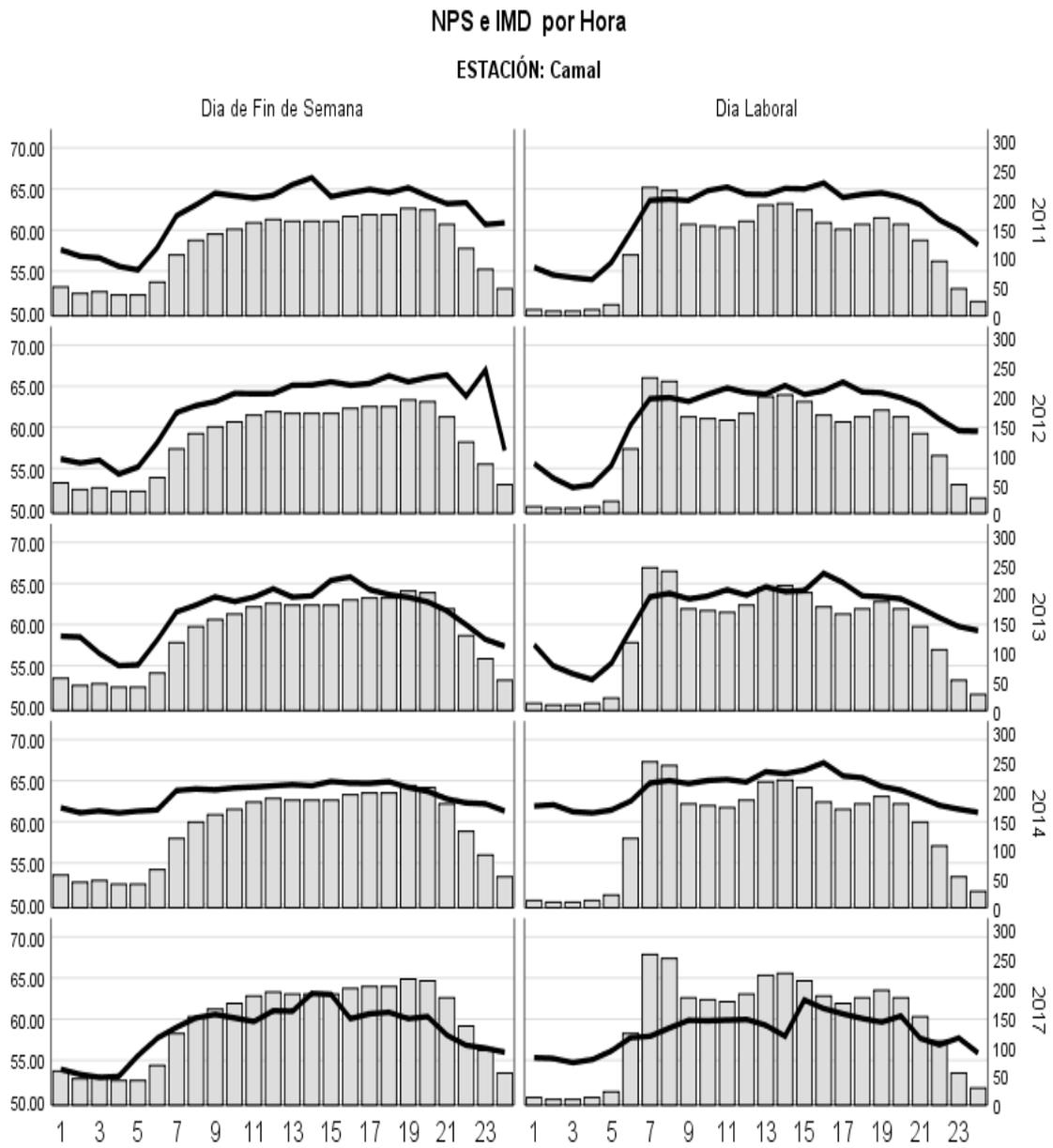


Figura 45. NPS e IMD por hora de la estación El Camal

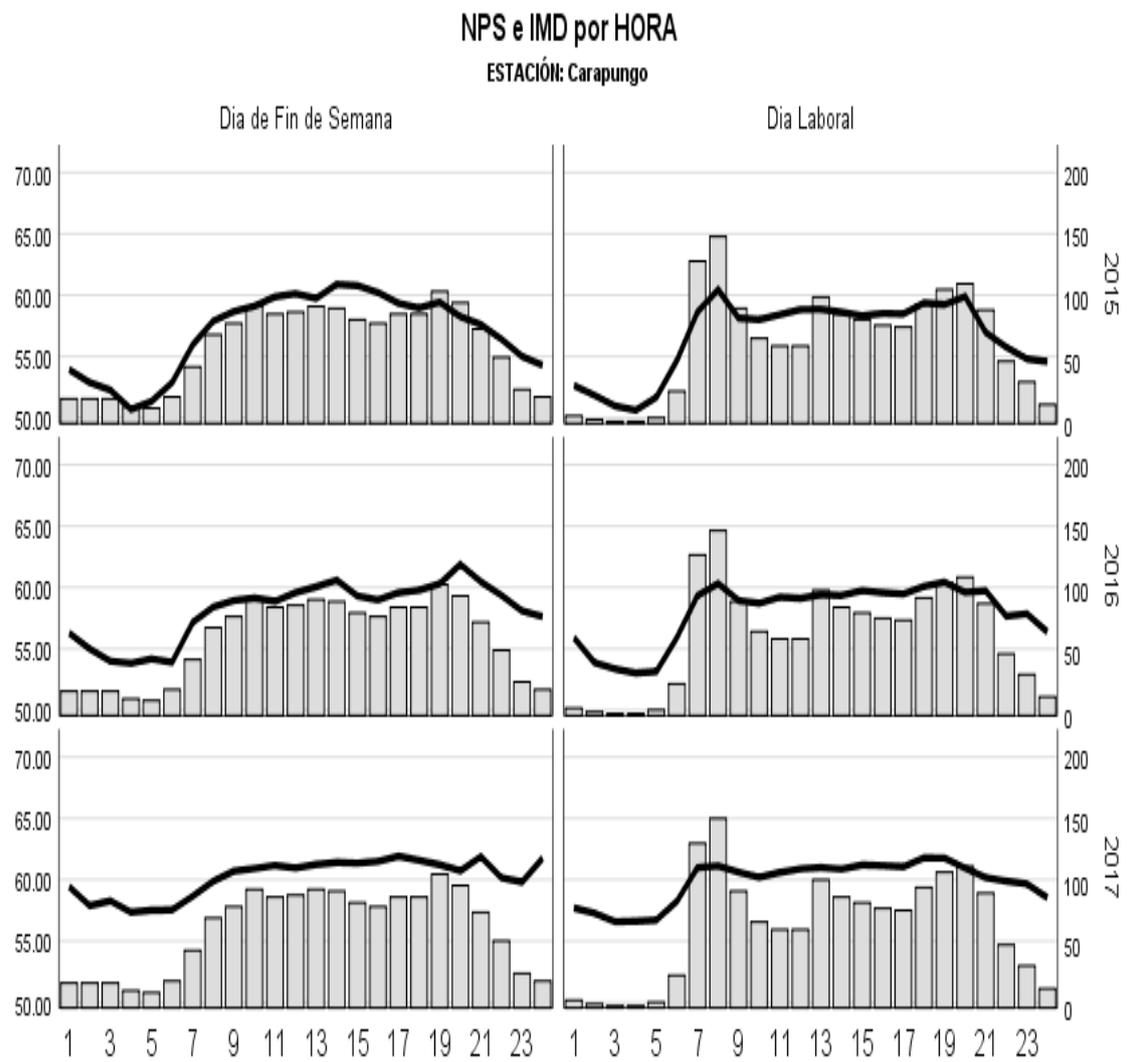


Figura 46. NPS e IMD por hora de la estación Carapungo

NPS e IMD por HORA

ESTACIÓN: Centro

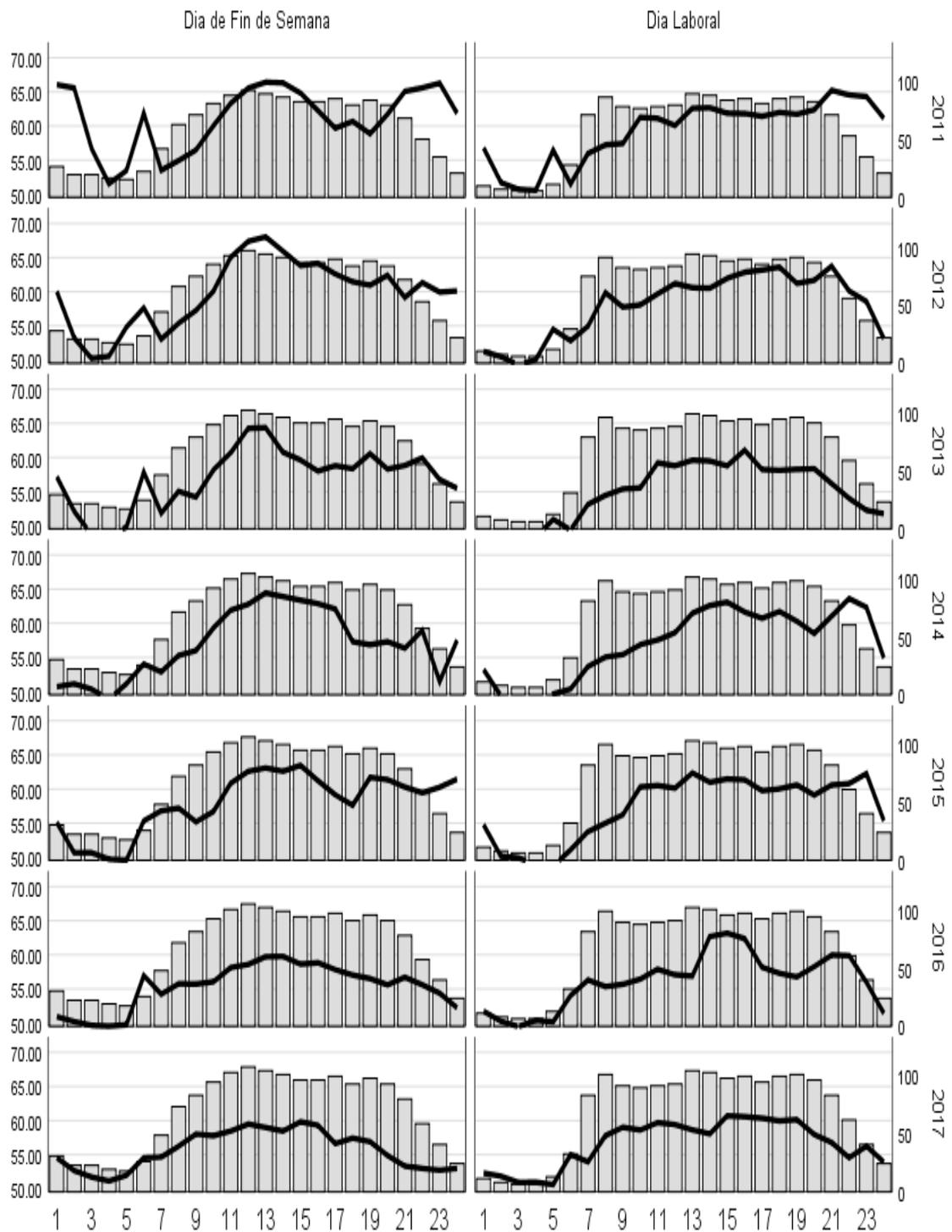


Figura 47. NPS e IMD por hora de la estación Centro

NPS e IMD por HORA

ESTACIÓN: Cotocollao

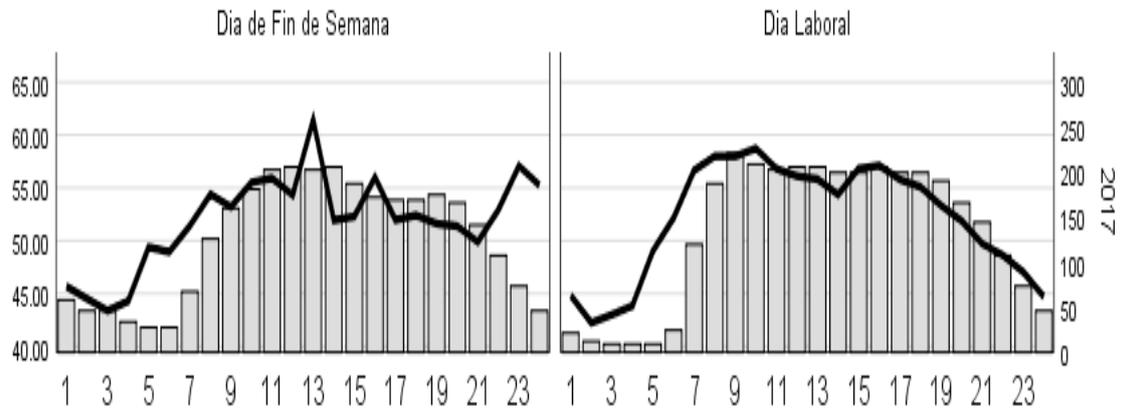


Figura 48. NPS e IMD por hora de la estación Cotocollao

NPS e IMD por HORA

ESTACIÓN: Jipijapa

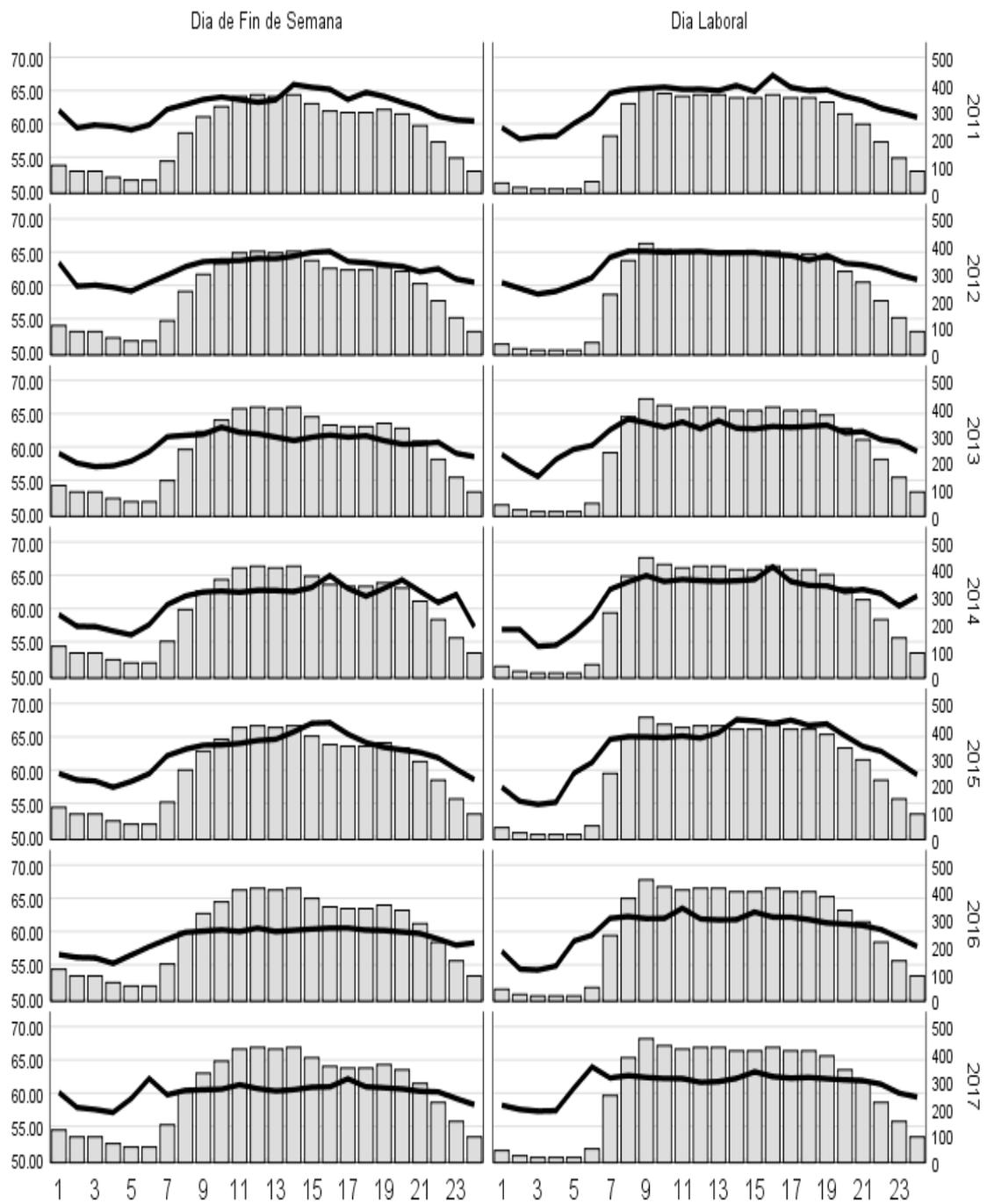


Figura 49. NPS e IMD por hora de la estación Jipijapa

Tabla 37.

Correlación de Pearson entre LAeq e IMD del flujo de tráfico

		NPS	IMD
NPS	Pearson Correlation	1	.594**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1104	1104
IMD	Pearson Correlation	.594**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1104	1104

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabla 38.

Resumen del modelo de la regresión entre LAeq e IMD

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.594 ^a	.353	.353	3.56487

a. Predictors: (Constant), IMD Quito

Tabla 39.

Coefficientes de la regresión entre LAeq e IMD

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	56.358	.164		344.278	.000
	IMD Quito	.022	.001	.594	24.533	.000

a. Dependent Variable: PROMEDIO

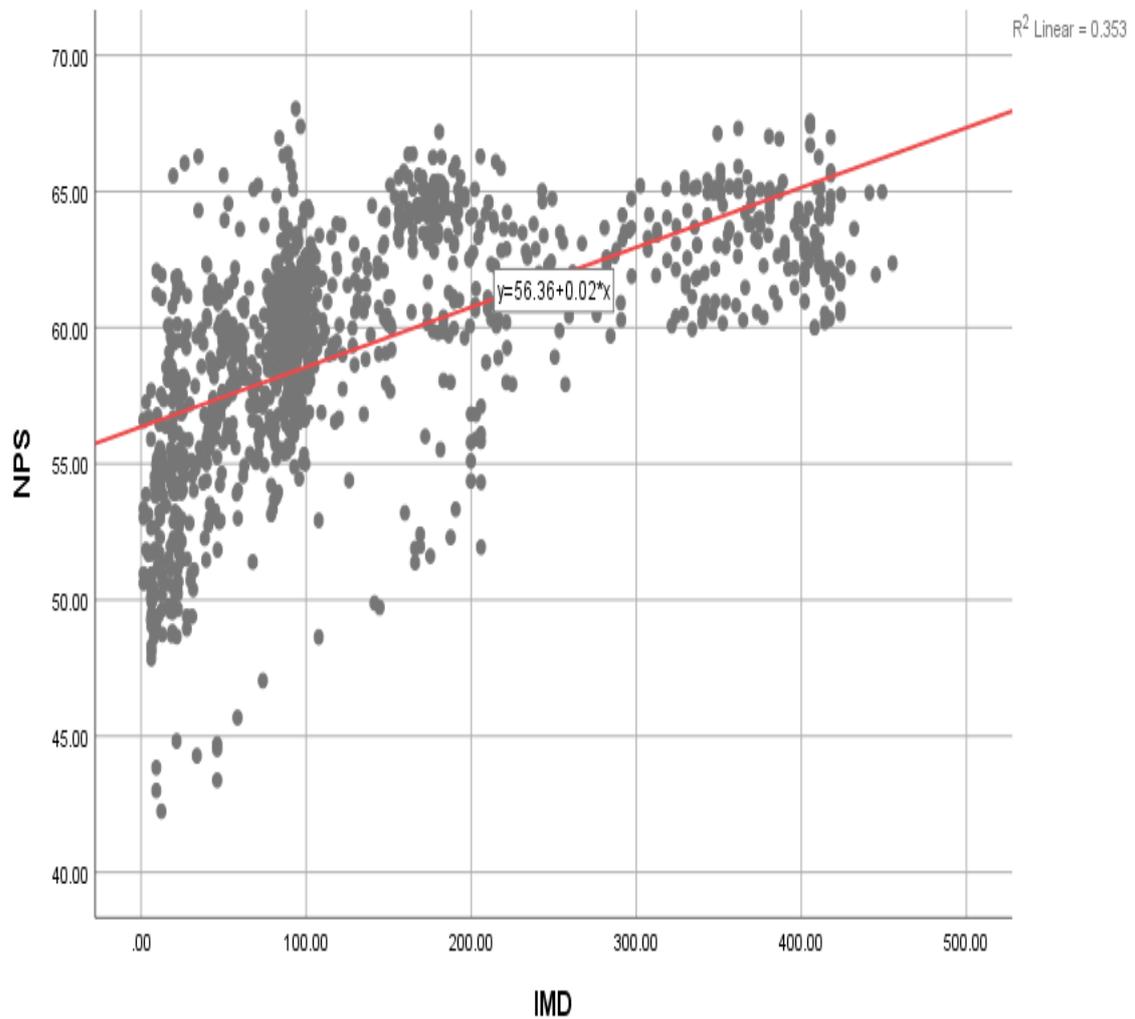


Figura 50. Gráfica de dispersión y línea de regresión entre NPS e IMD del flujo de tráfico

6. Capítulo VI. Discusión

En esta sección se ha discutido diferentes aspectos, respondiendo a una serie de preguntas que resumen los diferentes análisis realizados en este trabajo. Están enfocadas en comprobar las hipótesis de esta investigación.

6.1. ¿Cómo se relaciona la variación anual en los niveles de ruido con la variación del crecimiento vehicular en la ciudad de Quito?

Se observa que la variación en los niveles de ruido anuales en la mayoría de los casos es inversamente proporcional a la variación del crecimiento vehicular en la ciudad de Quito. La excepción se halló en la estación de Carapungo donde la relación es directamente proporcional al aumentar ambas variables con el pasar de los años. Esto se ratificó a través de las pruebas de correlación de Pearson realizadas por estación, donde los valores y signos de los coeficientes de correlación coincidieron con las variaciones observadas gráficamente. De estos resultados se puede afirmar que existen correlaciones significantes entre los LAeq y PAQ en las estaciones Carapungo y Centro debido a sus valores de significancia menores a 0.05.

El resultado de correlacionar estas mismas variables sin distinguir entre estaciones indica que en general sí existe una correlación estadísticamente significativa, de relación moderada y directamente proporcional entre los valores del LAeq y del PAQ.

Por otra parte, es irregular que Cotocollao, teniendo mayor parque automotor, sea menos ruidoso que Carapungo. También es inesperado que Jipijapa presente niveles de ruido mayores a los del Camal solamente por un decibel, mientras que su parque automotor es el doble del tamaño que el del Camal. Tal vez esto sea por los espacios abiertos alrededor de la estación de Cotocollao, o el hecho de que el micrófono en Carapungo se sitúa a una altura menor que en Cotocollao y más cercano a una calle. La similitud de niveles de ruido entre El Camal y Jipijapa es desconcertante cuando se comparan las cantidades de vehículos entre ambos sectores. En todo caso, estos son indicadores de la

necesidad de evaluar nuevamente las ubicaciones de los sonómetros mantener fijos a los futuros posicionamientos.

Adicionalmente, para analizar la relación a nivel horario entre el ruido ambiental y el crecimiento vehicular de Quito se correlacionaron los LAeq con las Intensidades Medias Diarias del Flujo de Tráfico de Quito. Estos resultados demuestran la existencia de una relación moderadamente fuerte, directamente proporcional, y estadísticamente significativa. Esto quiere decir que el comportamiento de la variación de niveles del Flujo de Tráfico puede demostrar la variación más probable que tendrá el nivel de ruido en todos los sectores.

A nivel general el estudio de la regresión lineal indicó que el 35.3% de las varianzas en los LAeq fue predecible a partir del valor de la IMD. Esto es una relación medianamente fuerte. Además, los resultados de la regresión permiten establecer que por cada incremento de 1 automóvil para IMD el LAeq aumentará en aproximadamente 0.02 dBs.

La estación Jipijapa presenta la mayor circulación de vehículos durante el día al tener valores de IMD mayores a 400 vehículos, seguido por El Camal y Cotocollao, los cuales sobrepasan intensidades medias diarias de 200, y luego por Carapungo y Centro con valores mayores a 100. Esto coincide en la mayoría de los casos con las variaciones de niveles de ruido entre las estaciones, excepto en Cotocollao donde los niveles de ruido son menores que en las demás estaciones. Esto puede ser debido a las condiciones del sitio en donde está situado el sonómetro. En Cotocollao, el micrófono está situado en un enclave netamente residencial con zonas verdes próximas y se encuentra ubicado a mayor distancia de las calles próximas que en el resto de las estaciones.

6.2. ¿Existe un patrón de variación anual de niveles de ruido durante los períodos vacacionales escolares?

Del análisis del comportamiento de la variación de LAeq por mes entre las estaciones puede concluirse que no existe un patrón común entre las estaciones anualmente, ni entre los promedios anuales de cada una. Esto fue corroborado con los resultados de la prueba ANOVA de un factor y la prueba Post Hoc, la cual agrupó a todos los meses juntos ya que no se pueden identificar diferencias entre ellas por tanta irregularidad entre estaciones para cada mes.

Vista esta inconsistencia entre los LAeq mensuales de las estaciones, se promediaron los niveles entre todos los años y estaciones únicamente agrupados por meses. De este modo se pudo representar a cada mes con un solo valor lo cual facilitó la comparación entre meses. Estos promedios globales fluctúan en un rango de 2.5 dB, lo cual es de muy poca diferenciación para la percepción de niveles sonoros. Esto coincide con la prueba Post Hoc anteriormente realizada, que no pudo establecer una separación entre grupos de acuerdo con rangos de LAeq.

En el mes de agosto era esperado que los niveles de ruido se redujeran en todas las estaciones ya que era de suponer que el flujo de tráfico debería reducirse debido a la inoperatividad de las instituciones educativas, pero este no fue el caso. El promedio de agosto tuvo un valor similar al de los demás meses. Esto sugiere que el flujo de tráfico no se ve significativamente influenciado por las vacaciones escolares, o que existen otras fuentes de ruido con mayor impacto en el ambiente que el ruido de tráfico. Esta última idea no parecería ser el caso ya que no existen industrias o fábricas cercanas a los puntos de mediciones, ni ruido aéreo desde que dejó de funcionar el

aeropuerto en Quito en 2013, y tampoco existen trenes que pasen por la ciudad ni otras maquinarias con turbinas grandes cercanas a las estaciones de mediciones.

6.3. ¿Coinciden los horarios de mayor nivel de ruido con horas de ingreso y de salida a unidades educativas y de trabajos de oficina y con horas de pico y placa?

Se han observado dos tendencias en el análisis de la variación de LAeq entre los años para cada estación de medición en horarios pico y normal. La primera es que los promedios globales de ruido durante horas pico suelen superar por aproximadamente 5 dB a aquellos durante horas normales. La segunda tendencia es la disminución de niveles en ambos horarios al pasar los años.

Adicionalmente, se compararon los datos solamente entre horas pico y normales sin distinguir estaciones ni períodos de tiempo. Los resultados sugieren que durante las horas pico los valores de LAeq aumentan un promedio de 2.78 dBs sobre los promedios de las horas normales. Esto aporta a la comprobación de la hipótesis planteada que los horarios de mayor nivel de ruido coinciden con las horas de pico y placa, de horas de ingreso y de salida a unidades educativas, y de trabajos de oficina.

En cuanto a los LAeq clasificados por años, meses, horas pico y normales, los promedios más altos entre las estaciones fueron medidos en la estación Jipijapa, seguida por la estación El Camal. Únicamente en la estación Cotocollao se registraron durante las horas normales niveles menores a los recomendados por la OMS para horarios diurnos. En horas pico esto no es el caso ni en Cotocollao. Cabe mencionar que las horas normales constan de horas día y noche por lo que no es posible confirmar que los niveles de las

horas normales cumplen con las recomendaciones de la OMS. Otro aspecto comentable es que los promedios de los niveles medidos durante el mes de agosto no presentan disminuciones notables en comparación con los demás meses en ninguna estación de medición.

Las gráficas de los LAeq agrupados por días en horas pico muestran la tendencia entre las estaciones de subir los viernes y disminuir en domingos con respecto a los niveles de los demás días que tienden a mantener niveles parecidos durante horas pico, sin variaciones notables.

6.4. ¿Existen horarios con niveles LAeq superiores a aquellos recomendados por la OMS como límites de exposición sonora para el cuidado de la salud?

En cuanto tiene que ver con el cumplimiento de los niveles de ruido recomendados por la OMS durante horas del día, solamente en las estaciones del Camal, Centro y Cotocollao se presentan niveles inferiores a estos límites para el bienestar de la salud, y esto es en cuanto a los niveles del L_{90} , es decir, el ruido de fondo del sector. Al analizar los L_{10} que representan los niveles de ruido del tráfico, ninguna estación registra valores menores a los 53 dBA recomendados. Para el horario de la noche solamente en Cotocollao se han registrado niveles inferiores a los 45 dBA recomendados por la OMS, y son valores de L_{90} .

Analizando las diferencias entre los valores percentiles L_{10} y L_{90} se distingue que durante la noche las grandes diferencias entre los valores de estos niveles de ruido de fondo y niveles de impulsos probablemente se deben a que este horario consta de horas con niveles de actividades de ambos extremos: horas todavía con circulación de automóviles y actividades nocturnas de la población,

además de horas sin casi nada de circulación vehicular ni de actividades de ninguna clase.

En definitiva, los niveles de LAeq globales sobre pasan los límites de niveles de ruido recomendados por la OMS. La excepción se da en la estación Cotocollao donde los niveles en el 2018 están por debajo de los 53 dB, pero estos registros del 2018 solamente fueron de la mitad de ese año, probablemente el promedio incrementaría al incluir los demás meses del año que faltaban medirse.

Los niveles agrupados por estación, año, y horario día o noche indican que ninguna estación presenta niveles anuales de ruido menores a los valores límites recomendados por la OMS de 53 dBs durante el día ni 45 dBs durante la noche. En la mayoría de las estaciones los LAeq anuales han ido disminuyendo desde el 2011 hasta el 2018. Las excepciones a esta tendencia han sido en las estaciones Carapungo y Jipijapa. En Carapungo ha habido un aumento de niveles de 2 dBs en el horario día y de 4 dBs en el horario noche. En Jipijapa los niveles bajaron y subieron para luego volver a bajar, pero en medidas de entre 1 o 2 dBs entre cada año. A pesar de esto si presenta una disminución de niveles desde el 2011 hasta el 2018 como la mayoría de las estaciones. Cabe destacar que estos resultados son promedios logarítmicos de todas las mediciones horarias por lo que no representan NPS picos ni mínimos. Estos valores representan una energía constante de ruido para cada año en cada sector de las estaciones durante los diferentes horarios diurnos y nocturnos.

Por otra parte, las comparaciones de LAeq entre días laborales y días de fin de semana han dado como resultado que los valores son similares en ambos

periodos. En otras palabras, estos horarios no afectan los valores de LAeq lo suficiente como para ser estadísticamente relevantes.

De similar manera, al analizar los niveles de ruido clasificados por estación, año, mes y horarios de día y noche, no se encontraron patrones comunes debido a las variaciones de cada año. Sin embargo, al promediar los años tampoco se puede demostrar que los LAeq sean dependientes de los meses. Entonces procediendo a eliminar las demás variables conflictivas, como son la estación y los horarios día y noche, finalmente se logra obtener un valor representativo de cada mes, pero como se acaba de explicar, estos valores dependerán de muchos otros factores para poder hacer un análisis menos ambiguo.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

En el presente estudio se ha analizado el comportamiento de los niveles sonoros continuos equivalentes con ponderación A medidos en cinco estaciones de monitoreo de la ciudad de Quito desde el 2011 hasta el 2018. Estos datos fueron clasificados y promediados de acuerdo con distintos períodos de tiempo, tanto para cada estación como a nivel global, entre todas las estaciones. A continuación, se enlistan las conclusiones alineadas con los objetivos de este trabajo, y otras que se han dado durante la realización de este estudio y que tienen relación al tema tratado.

Primeramente, se logró consolidar en una única base de datos los NPS medidos en las cinco estaciones de mediciones de ruido en Quito, utilizando el software Microsoft Excel. El procesamiento de los datos fue realizado en su mayoría en este programa informático, ya que permitía con mayor facilidad un cálculo de promedios logarítmicos para agrupaciones diferentes de los valores de ruido.

Se cumplió con la evaluación de pruebas estadísticas como regresiones lineales, pruebas Post Hoc, correlaciones de Pearson, y Pruebas T independientes, mediante el uso del software IBM SPSS Statistics. Además, este programa facilitó la generación de tablas de estadística descriptiva, gráficas lineales, de barras y otros necesarios para realizar este objetivo.

En cuanto a los patrones de los niveles de ruido, los resultados evidencian ciertos patrones de estos valores según diferentes períodos de tiempo. Desde

el año 2011 hasta el 2018, los niveles de ruido han ido disminuyendo, con excepción en la estación Carapungo en donde ha habido aumentos durante los últimos tres años. Estas variaciones, sean de incrementos o disminuciones, presentan una mediana de 0.86 dBs, o una variación del 1.4% de nivel de ruido de año a año.

Se concluye también que los horarios de mayor ruido coinciden con horas pico de tráfico. Además, el día de la semana con menor ruido es suele ser domingo, el mes menos ruidoso suele ser octubre, el mes más ruidoso es noviembre, en horas de la noche suele haber menos ruido, las horas menos ruidosas suelen ser de madrugada entre 2 y 4 de la mañana.

Además, los promedios de LAeq tanto en horario diurno como en el nocturno superan los límites recomendados por la OMS, por lo que se puede asumir que el ruido urbano está provocado efectos adversos en la salud y perturbaciones del sueño de la población a causa de la exposición a los elevados niveles de ruido existentes en la ciudad de Quito.

Por su parte, el mes de agosto no resultó estar entre los meses menos ruidosos, sino el mes de octubre. Por lo tanto, se puede afirmar que, según estas bases de datos, no existe disminución de niveles de ruido durante los períodos vacacionales escolares.

Por otro lado, se ha realizado una comparación entre los patrones temporales identificados y la variación del parque automotor de Quito, y se ha concluido que éste es inversamente proporcional con el LAeq en las estaciones El Camal, Centro y Jipijapa, y es directamente proporcional en la estación Carapungo; además, el 35.3% de las variaciones de niveles de ruido son influenciados por

la Intensidad Media Diaria del Flujo de Tráfico, con la estimación de que por cada vehículo que incrementa en el flujo, el ruido aumenta en 0.02 dB.

Adicionalmente, se concluyeron algunos aspectos sobre los equipos de medición. Primero, las posiciones superiores a los 4 metros de altura de los equipos de medición de ruido implican que las mediciones registradas por estos equipos no representan adecuadamente a los niveles de ruido de mayor interés. Sitios en donde las molestias por ruido son mayores corresponden a alturas de un segundo piso de edificios del sector.

Si bien es cierto que las alturas de las estaciones de mediciones de ruido en la REMMAQ cumplen con aquellas recomendadas por la normativa 40 CFR Apéndice E de la parte 58, y la guía OMM-N.º 8, sin embargo, estas tratan sobre las ubicaciones de los puntos de medición para equipos relacionados a la medición de partículas y gases en el aire, más no de niveles de ruido. En la mayoría de los casos no cumplen con las especificaciones dadas por la Directiva 2002/49/CE que trata sobre procedimientos y cálculos de los niveles de ruido en espacios abiertos.

Aparte de mantener constancia entre las alturas de los micrófonos de las diferentes estaciones de mediciones para que los valores sean comparables, el micrófono tampoco debe estar a menos de un metro de otras superficies reflectoras, y la ubicación de los micrófonos debería ser de tal manera que reflejen la población más expuesta según el tipo de actividad predominante de los diferentes sectores de la ciudad.

Así mismo, la variación entre las condiciones y ubicaciones de los sonómetros con respecto al suelo y las fuentes de ruido implica un factor de variabilidad impredecible sobre los resultados, lo suficientemente influyente como para

generar incertidumbre sobre la veracidad de resultados provenientes de la unificación de las bases de datos de las diferentes estaciones.

Se concluyó también que en la normativa que tiene Ecuador con respecto al ruido, no constan procedimientos de medición ni niveles máximos permitidos en cuanto al ruido ambiental. Esto es perjudicial para el desarrollo sostenible del país, ya que no está planteado un objetivo en cuanto al tratamiento y gestión del ruido ambiental, ni en cuanto a la implementación de estrategias de control de este.

Adicionalmente, se observó que, a pesar de los esfuerzos por mejorar la situación del ruido ambiental en la ciudad, aún falta por verse cambios mayores a nivel gubernamental para generar concientización y control a tal grado que la población le dé la importancia debida a los efectos sobre la salud que el ruido ambiental genera sobre ellos, que sepan cómo cuidarse de ello, y fomentar su participación en el cumplimiento de un plan de reducción de ruido.

7.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones anteriores se idearon las siguientes proyecciones que puedan servir para plantear futuras investigaciones.

Para empezar, los resultados con respecto a los niveles de ruido que sobrepasan los límites recomendados por la OMS justificarían futuras investigaciones sobre los efectos adversos del ruido para la salud y sobre el sueño de la población quiteña.

En cuanto a los meses de interés, los promedios globales mensuales indican que octubre es el de menor ruido ambiental, y que noviembre y diciembre son los más ruidosos, mientras que agosto no representa un mes de mayores cambios. La justificación de estos indicadores en cuanto a actividades en la ciudad durante estos meses podría ser tema de una investigación futura.

Por otra parte, debido a que las mediciones que registran los equipos ubicados en alturas mayores a 4 metros no representan los niveles de ruido que serían percibidos como en un segundo piso de los edificios del sector, sitio en donde las molestias por ruido son mayores, los datos recopilados deberían ser comparados con mediciones realizadas bajo las recomendaciones adecuadas para ruido ambiente en la misma dirección. Esto comprobaría la veracidad de las mediciones o mostrar la necesidad de ubicar el micrófono de la estación de medición en un sitio más adecuado. Dado que este último fuese el caso, las mediciones de estos años entonces no podrían ser utilizadas para ningún tipo de estudio y deberían ser desechos para comenzar a medir nuevamente desde cero aplicando la corrección de la ubicación del micrófono.

De todo lo anterior, la propuesta de la elaboración de una normativa sobre niveles máximos de ruido ambiental y procedimientos detallados sobre la medición adecuada del mismo ayudarían al país y al mundo a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

Referencias

- Ávila, P., & Bravo-Moncayo, L. (2015). Relación entre la exposición al ruido ambiental y la molestia que ocasiona en aulas de educación media en Quito, Ecuador. In IX Congreso Iberoamericano de Acústica, FIA2014 (p. 10). ResearchGate.net. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de https://www.researchgate.net/publication/283579408_Relacion_entre_la_exposicion_al_ruido_ambiental_y_la_molestia_que_ocasiona_en_aulas_de_educacion_media_en_Quito_Ecuador
- Bravo-Moncayo, L. A., Lucio-Naranjo, J., & García, I. P. (2016). Uso de redes neuronales artificiales en la valoración económica de ruido de tráfico. EuroRegio2016. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <http://oa.upm.es/46809/>
- Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S (2001). *Environmental Noise*. Recuperado el 4 de noviembre de 2018 de <https://www.bksv.com/media/doc/br1626.pdf>
- Brüel & Kjær. (s.f.) *Environmental Noise Measurement*. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <https://www.bksv.com/media/doc/br0139.pdf>
- Cortinas Acústicas (2018). Salud y Niveles de Ruido. Recuperado el 8 de noviembre de 2018 de <https://www.cortinasacusticas.net/wp-content/uploads/2018/08/salud-y-niveles-de-ruido.jpg>

Dirección de Registro y Administración Vehicular de la AMT de Quito (2018). AMT-DRAV-2018-7135: Impresiones estadísticas del número de vehículos que acuden a la revisión técnica vehicular

Diario El Comercio (2016). Camiones distribuidores de gas reemplazan el pito por una nueva canción en Quito. Recuperado el 15 de diciembre de 2018 de <https://www.elcomercio.com/actualidad/camionesdistribuidores-gas-pito-cancion-quito.html>

Diario El Comercio (2015). La maternidad municipal funcionará en la vieja Clínica Villa Flora. Recuperado el 20 de diciembre de 2018 de <https://www.elcomercio.com/actualidad/maternidad-municipio-clinica-villaflora-mudanza.html>

Echeverri, C. (2009). Vigilancia de Ruido para los Municipios Que Conforman El Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista Ingenierías. Universidad de Medellín*, 8(14), 21–38. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n14/v8n14a03.pdf>

Fritschi, L., Brown, A. L., Kim, R., Schwela, D., & Kephelopoulos, S. (2011). *Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization*, 1–106. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <https://doi.org/10.1080/13504630.2011.629519>

González, J. (2006). Estudio comparativo de la evolución del ruido en distintos puntos de una ciudad. *TecniAcustia Gandia*, 6.

Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2014). *Environmental noise pollution in the United States: Developing an effective public health response*. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115–119. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <https://doi.org/10.1289/ehp.1307272>

Hänninen, O., Knol, A. B., Jantunen, M., Lim, T.-A., Conrad, A., Rappolder, M., ... EBoDE Working Group. (2014). *Environmental Burden of Disease in Europe: Assessing Nine Risk Factors in Six Countries*. *Environmental Health Perspectives*, 122(5), 439–446. Recuperado el 4 de noviembre de 2018 de <https://doi.org/10.1289/ehp.1206154>

IBM Knowledge Center. (s.f.) *IBM SPSS Statistics: Características principales*. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_sub/statistics_mainhelp_ddita/spss/base/core_container.html

Licitra, G. (2012). *Noise Mapping in the EU, Models and Procedures*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Mier Tapia, F. W. (2017). *Optimización de mapas de ruido a través de sistemas de información geográfica. Caso de estudio: Centro Histórico de Quito*. Universidad de las Américas. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8315>

Ministerio de Ambiente del Ecuador (2015). Registro Oficial Suplemento 387 de 4 de noviembre de 2015 - Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles.

Recuperado el 5 de noviembre de 2108 de http://gis.ua-zuay.edu.ec/ierse/links_doc_contaminantes/REGISTRO%20OFICIAL%20387%20-%20AM%20140.pdf

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. (2014). *Noise-Induced Hearing Loss. National Institutes of Health*, (99–4233). Recuperado el 5 de noviembre de 2108 de <https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/NoiseInducedHearingLoss.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2018) *Environmental Noise Guidelines for the European Region – Executive Summary*. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/383922/noise-guidelines-exec-sum-eng.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud (1999) *Guías para el Ruido Urbano*. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>

Pacheco Bucheli, E. D. (2017). *Validación del modelo predictivo de ruido de tráfico según el método común europeo en las condiciones vehiculares de la ciudad de Quito*. Universidad de las Américas. Recuperado el 4 de noviembre de 2018 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7353>

Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, (2002). DO L 189 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, p. 13. Recuperado el 4 de

noviembre de 2018 de
<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=ES>

Rubianes, F. (2009). Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo para la Red Mínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y. UISEK. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/389/4/RESUMEN EJECUTIVO MAPA DE RUIDO DE QUITO ZONA 2.pdf>

Ruiz Maya Pérez, L., & Martín-Pliego López, F. (2008). *Fundamentos de inferencia estadística*. Madrid: Thomson.

Secretaría de Ambiente - GAD del Distrito Metropolitano de Quito (2018). Informe de Calidad de Aire 2017. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/informes>

Secretaría de Movilidad. (2014). Diagnóstico de la Movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/pdf/diagnosticomovilidad.pdf>

Secretaría General de Planificación de Quito. (2014). Diagnóstico Estratégico del Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-con->

tent/uploads/documentos/pdf/Parte%201%20Enfoque%20y%20metodo%20y%20Parte%203.pdf

Statistics Solutions. (2013). *What is Linear Regression*. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de <https://www.statisticssolutions.com/what-is-linear-regression/>

Unidad de Investigación, Análisis y Monitoreo - Secretaría de Ambiente - GAD del Distrito Metropolitano de Quito (2018). Datos de LAeq horario

Vega D. y Parra R. (2014). Caracterización de la intensidad media diaria y de los perfiles horarios del tráfico vehicular del Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/186/188>

Xunta de Galicia - Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestructura. (2012). *Ruido Ambiental Informe 2012*. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de http://www.meteogalicia.gal/datosred/infoweb/meteo/docs/ruido/Informe-Ruido_Amb_es.pdf

ANEXOS

Tabla anexo 1.

Resultados de la prueba post Hoc de LAeq por horas

<i>Multiple Comparisons</i>						
Dependent Variable: NPS HORA-DIA DE LA SEMANA						
Tukey HSD						
(I) HORA	(J) HORA	Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	1.25240	.42238	.317	-.2848	2.7896
	3	1.87892*	.42238	.002	.3417	3.4162
	4	1.81561*	.42238	.004	.2784	3.3529
	5	-.04891	.42238	1.000	-1.5862	1.4883
	6	-1.89439*	.42238	.002	-3.4316	-.3572
	7	-3.95646*	.42238	.000	-5.4937	-2.4192
	8	-4.87262*	.42238	.000	-6.4099	-3.3354
	9	-5.08538*	.42238	.000	-6.6226	-3.5481
	10	-5.39688*	.42238	.000	-6.9341	-3.8596
	11	-5.89992*	.42238	.000	-7.4372	-4.3627
	12	-5.93910*	.42238	.000	-7.4763	-4.4019
	13	-6.20325*	.42238	.000	-7.7405	-4.6660
	14	-6.36963*	.42238	.000	-7.9069	-4.8324
	15	-6.68065*	.42238	.000	-8.2179	-5.1434
	16	-6.83262*	.42238	.000	-8.3699	-5.2954
	17	-6.16663*	.42238	.000	-7.7039	-4.6294
	18	-5.85827*	.42238	.000	-7.3955	-4.3210
	19	-5.37484*	.42238	.000	-6.9121	-3.8376
	20	-4.91971*	.42238	.000	-6.4570	-3.3825
	21	-4.41601*	.42238	.000	-5.9533	-2.8788
	22	-3.36022*	.42238	.000	-4.8975	-1.8230
	23	-2.25213*	.42238	.000	-3.7894	-.7149
	24	-.89519	.42238	.907	-2.4324	.6421
	2	1	-1.25240	.42238	.317	-2.7896	.2848
3		.62652	.42238	.999	-.9107	2.1638
4		.56321	.42238	1.000	-.9740	2.1005
5		-1.30131	.42238	.245	-2.8386	.2359
6		-3.14679*	.42238	.000	-4.6840	-1.6096
7		-5.20886*	.42238	.000	-6.7461	-3.6716
8		-6.12502*	.42238	.000	-7.6623	-4.5878
9		-6.33778*	.42238	.000	-7.8750	-4.8005
10		-6.64928*	.42238	.000	-8.1865	-5.1120
11		-7.15232*	.42238	.000	-8.6896	-5.6151
12		-7.19150*	.42238	.000	-8.7287	-5.6543
13		-7.45565*	.42238	.000	-8.9929	-5.9184
14		-7.62203*	.42238	.000	-9.1593	-6.0848
15		-7.93305*	.42238	.000	-9.4703	-6.3958
16		-8.08502*	.42238	.000	-9.6223	-6.5478
17		-7.41903*	.42238	.000	-8.9563	-5.8818
18		-7.11067*	.42238	.000	-8.6479	-5.5734
19		-6.62724*	.42238	.000	-8.1645	-5.0900
20		-6.17211*	.42238	.000	-7.7094	-4.6349
21		-5.66841*	.42238	.000	-7.2057	-4.1312
22		-4.61262	.42238	.000	-6.1499	-3.0754

	23	-3.50453 [*]	.42238	.000	-5.0418	-1.9673
	24	-2.14759 [*]	.42238	.000	-3.6848	-.6103
3	1	-1.87892 [*]	.42238	.002	-3.4162	-.3417
	2	-.62652	.42238	.999	-2.1638	.9107
	4	-.06331	.42238	1.000	-1.6006	1.4739
	5	-1.92784 [*]	.42238	.001	-3.4651	-.3906
	6	-3.77332 [*]	.42238	.000	-5.3106	-2.2361
	7	-5.83539 [*]	.42238	.000	-7.3726	-4.2981
	8	-6.75155 [*]	.42238	.000	-8.2888	-5.2143
	9	-6.96431 [*]	.42238	.000	-8.5016	-5.4271
	10	-7.27580 [*]	.42238	.000	-8.8130	-5.7386
	11	-7.77884 [*]	.42238	.000	-9.3161	-6.2416
	12	-7.81802 [*]	.42238	.000	-9.3553	-6.2808
	13	-8.08218 [*]	.42238	.000	-9.6194	-6.5449
	14	-8.24855 [*]	.42238	.000	-9.7858	-6.7113
	15	-8.55957 [*]	.42238	.000	-10.0968	-7.0223
	16	-8.71155 [*]	.42238	.000	-10.2488	-7.1743
	17	-8.04555 [*]	.42238	.000	-9.5828	-6.5083
	18	-7.73719 [*]	.42238	.000	-9.2744	-6.1999
	19	-7.25376 [*]	.42238	.000	-8.7910	-5.7165
	20	-6.79864 [*]	.42238	.000	-8.3359	-5.2614
	21	-6.29493 [*]	.42238	.000	-7.8322	-4.7577
	22	-5.23915 [*]	.42238	.000	-6.7764	-3.7019
	23	-4.13106 [*]	.42238	.000	-5.6683	-2.5938
	24	-2.77411 [*]	.42238	.000	-4.3114	-1.2369
4	1	-1.81561 [*]	.42238	.004	-3.3529	-.2784
	2	-.56321	.42238	1.000	-2.1005	.9740
	3	.06331	.42238	1.000	-1.4739	1.6006
	5	-1.86453 [*]	.42238	.002	-3.4018	-.3273
	6	-3.71001 [*]	.42238	.000	-5.2473	-2.1728
	7	-5.77208 [*]	.42238	.000	-7.3093	-4.2348
	8	-6.68823 [*]	.42238	.000	-8.2255	-5.1510
	9	-6.90100 [*]	.42238	.000	-8.4382	-5.3638
	10	-7.21249 [*]	.42238	.000	-8.7497	-5.6752
	11	-7.71553 [*]	.42238	.000	-9.2528	-6.1783
	12	-7.75471 [*]	.42238	.000	-9.2920	-6.2175
	13	-8.01887 [*]	.42238	.000	-9.5561	-6.4816
	14	-8.18524 [*]	.42238	.000	-9.7225	-6.6480
	15	-8.49626 [*]	.42238	.000	-10.0335	-6.9590
	16	-8.64824 [*]	.42238	.000	-10.1855	-7.1110
	17	-7.98224 [*]	.42238	.000	-9.5195	-6.4450
	18	-7.67388 [*]	.42238	.000	-9.2111	-6.1366
	19	-7.19045 [*]	.42238	.000	-8.7277	-5.6532
	20	-6.73533 [*]	.42238	.000	-8.2726	-5.1981
	21	-6.23162 [*]	.42238	.000	-7.7689	-4.6944
	22	-5.17584 [*]	.42238	.000	-6.7131	-3.6386
	23	-4.06774 [*]	.42238	.000	-5.6050	-2.5305
	24	-2.71080 [*]	.42238	.000	-4.2480	-1.1736
5	1	.04891	.42238	1.000	-1.4883	1.5862
	2	1.30131	.42238	.245	-.2359	2.8386
	3	1.92784 [*]	.42238	.001	.3906	3.4651
	4	1.86453 [*]	.42238	.002	.3273	3.4018
	6	-1.84548 [*]	.42238	.003	-3.3827	-.3082

	7	-3.90755*	.42238	.000	-5.4448	-2.3703
	8	-4.82371*	.42238	.000	-6.3610	-3.2865
	9	-5.03647*	.42238	.000	-6.5737	-3.4992
	10	-5.34796*	.42238	.000	-6.8852	-3.8107
	11	-5.85100*	.42238	.000	-7.3882	-4.3138
	12	-5.89018*	.42238	.000	-7.4274	-4.3529
	13	-6.15434*	.42238	.000	-7.6916	-4.6171
	14	-6.32071*	.42238	.000	-7.8580	-4.7835
	15	-6.63173*	.42238	.000	-8.1690	-5.0945
	16	-6.78371*	.42238	.000	-8.3210	-5.2465
	17	-6.11771*	.42238	.000	-7.6550	-4.5805
	18	-5.80935*	.42238	.000	-7.3466	-4.2721
	19	-5.32593*	.42238	.000	-6.8632	-3.7887
	20	-4.87080*	.42238	.000	-6.4080	-3.3336
	21	-4.36709*	.42238	.000	-5.9043	-2.8298
	22	-3.31131*	.42238	.000	-4.8486	-1.7741
	23	-2.20322*	.42238	.000	-3.7405	-.6660
	24	-.84628	.42238	.946	-2.3835	.6910
6	1	1.89439*	.42238	.002	.3572	3.4316
	2	3.14679*	.42238	.000	1.6096	4.6840
	3	3.77332*	.42238	.000	2.2361	5.3106
	4	3.71001*	.42238	.000	2.1728	5.2473
	5	1.84548*	.42238	.003	.3082	3.3827
	7	-2.06207*	.42238	.000	-3.5993	-.5248
	8	-2.97823*	.42238	.000	-4.5155	-1.4410
	9	-3.19099*	.42238	.000	-4.7282	-1.6537
	10	-3.50248*	.42238	.000	-5.0397	-1.9652
	11	-4.00552*	.42238	.000	-5.5428	-2.4683
	12	-4.04470*	.42238	.000	-5.5819	-2.5075
	13	-4.30886*	.42238	.000	-5.8461	-2.7716
	14	-4.47523*	.42238	.000	-6.0125	-2.9380
	15	-4.78625*	.42238	.000	-6.3235	-3.2490
	16	-4.93823*	.42238	.000	-6.4755	-3.4010
	17	-4.27223*	.42238	.000	-5.8095	-2.7350
	18	-3.96387*	.42238	.000	-5.5011	-2.4266
	19	-3.48044*	.42238	.000	-5.0177	-1.9432
	20	-3.02532*	.42238	.000	-4.5626	-1.4881
	21	-2.52161*	.42238	.000	-4.0589	-.9844
	22	-1.46583	.42238	.086	-3.0031	.0714
	23	-.35774	.42238	1.000	-1.8950	1.1795
	24	.99920	.42238	.773	-.5380	2.5364
7	1	3.95646*	.42238	.000	2.4192	5.4937
	2	5.20886*	.42238	.000	3.6716	6.7461
	3	5.83539*	.42238	.000	4.2981	7.3726
	4	5.77208*	.42238	.000	4.2348	7.3093
	5	3.90755*	.42238	.000	2.3703	5.4448
	6	2.06207*	.42238	.000	.5248	3.5993
	8	-.91616	.42238	.885	-2.4534	.6211
	9	-1.12892	.42238	.538	-2.6662	.4083
	10	-1.44041	.42238	.103	-2.9777	.0968
	11	-1.94345*	.42238	.001	-3.4807	-.4062
	12	-1.98263*	.42238	.001	-3.5199	-.4454
	13	-2.24679*	.42238	.000	-3.7840	-.7095

	14	-2.41316 [*]	.42238	.000	-3.9504	-.8759
	15	-2.72418 [*]	.42238	.000	-4.2614	-1.1869
	16	-2.87616 [*]	.42238	.000	-4.4134	-1.3389
	17	-2.21016 [*]	.42238	.000	-3.7474	-.6729
	18	-1.90180 [*]	.42238	.002	-3.4390	-.3646
	19	-1.41837	.42238	.119	-2.9556	.1189
	20	-.96325	.42238	.827	-2.5005	.5740
	21	-.45954	.42238	1.000	-1.9968	1.0777
	22	.59624	.42238	.999	-.9410	2.1335
	23	1.70433 [*]	.42238	.012	.1671	3.2416
	24	3.06128 [*]	.42238	.000	1.5240	4.5985
8	1	4.87262 [*]	.42238	.000	3.3354	6.4099
	2	6.12502 [*]	.42238	.000	4.5878	7.6623
	3	6.75155 [*]	.42238	.000	5.2143	8.2888
	4	6.68823 [*]	.42238	.000	5.1510	8.2255
	5	4.82371 [*]	.42238	.000	3.2865	6.3610
	6	2.97823 [*]	.42238	.000	1.4410	4.5155
	7	.91616	.42238	.885	-.6211	2.4534
	9	-.21276	.42238	1.000	-1.7500	1.3245
	10	-.52426	.42238	1.000	-2.0615	1.0130
	11	-1.02730	.42238	.727	-2.5645	.5099
	12	-1.06648	.42238	.657	-2.6037	.4708
	13	-1.33063	.42238	.208	-2.8679	.2066
	14	-1.49701	.42238	.068	-3.0342	.0402
	15	-1.80803 [*]	.42238	.004	-3.3453	-.2708
	16	-1.96000 [*]	.42238	.001	-3.4972	-.4228
	17	-1.29401	.42238	.255	-2.8312	.2432
	18	-.98565	.42238	.794	-2.5229	.5516
	19	-.50222	.42238	1.000	-2.0395	1.0350
	20	-.04709	.42238	1.000	-1.5843	1.4902
	21	.45661	.42238	1.000	-1.0806	1.9939
	22	1.51240	.42238	.061	-.0248	3.0496
	23	2.62049 [*]	.42238	.000	1.0832	4.1577
	24	3.97743 [*]	.42238	.000	2.4402	5.5147
9	1	5.08538 [*]	.42238	.000	3.5481	6.6226
	2	6.33778 [*]	.42238	.000	4.8005	7.8750
	3	6.96431 [*]	.42238	.000	5.4271	8.5016
	4	6.90100 [*]	.42238	.000	5.3638	8.4382
	5	5.03647 [*]	.42238	.000	3.4992	6.5737
	6	3.19099 [*]	.42238	.000	1.6537	4.7282
	7	1.12892	.42238	.538	-.4083	2.6662
	8	.21276	.42238	1.000	-1.3245	1.7500
	10	-.31149	.42238	1.000	-1.8487	1.2258
	11	-.81454	.42238	.964	-2.3518	.7227
	12	-.85371	.42238	.941	-2.3910	.6835
	13	-1.11787	.42238	.559	-2.6551	.4194
	14	-1.28424	.42238	.269	-2.8215	.2530
	15	-1.59527 [*]	.42238	.031	-3.1325	-.0580
	16	-1.74724 [*]	.42238	.008	-3.2845	-.2100
	17	-1.08124	.42238	.629	-2.6185	.4560
	18	-.77289	.42238	.980	-2.3101	.7644
	19	-.28946	.42238	1.000	-1.8267	1.2478
	20	.16567	.42238	1.000	-1.3716	1.7029

	21	.66938	.42238	.997	-.8679	2.2066
	22	1.72516*	.42238	.010	.1879	3.2624
	23	2.83325*	.42238	.000	1.2960	4.3705
	24	4.19019*	.42238	.000	2.6529	5.7274
10	1	5.39688*	.42238	.000	3.8596	6.9341
	2	6.64928*	.42238	.000	5.1120	8.1865
	3	7.27580*	.42238	.000	5.7386	8.8130
	4	7.21249*	.42238	.000	5.6752	8.7497
	5	5.34796*	.42238	.000	3.8107	6.8852
	6	3.50248*	.42238	.000	1.9652	5.0397
	7	1.44041	.42238	.103	-.0968	2.9777
	8	.52426	.42238	1.000	-1.0130	2.0615
	9	.31149	.42238	1.000	-1.2258	1.8487
	11	-.50304	.42238	1.000	-2.0403	1.0342
	12	-.54222	.42238	1.000	-2.0795	.9950
	13	-.80638	.42238	.968	-2.3436	.7309
	14	-.97275	.42238	.814	-2.5100	.5645
	15	-1.28377	.42238	.270	-2.8210	.2535
	16	-1.43575	.42238	.106	-2.9730	.1015
	17	-.76975	.42238	.981	-2.3070	.7675
	18	-.46139	.42238	1.000	-1.9986	1.0759
	19	.02204	.42238	1.000	-1.5152	1.5593
	20	.47716	.42238	1.000	-1.0601	2.0144
	21	.98087	.42238	.802	-.5564	2.5181
	22	2.03665*	.42238	.000	.4994	3.5739
	23	3.14475*	.42238	.000	1.6075	4.6820
	24	4.50169*	.42238	.000	2.9644	6.0389
11	1	5.89992*	.42238	.000	4.3627	7.4372
	2	7.15232*	.42238	.000	5.6151	8.6896
	3	7.77884*	.42238	.000	6.2416	9.3161
	4	7.71553*	.42238	.000	6.1783	9.2528
	5	5.85100*	.42238	.000	4.3138	7.3882
	6	4.00552*	.42238	.000	2.4683	5.5428
	7	1.94345*	.42238	.001	.4062	3.4807
	8	1.02730	.42238	.727	-.5099	2.5645
	9	.81454	.42238	.964	-.7227	2.3518
	10	.50304	.42238	1.000	-1.0342	2.0403
	12	-.03918	.42238	1.000	-1.5764	1.4981
	13	-.30333	.42238	1.000	-1.8406	1.2339
	14	-.46971	.42238	1.000	-2.0070	1.0675
	15	-.78073	.42238	.978	-2.3180	.7565
	16	-.93270	.42238	.867	-2.4699	.6045
	17	-.26671	.42238	1.000	-1.8040	1.2705
	18	.04165	.42238	1.000	-1.4956	1.5789
	19	.52508	.42238	1.000	-1.0122	2.0623
	20	.98020	.42238	.803	-.5570	2.5174
	21	1.48391	.42238	.075	-.0533	3.0212
	22	2.53970*	.42238	.000	1.0025	4.0769
	23	3.64779*	.42238	.000	2.1105	5.1850
	24	5.00473*	.42238	.000	3.4675	6.5420
12	1	5.93910*	.42238	.000	4.4019	7.4763
	2	7.19150*	.42238	.000	5.6543	8.7287
	3	7.81802*	.42238	.000	6.2808	9.3553

	4	7.75471*	.42238	.000	6.2175	9.2920
	5	5.89018*	.42238	.000	4.3529	7.4274
	6	4.04470*	.42238	.000	2.5075	5.5819
	7	1.98263*	.42238	.001	.4454	3.5199
	8	1.06648	.42238	.657	-.4708	2.6037
	9	.85371	.42238	.941	-.6835	2.3910
	10	.54222	.42238	1.000	-.9950	2.0795
	11	.03918	.42238	1.000	-1.4981	1.5764
	13	-.26416	.42238	1.000	-1.8014	1.2731
	14	-.43053	.42238	1.000	-1.9678	1.1067
	15	-.74155	.42238	.988	-2.2788	.7957
	16	-.89353	.42238	.908	-2.4308	.6437
	17	-.22753	.42238	1.000	-1.7648	1.3097
	18	.08083	.42238	1.000	-1.4564	1.6181
	19	.56426	.42238	1.000	-.9730	2.1015
	20	1.01938	.42238	.740	-.5179	2.5566
	21	1.52309	.42238	.056	-.0142	3.0603
	22	2.57887*	.42238	.000	1.0416	4.1161
	23	3.68697*	.42238	.000	2.1497	5.2242
	24	5.04391*	.42238	.000	3.5067	6.5811
13	1	6.20325*	.42238	.000	4.6660	7.7405
	2	7.45565*	.42238	.000	5.9184	8.9929
	3	8.08218*	.42238	.000	6.5449	9.6194
	4	8.01887*	.42238	.000	6.4816	9.5561
	5	6.15434*	.42238	.000	4.6171	7.6916
	6	4.30886*	.42238	.000	2.7716	5.8461
	7	2.24679*	.42238	.000	.7095	3.7840
	8	1.33063	.42238	.208	-.2066	2.8679
	9	1.11787	.42238	.559	-.4194	2.6551
	10	.80638	.42238	.968	-.7309	2.3436
	11	.30333	.42238	1.000	-1.2339	1.8406
	12	.26416	.42238	1.000	-1.2731	1.8014
	14	-.16637	.42238	1.000	-1.7036	1.3709
	15	-.47740	.42238	1.000	-2.0146	1.0598
	16	-.62937	.42238	.999	-2.1666	.9079
	17	.03663	.42238	1.000	-1.5006	1.5739
	18	.34498	.42238	1.000	-1.1923	1.8822
	19	.82841	.42238	.957	-.7088	2.3657
	20	1.28354	.42238	.270	-.2537	2.8208
	21	1.78725*	.42238	.005	.2500	3.3245
	22	2.84303*	.42238	.000	1.3058	4.3803
	23	3.95112*	.42238	.000	2.4139	5.4884
	24	5.30806*	.42238	.000	3.7708	6.8453
14	1	6.36963*	.42238	.000	4.8324	7.9069
	2	7.62203*	.42238	.000	6.0848	9.1593
	3	8.24855*	.42238	.000	6.7113	9.7858
	4	8.18524*	.42238	.000	6.6480	9.7225
	5	6.32071*	.42238	.000	4.7835	7.8580
	6	4.47523*	.42238	.000	2.9380	6.0125
	7	2.41316*	.42238	.000	.8759	3.9504
	8	1.49701	.42238	.068	-.0402	3.0342
	9	1.28424	.42238	.269	-.2530	2.8215
	10	.97275	.42238	.814	-.5645	2.5100

	11	.46971	.42238	1.000	-1.0675	2.0070
	12	.43053	.42238	1.000	-1.1067	1.9678
	13	.16637	.42238	1.000	-1.3709	1.7036
	15	-.31102	.42238	1.000	-1.8483	1.2262
	16	-.46299	.42238	1.000	-2.0002	1.0742
	17	.20300	.42238	1.000	-1.3342	1.7402
	18	.51136	.42238	1.000	-1.0259	2.0486
	19	.99479	.42238	.780	-.5425	2.5320
	20	1.44991	.42238	.096	-.0873	2.9872
	21	1.95362	.42238	.001	.4164	3.4909
	22	3.00940	.42238	.000	1.4722	4.5466
	23	4.11750	.42238	.000	2.5803	5.6547
	24	5.47444	.42238	.000	3.9372	7.0117
15	1	6.68065	.42238	.000	5.1434	8.2179
	2	7.93305	.42238	.000	6.3958	9.4703
	3	8.55957	.42238	.000	7.0223	10.0968
	4	8.49626	.42238	.000	6.9590	10.0335
	5	6.63173	.42238	.000	5.0945	8.1690
	6	4.78625	.42238	.000	3.2490	6.3235
	7	2.72418	.42238	.000	1.1869	4.2614
	8	1.80803	.42238	.004	.2708	3.3453
	9	1.59527	.42238	.031	.0580	3.1325
	10	1.28377	.42238	.270	-.2535	2.8210
	11	.78073	.42238	.978	-.7565	2.3180
	12	.74155	.42238	.988	-.7957	2.2788
	13	.47740	.42238	1.000	-1.0598	2.0146
	14	.31102	.42238	1.000	-1.2262	1.8483
	16	-.15197	.42238	1.000	-1.6892	1.3853
	17	.51402	.42238	1.000	-1.0232	2.0513
	18	.82238	.42238	.960	-.7149	2.3596
	19	1.30581	.42238	.239	-.2314	2.8431
	20	1.76093	.42238	.007	.2237	3.2982
	21	2.26464	.42238	.000	.7274	3.8019
	22	3.32043	.42238	.000	1.7832	4.8577
	23	4.42852	.42238	.000	2.8913	5.9658
	24	5.78546	.42238	.000	4.2482	7.3227
16	1	6.83262	.42238	.000	5.2954	8.3699
	2	8.08502	.42238	.000	6.5478	9.6223
	3	8.71155	.42238	.000	7.1743	10.2488
	4	8.64824	.42238	.000	7.1110	10.1855
	5	6.78371	.42238	.000	5.2465	8.3210
	6	4.93823	.42238	.000	3.4010	6.4755
	7	2.87616	.42238	.000	1.3389	4.4134
	8	1.96000	.42238	.001	.4228	3.4972
	9	1.74724	.42238	.008	.2100	3.2845
	10	1.43575	.42238	.106	-.1015	2.9730
	11	.93270	.42238	.867	-.6045	2.4699
	12	.89353	.42238	.908	-.6437	2.4308
	13	.62937	.42238	.999	-.9079	2.1666
	14	.46299	.42238	1.000	-1.0742	2.0002
	15	.15197	.42238	1.000	-1.3853	1.6892
	17	.66599	.42238	.997	-.8712	2.2032
	18	.97435	.42238	.811	-.5629	2.5116

	19	1.45778	.42238	.091	-.0795	2.9950
	20	1.91291	.42238	.001	.3757	3.4502
	21	2.41661	.42238	.000	.8794	3.9539
	22	3.47240	.42238	.000	1.9352	5.0096
	23	4.58049	.42238	.000	3.0432	6.1177
	24	5.93743	.42238	.000	4.4002	7.4747
17	1	6.16663	.42238	.000	4.6294	7.7039
	2	7.41903	.42238	.000	5.8818	8.9563
	3	8.04555	.42238	.000	6.5083	9.5828
	4	7.98224	.42238	.000	6.4450	9.5195
	5	6.11771	.42238	.000	4.5805	7.6550
	6	4.27223	.42238	.000	2.7350	5.8095
	7	2.21016	.42238	.000	.6729	3.7474
	8	1.29401	.42238	.255	-.2432	2.8312
	9	1.08124	.42238	.629	-.4560	2.6185
	10	.76975	.42238	.981	-.7675	2.3070
	11	.26671	.42238	1.000	-1.2705	1.8040
	12	.22753	.42238	1.000	-1.3097	1.7648
	13	-.03663	.42238	1.000	-1.5739	1.5006
	14	-.20300	.42238	1.000	-1.7402	1.3342
	15	-.51402	.42238	1.000	-2.0513	1.0232
	16	-.66599	.42238	.997	-2.2032	.8712
	18	.30836	.42238	1.000	-1.2289	1.8456
	19	.79179	.42238	.974	-.7455	2.3290
	20	1.24691	.42238	.326	-.2903	2.7842
	21	1.75062	.42238	.008	.2134	3.2879
	22	2.80640	.42238	.000	1.2692	4.3436
	23	3.91450	.42238	.000	2.3773	5.4517
	24	5.27144	.42238	.000	3.7342	6.8087
18	1	5.85827	.42238	.000	4.3210	7.3955
	2	7.11067	.42238	.000	5.5734	8.6479
	3	7.73719	.42238	.000	6.1999	9.2744
	4	7.67388	.42238	.000	6.1366	9.2111
	5	5.80935	.42238	.000	4.2721	7.3466
	6	3.96387	.42238	.000	2.4266	5.5011
	7	1.90180	.42238	.002	.3646	3.4390
	8	.98565	.42238	.794	-.5516	2.5229
	9	.77289	.42238	.980	-.7644	2.3101
	10	.46139	.42238	1.000	-1.0759	1.9986
	11	-.04165	.42238	1.000	-1.5789	1.4956
	12	-.08083	.42238	1.000	-1.6181	1.4564
	13	-.34498	.42238	1.000	-1.8822	1.1923
	14	-.51136	.42238	1.000	-2.0486	1.0259
	15	-.82238	.42238	.960	-2.3596	.7149
	16	-.97435	.42238	.811	-2.5116	.5629
	17	-.30836	.42238	1.000	-1.8456	1.2289
	19	.48343	.42238	1.000	-1.0538	2.0207
	20	.93855	.42238	.859	-.5987	2.4758
	21	1.44226	.42238	.101	-.0950	2.9795
	22	2.49805	.42238	.000	.9608	4.0353
	23	3.60614	.42238	.000	2.0689	5.1434
	24	4.96308	.42238	.000	3.4258	6.5003
19	1	5.37484	.42238	.000	3.8376	6.9121

	2	6.62724*	.42238	.000	5.0900	8.1645
	3	7.25376*	.42238	.000	5.7165	8.7910
	4	7.19045*	.42238	.000	5.6532	8.7277
	5	5.32593*	.42238	.000	3.7887	6.8632
	6	3.48044*	.42238	.000	1.9432	5.0177
	7	1.41837	.42238	.119	-.1189	2.9556
	8	.50222	.42238	1.000	-1.0350	2.0395
	9	.28946	.42238	1.000	-1.2478	1.8267
	10	-.02204	.42238	1.000	-1.5593	1.5152
	11	-.52508	.42238	1.000	-2.0623	1.0122
	12	-.56426	.42238	1.000	-2.1015	.9730
	13	-.82841	.42238	.957	-2.3657	.7088
	14	-.99479	.42238	.780	-2.5320	.5425
	15	-1.30581	.42238	.239	-2.8431	.2314
	16	-1.45778	.42238	.091	-2.9950	.0795
	17	-.79179	.42238	.974	-2.3290	.7455
	18	-.48343	.42238	1.000	-2.0207	1.0538
	20	.45513	.42238	1.000	-1.0821	1.9924
	21	.95883	.42238	.833	-.5784	2.4961
	22	2.01462*	.42238	.000	.4774	3.5519
	23	3.12271*	.42238	.000	1.5855	4.6600
	24	4.47965*	.42238	.000	2.9424	6.0169
20	1	4.91971*	.42238	.000	3.3825	6.4570
	2	6.17211*	.42238	.000	4.6349	7.7094
	3	6.79864*	.42238	.000	5.2614	8.3359
	4	6.73533*	.42238	.000	5.1981	8.2726
	5	4.87080*	.42238	.000	3.3336	6.4080
	6	3.02532*	.42238	.000	1.4881	4.5626
	7	.96325	.42238	.827	-.5740	2.5005
	8	.04709	.42238	1.000	-1.4902	1.5843
	9	-.16567	.42238	1.000	-1.7029	1.3716
	10	-.47716	.42238	1.000	-2.0144	1.0601
	11	-.98020	.42238	.803	-2.5174	.5570
	12	-1.01938	.42238	.740	-2.5566	.5179
	13	-1.28354	.42238	.270	-2.8208	.2537
	14	-1.44991	.42238	.096	-2.9872	.0873
	15	-1.76093*	.42238	.007	-3.2982	-.2237
	16	-1.91291*	.42238	.001	-3.4502	-.3757
	17	-1.24691	.42238	.326	-2.7842	.2903
	18	-.93855	.42238	.859	-2.4758	.5987
	19	-.45513	.42238	1.000	-1.9924	1.0821
	21	.50371	.42238	1.000	-1.0335	2.0410
	22	1.55949*	.42238	.042	.0222	3.0967
	23	2.66758*	.42238	.000	1.1303	4.2048
	24	4.02452*	.42238	.000	2.4873	5.5618
21	1	4.41601*	.42238	.000	2.8788	5.9533
	2	5.66841*	.42238	.000	4.1312	7.2057
	3	6.29493*	.42238	.000	4.7577	7.8322
	4	6.23162*	.42238	.000	4.6944	7.7689
	5	4.36709*	.42238	.000	2.8298	5.9043
	6	2.52161*	.42238	.000	.9844	4.0589
	7	.45954	.42238	1.000	-1.0777	1.9968
	8	-.45661	.42238	1.000	-1.9939	1.0806

	9	-.66938	.42238	.997	-2.2066	.8679
	10	-.98087	.42238	.802	-2.5181	.5564
	11	-1.48391	.42238	.075	-3.0212	.0533
	12	-1.52309	.42238	.056	-3.0603	.0142
	13	-1.78725	.42238	.005	-3.3245	-.2500
	14	-1.95362	.42238	.001	-3.4909	-.4164
	15	-2.26464	.42238	.000	-3.8019	-.7274
	16	-2.41661	.42238	.000	-3.9539	-.8794
	17	-1.75062	.42238	.008	-3.2879	-.2134
	18	-1.44226	.42238	.101	-2.9795	.0950
	19	-.95883	.42238	.833	-2.4961	.5784
	20	-.50371	.42238	1.000	-2.0410	1.0335
	22	1.05578	.42238	.676	-.4815	2.5930
	23	2.16388	.42238	.000	.6266	3.7011
	24	3.52082	.42238	.000	1.9836	5.0581
22	1	3.36022	.42238	.000	1.8230	4.8975
	2	4.61262	.42238	.000	3.0754	6.1499
	3	5.23915	.42238	.000	3.7019	6.7764
	4	5.17584	.42238	.000	3.6386	6.7131
	5	3.31131	.42238	.000	1.7741	4.8486
	6	1.46583	.42238	.086	-.0714	3.0031
	7	-.59624	.42238	.999	-2.1335	.9410
	8	-1.51240	.42238	.061	-3.0496	.0248
	9	-1.72516	.42238	.010	-3.2624	-.1879
	10	-2.03665	.42238	.000	-3.5739	-.4994
	11	-2.53970	.42238	.000	-4.0769	-1.0025
	12	-2.57887	.42238	.000	-4.1161	-1.0416
	13	-2.84303	.42238	.000	-4.3803	-1.3058
	14	-3.00940	.42238	.000	-4.5466	-1.4722
	15	-3.32043	.42238	.000	-4.8577	-1.7832
	16	-3.47240	.42238	.000	-5.0096	-1.9352
	17	-2.80640	.42238	.000	-4.3436	-1.2692
	18	-2.49805	.42238	.000	-4.0353	-.9608
	19	-2.01462	.42238	.000	-3.5519	-.4774
	20	-1.55949	.42238	.042	-3.0967	-.0222
	21	-1.05578	.42238	.676	-2.5930	.4815
	23	1.10809	.42238	.578	-.4292	2.6453
	24	2.46503	.42238	.000	.9278	4.0023
23	1	2.25213	.42238	.000	.7149	3.7894
	2	3.50453	.42238	.000	1.9673	5.0418
	3	4.13106	.42238	.000	2.5938	5.6683
	4	4.06774	.42238	.000	2.5305	5.6050
	5	2.20322	.42238	.000	.6660	3.7405
	6	.35774	.42238	1.000	-1.1795	1.8950
	7	-1.70433	.42238	.012	-3.2416	-.1671
	8	-2.62049	.42238	.000	-4.1577	-1.0832
	9	-2.83325	.42238	.000	-4.3705	-1.2960
	10	-3.14475	.42238	.000	-4.6820	-1.6075
	11	-3.64779	.42238	.000	-5.1850	-2.1105
	12	-3.68697	.42238	.000	-5.2242	-2.1497
	13	-3.95112	.42238	.000	-5.4884	-2.4139
	14	-4.11750	.42238	.000	-5.6547	-2.5803
	15	-4.42852	.42238	.000	-5.9658	-2.8913

	16	-4.58049*	.42238	.000	-6.1177	-3.0432
	17	-3.91450*	.42238	.000	-5.4517	-2.3773
	18	-3.60614*	.42238	.000	-5.1434	-2.0689
	19	-3.12271*	.42238	.000	-4.6600	-1.5855
	20	-2.66758*	.42238	.000	-4.2048	-1.1303
	21	-2.16388*	.42238	.000	-3.7011	-.6266
	22	-1.10809	.42238	.578	-2.6453	.4292
	24	1.35694	.42238	.177	-.1803	2.8942
24	1	.89519	.42238	.907	-.6421	2.4324
	2	2.14759*	.42238	.000	.6103	3.6848
	3	2.77411*	.42238	.000	1.2369	4.3114
	4	2.71080*	.42238	.000	1.1736	4.2480
	5	.84628	.42238	.946	-.6910	2.3835
	6	-.99920	.42238	.773	-2.5364	.5380
	7	-3.06128*	.42238	.000	-4.5985	-1.5240
	8	-3.97743*	.42238	.000	-5.5147	-2.4402
	9	-4.19019*	.42238	.000	-5.7274	-2.6529
	10	-4.50169*	.42238	.000	-6.0389	-2.9644
	11	-5.00473*	.42238	.000	-6.5420	-3.4675
	12	-5.04391*	.42238	.000	-6.5811	-3.5067
	13	-5.30806*	.42238	.000	-6.8453	-3.7708
	14	-5.47444*	.42238	.000	-7.0117	-3.9372
	15	-5.78546*	.42238	.000	-7.3227	-4.2482
	16	-5.93743*	.42238	.000	-7.4747	-4.4002
	17	-5.27144*	.42238	.000	-6.8087	-3.7342
	18	-4.96308*	.42238	.000	-6.5003	-3.4258
	19	-4.47965*	.42238	.000	-6.0169	-2.9424
	20	-4.02452*	.42238	.000	-5.5618	-2.4873
	21	-3.52082*	.42238	.000	-5.0581	-1.9836
	22	-2.46503*	.42238	.000	-4.0023	-.9278
	23	-1.35694	.42238	.177	-2.8942	.1803

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tabla anexo 2.

Promedios anuales de LAeq agrupados por estación, mes y horario día/noche

ESTACIÓN = Camal, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

^a	2011	2012	2013	2014	2017	2018
Enero	.	64.82	62.96	65.82	.	.
Febrero	.	63.78	64.15	65.90	57.06	.
Marzo	.	64.27	64.01	66.54	.	.
Abril	65.68	64.07	64.52	64.57	61.97	.
Mayo	63.90	63.38	63.81	64.92	.	57.92
Junio	63.64	63.36	63.71	63.45	59.30	56.16
Julio	63.92	63.71	63.05	62.72	62.33	54.84
Agosto	64.02	63.13	63.51	62.90	56.65	.
Septiembre	64.38	63.28	62.83	62.89	.	.
Octubre	64.92	64.18	.	.	.	.
Noviembre	63.74	64.71	.	69.04	.	.
Diciembre	64.72	67.16	64.67	53.92	.	.

a. ESTACIÓN = Camal, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

ESTACIÓN = Camal, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

^a	2011	2012	2013	2014	2017	2018
Enero	.	58.07	58.40	65.07	.	.
Febrero	.	57.98	58.11	64.93	50.15	.
Marzo	.	58.18	57.60	64.84	.	.
Abril	58.57	58.66	57.63	62.13	59.87	.
Mayo	58.72	57.76	58.57	61.77	.	52.62
Junio	58.48	57.87	60.17	58.11	54.75	52.94
Julio	58.20	57.80	57.74	58.02	53.72	52.23
Agosto	58.63	57.81	57.48	57.19	52.69	.
Septiembre	58.56	57.56	57.82	57.46	.	.
Octubre	57.98	59.06	.	.	.	.
Noviembre	57.99	58.28	.	53.20	.	.
Diciembre	59.88	64.04	63.04	49.08	.	.

a. ESTACIÓN = Camal, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

ESTACIÓN = Carapungo, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

^a	2015	2016	2017	2018
Enero	.	58.62	61.10	60.73
Febrero	.	58.95	60.91	60.88
Marzo	.	58.93	61.03	61.20
Abril	.	58.88	61.48	61.14
Mayo	59.13	58.42	60.76	60.69
Junio	58.16	58.99	60.68	61.18
Julio	58.86	58.48	60.58	60.95
Agosto	58.66	58.20	60.66	.
Septiembre	59.52	.	61.02	.
Octubre	58.34	60.14	60.85	.
Noviembre	59.34	61.74	61.49	.
Diciembre	58.64	61.34	61.14	.

a. ESTACIÓN = Carapungo, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

ESTACIÓN = Carapungo, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

^a	2015	2016	2017	2018
Enero	.	55.52	59.14	58.44
Febrero	.	54.49	58.69	58.20
Marzo	.	54.42	59.12	58.66
Abril	.	54.16	58.39	58.67
Mayo	52.94	54.96	58.16	58.29
Junio	54.10	55.55	58.48	58.37
Julio	54.19	55.07	58.53	57.83
Agosto	53.68	54.17	58.28	.
Septiembre	54.14	.	57.85	.
Octubre	53.62	55.18	57.74	.
Noviembre	53.63	58.01	57.38	.
Diciembre	55.04	58.97	59.68	.

a. ESTACIÓN = Carapungo, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

ESTACIÓN = Centro, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

^a	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	.	58.75	55.65	55.12	54.30	57.00	57.28	57.83
Febrero	.	58.71	.	55.39	57.46	60.73	54.47	56.69
Marzo	.	62.07	61.76	56.98	58.60	57.60	57.00	62.55

Abril	63.11	62.46	58.24	60.70	58.27	56.94	59.55	56.15
Mayo	61.68	63.51	60.18	61.89	58.85	58.86	60.70	60.59
Junio	63.75	60.21	60.44	58.69	59.27	54.82	59.99	56.57
Julio	59.05	60.79	55.24	55.63	64.94	55.41	59.83	55.18
Agosto	61.69	62.61	59.25	62.00	58.55	56.00	61.11	.
Septiembre	59.95	61.59	57.62	61.28	58.25	54.60	56.76	.
Octubre	62.17	61.10	57.43	58.56	58.17	56.03	59.37	.
Noviembre	62.64	63.43	60.19	63.40	61.40	61.58	56.77	.
Diciembre	65.14	65.54	59.62	64.89	64.37	62.96	56.32	.

a. ESTACIÓN = Centro, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

ESTACIÓN = Centro, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

^a	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	.	53.10	51.23	48.92	50.29	52.75	53.19	55.09
Febrero	.	58.03	.	49.89	51.35	55.37	52.16	53.37
Marzo	.	52.06	49.09	49.64	51.91	51.31	50.37	54.69
Abril	53.63	56.35	53.33	50.55	51.53	52.69	58.25	55.88
Mayo	59.35	52.20	51.47	53.89	50.91	50.20	52.96	53.26
Junio	64.02	51.06	49.22	49.84	51.26	49.65	54.03	49.37
Julio	57.74	54.87	53.28	51.15	56.66	49.53	53.91	51.17
Agosto	60.97	60.21	55.25	56.69	54.80	50.08	52.83	.
Septiembre	54.54	51.18	50.32	52.82	55.42	48.95	53.43	.
Octubre	57.38	51.48	49.22	50.80	51.14	49.37	55.36	.
Noviembre	61.49	53.04	52.14	61.06	61.60	57.90	51.64	.
Diciembre	60.73	53.69	51.34	54.23	60.11	51.40	51.98	.

a. ESTACIÓN = Centro, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

ESTACIÓN = Cotocollao, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

^a	2017	2018
Enero	55.99	52.90
Febrero	52.25	54.52
Marzo	57.85	53.67
Abril	53.35	.
Mayo	55.29	.
Junio	56.21	.
Julio	54.43	.
Agosto	55.59	.
Septiembre	54.39	.
Octubre	58.14	.
Noviembre	53.86	.
Diciembre	55.07	.

a. ESTACIÓN = Cotocollao, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

ESTACIÓN = Cotocollao, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

a	2017	2018
Enero	49.31	48.82
Febrero	49.48	48.51
Marzo	49.76	48.73
Abril	48.03	.
Mayo	50.32	.
Junio	49.50	.
Julio	49.10	.
Agosto	49.43	.
Septiembre	49.73	.
Octubre	49.75	.
Noviembre	48.19	.
Diciembre	55.08	.

a. ESTACIÓN = Cotocollao, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

ESTACIÓN = Jipijapa, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

a	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	65.72	63.48	.	.	64.23	61.41	61.51	62.63
Febrero	65.73	63.49	62.93	.	64.02	61.28	61.46	62.03
Marzo	65.67	64.26	62.33	.	64.16	61.55	62.10	.
Abril	65.12	63.86	.	.	63.79	61.57	62.08	.
Mayo	64.27	64.00	.	.	63.62	61.99	62.16	63.33
Junio	63.63	65.26	.	.	63.84	61.09	61.69	.
Julio	64.25	65.40	.	.	.	.	61.79	.
Agosto	65.02	.	.	.	.	.	61.92	.
Septiembre	64.64	.	.	.	.	.	61.75	.
Octubre	63.22	.	.	.	.	61.34	61.87	.
Noviembre	65.40	.	.	.	71.60	61.19	.	.
Diciembre	63.50	.	.	63.75	65.03	61.68	.	.

a. ESTACIÓN = Jipijapa, HORARIO DIA/NOCHE = DIA

ESTACIÓN = Jipijapa, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

a	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	61.68	61.22	.	.	59.49	59.67	57.90	58.45
Febrero	61.31	60.67	59.47	.	58.86	57.51	57.25	56.95
Marzo	61.74	60.99	59.43	.	59.70	57.89	58.16	.
Abril	58.92	60.66	.	.	59.82	58.18	58.56	.
Mayo	59.04	60.42	.	.	59.21	58.14	59.75	61.17
Junio	59.53	61.59	.	.	59.20	57.53	59.44	.
Julio	59.70	62.03	.	.	.	.	59.95	.
Agosto	60.60	.	.	.	.	.	62.49	.
Septiembre	60.89	.	.	.	.	.	62.73	.
Octubre	60.20	.	.	.	.	56.76	59.60	.
Noviembre	62.85	.	.	.	63.35	56.81	.	.
Diciembre	61.00	.	.	58.96	57.99	57.92	.	.

a. ESTACIÓN = Jipijapa, HORARIO DIA/NOCHE = NOCHE

Tabla anexo 3.

LAeq e IMD agrupados por estación, año, hora, día laboral y día de fin de semana

ESTACIÓN = Camal		2011	2012	2013	2014	2017
^a						
1	Día de Fin de Semana	57.61	56.14	58.59	61.71	53.90
		49	52	55	56	58
	Día Laboral	55.46	55.59	57.54	61.92	55.30
		11	12	12	12	13
2	Día de Fin de Semana	56.81	55.65	58.48	61.10	53.27
		38	40	43	44	45
	Día Laboral	54.52	53.81	54.97	62.08	55.21
		8	9	9	9	10
3	Día de Fin de Semana	56.61	56.00	56.48	61.35	52.91
		41	43	46	47	48
	Día Laboral	54.22	52.67	54.02	61.23	54.70
		8	9	9	9	10
4	Día de Fin de Semana	55.58	54.30	55.00	61.07	53.03
		36	38	40	40	42
	Día Laboral	53.98	52.99	53.30	61.08	55.07
		11	12	12	12	13
5	Día de Fin de Semana	55.15	55.17	55.09	61.31	55.56
		36	38	40	40	42
	Día Laboral	56.04	55.34	55.27	61.43	56.13
		19	20	21	22	22
6	Día de Fin de Semana	57.87	58.14	58.13	61.45	57.68
		58	61	64	65	67
	Día Laboral	59.76	60.28	59.38	62.51	57.74
		104	110	116	118	122
7	Día de Fin de Semana	61.76	61.81	61.56	63.81	59.01
		104	110	116	118	122
	Día Laboral	63.61	63.48	63.38	64.73	57.91
		220	231	244	249	257
8	Día de Fin de Semana	63.05	62.63	62.37	64.00	60.15
		129	136	143	146	151
	Día Laboral	63.74	63.61	63.80	65.02	58.92
		214	225	238	243	251
9	Día de Fin de Semana	64.48	63.12	63.37	63.90	60.57
		140	147	155	159	164
	Día Laboral	63.59	63.14	63.12	64.65	59.85
		156	165	174	178	183
10	Día de Fin de Semana	64.17	64.13	62.80	64.14	60.14
		148	156	165	168	174
	Día Laboral	64.80	64.01	63.46	65.03	59.80
		154	162	171	174	180
11	Día de Fin de Semana	63.89	64.08	63.33	64.24	59.71
		159	168	177	181	186
	Día Laboral	65.23	64.78	64.24	65.15	59.87
		151	159	168	171	177
12	Día de Fin de Semana	64.23	64.09	64.37	64.39	61.01
		165	173	183	187	193
	Día Laboral	64.36	64.21	63.57	64.84	59.97
		162	170	180	184	190

13	Dia de Fin	65.53	65.11	63.34	64.53	60.96
	de Semana	162	170	180	184	190
	Dia Laboral	64.31	64.04	64.60	66.09	59.26
		189	199	210	215	222
14	Dia de Fin	66.36	65.15	63.50	64.38	63.13
	de Semana	162	170	180	184	190
	Dia Laboral	65.06	65.08	64.02	65.85	57.92
		192	202	213	218	225
15	Dia de Fin	64.06	65.53	65.38	64.91	63.00
	de Semana	162	170	180	184	190
	Dia Laboral	64.99	63.99	64.15	66.29	62.33
		181	191	201	206	212
16	Dia de Fin	64.54	65.11	65.80	64.72	60.05
	de Semana	170	179	189	193	199
	Dia Laboral	65.73	64.46	66.25	67.19	61.29
		159	168	177	181	186
17	Dia de Fin	64.95	65.33	64.25	64.68	60.65
	de Semana	173	182	192	196	202
	Dia Laboral	63.96	65.51	65.09	65.59	60.62
		148	156	165	168	174
18	Dia de Fin	64.53	66.26	63.65	64.88	60.83
	de Semana	173	182	192	196	202
	Dia Laboral	64.33	64.29	63.50	65.37	60.07
		156	165	174	178	183
19	Dia de Fin	65.15	65.53	63.31	64.18	60.05
	de Semana	184	194	204	209	215
	Dia Laboral	64.52	64.20	63.38	64.30	59.63
		167	176	186	190	196
20	Dia de Fin	64.13	66.05	62.76	63.72	60.31
	de Semana	181	191	201	206	212
	Dia Laboral	64.00	63.60	63.14	63.86	60.38
		156	165	174	178	183
21	Dia de Fin	63.20	66.38	61.68	62.79	58.06
	de Semana	156	165	174	178	183
	Dia Laboral	63.09	62.66	62.03	62.97	57.67
		129	136	143	146	151
22	Dia de Fin	63.32	63.77	59.98	62.31	56.82
	de Semana	115	121	128	131	135
	Dia Laboral	61.22	60.99	60.83	62.00	56.88
		93	98	104	106	109
23	Dia de Fin	60.67	66.96	58.20	62.20	56.47
	de Semana	80	84	88	90	93
	Dia Laboral	60.01	59.59	59.76	61.54	57.71
		47	49	52	53	55
24	Dia de Fin	60.88	57.18	57.37	61.32	55.96
	de Semana	47	49	52	53	55
	Dia Laboral	58.19	59.52	59.26	61.16	55.88
		25	26	27	28	29

a. ESTACIÓN = Camal

ESTACIÓN = Carapungo

^a		2015	2016	2017
1	Dia de Fin	53.93	56.28	59.42
	de Semana	20	19	20
	Dia Laboral	52.63	55.90	57.69

		6	6	6
2	Dia de Fin	52.87	54.98	57.88
	de Semana	20	19	20
	Dia Laboral	51.84	53.87	57.27
		3	3	3
3	Dia de Fin	52.26	53.99	58.27
	de Semana	20	19	20
	Dia Laboral	50.96	53.35	56.58
		2	1	2
4	Dia de Fin	50.70	53.82	57.35
	de Semana	14	13	14
	Dia Laboral	50.61	53.02	56.61
		2	1	2
5	Dia de Fin	51.34	54.17	57.51
	de Semana	12	12	12
	Dia Laboral	51.67	53.14	56.71
		5	4	5
6	Dia de Fin	52.86	53.90	57.53
	de Semana	21	21	21
	Dia Laboral	54.67	55.91	58.23
		26	25	26
7	Dia de Fin	55.95	57.15	58.65
	de Semana	45	45	46
	Dia Laboral	58.63	59.34	60.99
		129	128	131
8	Dia de Fin	57.90	58.41	59.87
	de Semana	71	70	72
	Dia Laboral	60.45	60.31	61.12
		149	148	151
9	Dia de Fin	58.67	58.93	60.71
	de Semana	80	79	81
	Dia Laboral	58.13	58.93	60.61
		92	91	93
10	Dia de Fin	59.10	59.14	60.92
	de Semana	93	92	95
	Dia Laboral	58.01	58.71	60.19
		68	67	69
11	Dia de Fin	59.87	58.87	61.17
	de Semana	87	86	88
	Dia Laboral	58.41	59.21	60.60
		62	61	63
12	Dia de Fin	60.12	59.58	60.96
	de Semana	89	88	90
	Dia Laboral	58.83	59.11	60.89
		62	61	63
13	Dia de Fin	59.74	60.06	61.24
	de Semana	93	92	95
	Dia Laboral	58.85	59.41	60.99
		101	100	102
14	Dia de Fin	60.89	60.60	61.40
	de Semana	92	91	93
	Dia Laboral	58.60	59.35	60.86
		87	86	88
15	Dia de Fin	60.78	59.31	61.35
	de Semana	83	82	84

	Dia Laboral	58.32	59.75	61.20
		83	82	84
16	Dia de Fin de Semana	60.22	58.99	61.49
		80	79	81
	Dia Laboral	58.51	59.57	61.15
		78	78	79
17	Dia de Fin de Semana	59.34	59.57	61.92
		87	86	88
	Dia Laboral	58.47	59.47	61.06
		77	76	78
18	Dia de Fin de Semana	58.96	59.78	61.59
		87	86	88
	Dia Laboral	59.37	60.09	61.78
		95	94	96
19	Dia de Fin de Semana	59.43	60.29	61.22
		105	104	107
	Dia Laboral	59.23	60.42	61.77
		107	106	108
20	Dia de Fin de Semana	58.26	61.88	60.72
		96	95	98
	Dia Laboral	59.90	59.61	60.95
		111	110	113
21	Dia de Fin de Semana	57.61	60.47	61.88
		75	75	76
	Dia Laboral	56.96	59.74	60.18
		90	89	91
22	Dia de Fin de Semana	56.41	59.35	60.15
		53	52	53
	Dia Laboral	55.77	57.65	59.88
		50	49	50
23	Dia de Fin de Semana	55.01	58.09	59.82
		27	27	27
	Dia Laboral	54.81	57.85	59.66
		33	33	34
24	Dia de Fin de Semana	54.29	57.64	61.76
		21	21	21
	Dia Laboral	54.59	56.37	58.54
		15	15	15

a. ESTACIÓN = Carapungo

ESTACIÓN = Centro

^a		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Dia de Fin de Semana	66.04	60.04	57.18	50.71	55.12	50.94	54.54
		26	28	29	30	31	30	31
	Dia Laboral	56.80	51.24	49.43	53.23	54.78	51.73	52.29
		10	10	11	11	11	11	11
2	Dia de Fin de Semana	65.57	53.24	52.12	51.12	50.66	50.22	52.66
		19	20	22	22	22	22	23
	Dia Laboral	51.70	50.50	48.60	49.35	50.15	50.26	51.85
		7	7	8	8	8	8	8
3	Dia de Fin de Semana	56.70	50.23	48.66	50.35	50.66	49.66	51.74
		19	20	22	22	22	22	23
	Dia Laboral	50.71	49.28	47.85	49.05	49.90	49.50	50.94
		6	6	6	6	6	6	7
4	Dia de Fin	51.53	50.56	48.70	48.84	49.72	49.55	51.15

	de Semana	17	18	19	19	19	19	20
	Dia Laboral	50.57	50.07	48.30	48.12	49.04	50.39	50.95
		6	6	6	6	6	6	7
5	Dia de Fin de Semana	53.45	54.82	49.80	51.14	49.57	49.75	51.97
	Dia Laboral	56.45	54.50	50.93	49.64	48.73	50.18	50.62
		11	12	12	13	13	13	13
6	Dia de Fin de Semana	61.89	57.62	57.87	54.04	55.34	56.95	54.54
	Dia Laboral	51.49	52.82	49.39	50.38	51.09	54.02	55.01
		28	29	31	32	32	32	33
7	Dia de Fin de Semana	53.52	53.05	51.84	52.87	56.80	54.23	54.65
	Dia Laboral	55.99	54.95	53.13	53.67	53.76	56.31	53.96
		71	75	79	80	82	81	83
8	Dia de Fin de Semana	54.92	55.37	55.05	55.29	57.20	55.75	56.23
	Dia Laboral	57.23	59.86	54.45	55.05	55.00	55.34	57.79
		86	91	96	98	100	99	101
9	Dia de Fin de Semana	56.49	57.27	54.20	56.00	55.19	55.72	58.02
	Dia Laboral	57.43	57.75	55.39	55.41	56.22	55.68	59.01
		78	82	87	88	90	89	91
10	Dia de Fin de Semana	60.03	60.08	58.18	59.32	56.71	56.04	57.78
	Dia Laboral	61.26	58.07	55.54	56.87	60.30	56.44	58.62
		76	81	85	87	88	88	90
11	Dia de Fin de Semana	63.33	65.08	60.71	61.93	60.86	58.14	58.47
	Dia Laboral	61.12	59.68	59.21	57.54	60.51	57.88	59.69
		78	82	87	88	90	89	91
12	Dia de Fin de Semana	65.55	67.39	64.27	62.78	62.59	58.59	59.49
	Dia Laboral	60.08	61.20	58.80	58.61	60.13	57.08	59.42
		79	83	88	90	92	91	93
13	Dia de Fin de Semana	66.41	68.04	64.36	64.44	63.08	59.72	59.00
	Dia Laboral	62.61	60.59	59.61	61.48	62.35	56.89	58.64
		89	94	99	101	103	102	104
14	Dia de Fin de Semana	66.31	65.93	60.75	63.91	62.59	59.76	58.46
	Dia Laboral	62.66	60.53	59.49	62.61	60.99	62.68	58.05
		88	92	97	99	101	100	103
15	Dia de Fin de Semana	64.84	63.83	59.64	63.38	63.47	58.64	59.82
	Dia Laboral	61.85	61.96	58.78	63.10	61.47	63.17	60.70
		83	88	93	95	96	96	98
16	Dia de Fin de Semana	62.26	64.16	58.01	62.88	61.24	58.84	59.32
	Dia Laboral	61.82	62.86	61.07	61.64	61.36	62.37	60.56
		85	89	94	96	98	97	99
17	Dia de Fin de Semana	59.68	62.60	58.80	62.10	59.16	57.82	56.62
	Dia Laboral	61.42	63.20	58.24	60.74	59.75	58.17	60.34
		81	85	90	92	93	92	94

18	Dia de Fin	60.67	61.44	58.36	57.30	57.61	57.03	57.43
	de Semana	79	83	88	90	92	91	93
	Dia Laboral	61.99	63.62	58.12	61.72	60.03	57.30	59.94
		85	89	94	96	98	97	99
19	Dia de Fin	58.86	60.96	60.56	56.86	61.70	56.52	56.91
	de Semana	83	88	93	95	96	96	98
	Dia Laboral	61.73	61.22	58.26	60.30	60.60	56.75	60.15
		86	91	96	98	100	99	101
20	Dia de Fin	61.71	62.41	58.30	57.31	61.38	55.60	54.88
	de Semana	79	83	88	90	92	91	93
	Dia Laboral	62.38	61.68	58.35	58.51	59.09	58.27	57.95
		82	86	91	93	95	94	96
21	Dia de Fin	65.08	59.16	58.84	56.35	60.29	56.71	53.32
	de Semana	68	72	76	77	79	78	80
	Dia Laboral	65.23	63.75	56.17	61.05	60.61	59.96	56.79
		71	75	79	80	82	81	83
22	Dia de Fin	65.59	61.34	59.95	58.95	59.46	55.60	53.00
	de Semana	50	53	56	57	58	57	59
	Dia Laboral	64.55	60.12	54.02	63.62	60.79	59.89	54.55
		53	56	59	60	61	60	62
23	Dia de Fin	66.28	59.94	56.77	51.46	60.27	54.38	52.73
	de Semana	35	37	39	39	40	40	41
	Dia Laboral	64.31	58.57	52.26	62.34	62.27	55.96	56.25
		35	37	39	39	40	40	41
24	Dia de Fin	61.85	60.12	55.50	57.52	61.46	52.24	52.99
	de Semana	21	22	23	24	24	24	24
	Dia Laboral	61.11	53.15	51.77	54.91	55.34	51.42	53.92
		21	22	23	24	24	24	24

a. ESTACIÓN = Centro

ESTACIÓN = Cotocollao

^a		2017
1	Dia de Fin	45.68
	de Semana	58
	Dia Laboral	44.82
		22
2	Dia de Fin	44.51
	de Semana	46
	Dia Laboral	42.24
		12
3	Dia de Fin	43.38
	de Semana	46
	Dia Laboral	43.00
		9
4	Dia de Fin	44.28
	de Semana	34
	Dia Laboral	43.84
		9
5	Dia de Fin	49.39
	de Semana	28
	Dia Laboral	49.04
		9
6	Dia de Fin	48.94
	de Semana	28
	Dia Laboral	52.14

			25
7	Dia de Fin	51.40	
	de Semana	68	
	Dia Laboral	56.67	
			120
8	Dia de Fin	54.39	
	de Semana	126	
	Dia Laboral	57.99	
			188
9	Dia de Fin	53.19	
	de Semana	160	
	Dia Laboral	57.99	
			221
10	Dia de Fin	55.52	
	de Semana	181	
	Dia Laboral	58.72	
			209
11	Dia de Fin	55.91	
	de Semana	203	
	Dia Laboral	56.81	
			203
12	Dia de Fin	54.32	
	de Semana	206	
	Dia Laboral	56.10	
			206
13	Dia de Fin	61.42	
	de Semana	203	
	Dia Laboral	55.83	
			206
14	Dia de Fin	51.94	
	de Semana	206	
	Dia Laboral	54.37	
			200
15	Dia de Fin	52.30	
	de Semana	188	
	Dia Laboral	56.82	
			200
16	Dia de Fin	56.00	
	de Semana	172	
	Dia Laboral	57.11	
			206
17	Dia de Fin	51.97	
	de Semana	169	
	Dia Laboral	55.78	
			200
18	Dia de Fin	52.41	
	de Semana	169	
	Dia Laboral	55.10	
			200
19	Dia de Fin	51.61	
	de Semana	175	
	Dia Laboral	53.33	
			191
20	Dia de Fin	51.37	
	de Semana	166	

	Dia Laboral	51.88
		166
21	Dia de Fin de Semana	49.88
		141
	Dia Laboral	49.73
		144
22	Dia de Fin de Semana	52.92
		108
	Dia Laboral	48.64
		108
23	Dia de Fin de Semana	57.08
		74
	Dia Laboral	47.04
		74
24	Dia de Fin de Semana	55.24
		46
	Dia Laboral	44.70
		46

a. ESTACIÓN = Cotocollao

ESTACIÓN = Jipijapa

^a		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Dia de Fin de Semana	62.01	63.39	59.02	59.07	59.48	56.54	60.10
		103	108	114	116	118	117	120
	Dia Laboral	59.42	60.42	58.86	56.84	57.41	57.02	58.18
		38	40	42	43	44	43	44
2	Dia de Fin de Semana	59.40	59.89	57.56	57.31	58.50	56.11	57.84
		81	85	90	92	94	93	95
	Dia Laboral	57.70	59.52	57.05	56.83	55.29	54.36	57.55
		22	23	24	25	25	25	25
3	Dia de Fin de Semana	59.82	60.03	57.04	57.29	58.34	56.05	57.53
		81	85	90	92	94	93	95
	Dia Laboral	58.07	58.69	55.55	54.31	54.82	54.22	57.30
		16	17	18	18	19	19	19
4	Dia de Fin de Semana	59.62	59.70	57.15	56.61	57.40	55.21	57.10
		59	63	66	67	69	68	70
	Dia Laboral	58.14	59.10	58.13	54.47	55.16	54.83	57.36
		16	17	18	18	19	19	19
5	Dia de Fin de Semana	59.08	59.11	57.87	56.03	58.29	56.47	59.17
		49	51	54	55	56	56	57
	Dia Laboral	60.07	60.08	59.66	56.31	59.54	58.58	60.77
		16	17	18	18	19	19	19
6	Dia de Fin de Semana	59.85	60.39	59.30	57.57	59.46	57.73	62.18
		49	51	54	55	56	56	57
	Dia Laboral	61.71	61.17	60.23	58.77	61.14	59.47	63.95
		43	45	48	49	50	49	51
7	Dia de Fin de Semana	62.19	61.56	61.53	60.58	62.17	58.84	59.73
		119	125	132	135	137	136	139
	Dia Laboral	64.59	64.24	62.58	62.88	64.63	62.00	62.28
		211	222	234	239	243	241	247
8	Dia de Fin de Semana	62.89	62.80	61.73	61.87	63.13	59.88	60.42
		221	233	246	251	256	253	259
	Dia Laboral	65.15	65.15	64.21	64.00	65.01	62.27	62.64
		329	347	366	374	380	377	386

9	Dia de Fin	63.66	63.56	61.91	62.48	63.73	60.07	60.51
	de Semana	281	296	312	319	324	321	329
	Dia Laboral	65.35	65.14	63.63	64.95	64.98	61.95	62.37
		389	409	432	441	449	445	455
10	Dia de Fin	64.03	63.69	62.96	62.62	63.79	60.27	60.58
	de Semana	319	335	354	362	368	365	373
	Dia Laboral	65.52	64.96	62.97	64.04	64.88	61.98	62.21
		367	387	408	417	424	420	430
11	Dia de Fin	63.65	63.73	62.19	62.44	63.99	60.00	61.26
	de Semana	356	375	396	404	412	408	417
	Dia Laboral	65.18	65.06	63.76	64.37	65.13	63.51	62.19
		356	375	396	404	412	408	417
12	Dia de Fin	63.25	64.07	61.97	62.72	64.45	60.53	60.68
	de Semana	362	381	402	411	418	414	424
	Dia Laboral	65.22	65.10	62.73	64.20	64.80	61.90	61.62
		362	381	402	411	418	414	424
13	Dia de Fin	63.58	64.02	61.48	62.69	64.63	60.01	60.32
	de Semana	356	375	396	404	412	408	417
	Dia Laboral	65.00	64.88	63.95	64.09	65.61	61.76	61.74
		362	381	402	411	418	414	424
14	Dia de Fin	65.92	64.40	60.96	62.54	65.74	60.19	60.51
	de Semana	362	381	402	411	418	414	424
	Dia Laboral	65.77	64.92	62.82	64.15	67.57	61.79	62.22
		351	369	390	398	405	402	411
15	Dia de Fin	65.49	64.96	61.47	63.15	67.02	60.37	60.88
	de Semana	329	347	366	374	380	377	386
	Dia Laboral	64.85	64.95	62.71	64.35	67.39	62.94	63.22
		351	369	390	398	405	402	411
16	Dia de Fin	65.21	65.10	61.80	64.95	67.13	60.51	60.94
	de Semana	302	318	336	343	349	346	354
	Dia Laboral	67.31	64.65	63.09	66.26	66.98	62.18	62.48
		362	381	402	411	418	414	424
17	Dia de Fin	63.66	63.59	61.49	63.02	65.41	60.54	62.16
	de Semana	297	313	330	337	343	340	348
	Dia Laboral	65.48	64.49	62.95	64.06	67.51	62.15	62.25
		351	369	390	398	405	402	411
18	Dia de Fin	64.73	63.41	61.68	61.84	64.13	60.22	60.95
	de Semana	297	313	330	337	343	340	348
	Dia Laboral	65.00	63.79	63.11	63.46	66.70	61.82	62.37
		351	369	390	398	405	402	411
19	Dia de Fin	64.14	63.09	60.94	63.03	63.42	60.16	60.81
	de Semana	308	324	342	349	355	352	360
	Dia Laboral	65.12	64.50	63.27	63.39	66.93	61.29	62.16
		335	352	372	380	387	383	392
20	Dia de Fin	63.22	62.86	60.41	64.30	63.04	59.94	60.63
	de Semana	292	307	324	331	337	334	341
	Dia Laboral	64.14	63.31	62.13	62.56	65.17	61.13	62.00
		292	307	324	331	337	334	341
21	Dia de Fin	62.42	62.03	60.47	62.58	62.62	59.70	60.28
	de Semana	248	261	276	282	287	284	291
	Dia Laboral	63.49	63.09	62.31	62.86	63.54	60.91	61.89
		254	267	282	288	293	291	297
22	Dia de Fin	61.15	62.49	60.70	60.90	61.86	58.89	60.19
	de Semana	189	199	210	215	218	216	221
	Dia Laboral	62.36	62.56	61.11	62.25	62.83	60.30	61.35

		189	199	210	215	218	216	221
23	Dia de Fin	60.58	60.95	59.03	62.10	60.13	57.95	59.18
	de Semana	130	136	144	147	150	148	152
	Dia Laboral	61.74	61.58	60.74	60.36	61.11	59.06	60.00
		130	136	144	147	150	148	152
24	Dia de Fin	60.42	60.45	58.52	57.24	58.56	58.31	58.27
	de Semana	81	85	90	92	94	93	95
	Dia Laboral	60.98	60.89	59.33	61.87	59.29	57.76	59.43
		81	85	90	92	94	93	95

a. ESTACIÓN = Jipijapa

