



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA VEHICULAR PARA
MEJORAR LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE DE TULCÁN,
PROVINCIA DEL CARCHI.**

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión
Ambiental**

Autor:

Ortiz Rodríguez Álvaro Guillermo

Tutor:

Lic. Falconí Ana MSc.

QUITO – ECUADOR

2021

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Álvaro Guillermo Ortiz Rodríguez, declaro ser autor del Trabajo de Investigación con el nombre **“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA VEHICULAR PARA MEJORAR LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE DE TULCÁN, PROVINCIA DEL CARCHI”**, como requisito para optar al grado de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios.

La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo acepto, que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 08 días del mes de marzo de 2021, firmo conforme:

Autor: Álvaro Guillermo Ortiz Rodríguez

Firma: 

Número de Cédula: 0401077045

Dirección: Pichincha, Quito, Cotacollao, San Carlos

Correo electrónico: alvaroortizr@hotmail.com Teléfono: 022599588

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA VEHICULAR PARA MEJORAR LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE DE TULCÁN, PROVINCIA DEL CARCHI” presentado por Álvaro Guillermo Ortiz Rodríguez, para optar por el grado de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 08 de marzo del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ana Sofía Falconí López', with a stylized flourish at the end.

MSc. Ana Sofía Falconí López

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 08 de marzo del 2021



Alvaro Guillermo Ortiz Rodríguez
CI: 0401077045

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA VEHICULAR PARA MEJORAR LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE DE TULCÁN, PROVINCIA DEL CARCHI, previo a la obtención del Título de Magister en Gestión Ambiental Mención Planificación Ambiental, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 17 de marzo del 2021



.....
Santiago Bonilla-Bedoya, Dr.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....
Laura Salazar-Cotugno, Dr.
VOCAL



.....
Ana Sofía Falconí López
VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico, a mi esposa e hijos por la paciencia y comprensión; de manera especial a mis padres Guillermo y Mariana, a mi sobrino Matheo, sin quienes no hubiera sido posible materializar esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a los directivos del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Tulcán, por la información proporcionada, así como, la oportunidad de difundir el presente estudio a la ciudadanía.

INDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
Importancia y actualidad	1
Justificación	5
Planteamiento del problema	8
OBJETIVOS	9
Objetivo General	9
Objetivos específicos	9
MARCO TEÓRICO	10
Estudios similares realizados, correlacionando el ruido con el tráfico vehicular	11
Definiciones	13
Ruido	13
Decibel	13
Escalas de Ponderación	13
Escala de Ponderación “A”	13
Escala de Ponderación “C”	13
Escala de Ponderación “Z”	14

Mapas de Ruido.-	14
Líneas isófonas.-	14
Sonómetro clase 1.-	14
Sonómetro clase 2.-	14
Calibración del sonómetro.-	15
Nivel de presión sonora equivalente.-	15
Horarios de medición.-	15
Puntos de medición.-	16
Condiciones ambientales.-	17
Ubicación del sonómetro.-	17
Períodos de medición.-	18
Métodos de interpolación de datos.-	18
DISEÑO METODOLÓGICO	20
Paradigma y tipo de investigación	20
Operacionalización de las variables	21
Delimitación del área de estudio	21
Levantamiento de datos en campo	21
Equipo utilizado	28
Elaboración del mapa de ruido e isófonas de la ciudad de Tulcán	29
Análisis de datos	30
Diseño de políticas	31
RESULTADOS	33
MAPA DE RUIDO EN LAS PARROQUIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE TULCÁN	33
Resultados de ruido por cada subperíodo	33
Resultados de ruido promedio diurno	34
ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL FLUJO VEHICULAR Y LOS DECIBELES GENERADOS	46
Flujo vehicular obtenido	46
Modelos de regresión Lineal	47
Selección del modelo de regresión más adecuado	52
POLÍTICAS AMBIENTALES PROPUESTAS	56

CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
Referencias Bibliográficas	62
ANEXO 1	66
ANEXO 2	67
ANEXO 3	68
ANEXO 4	69
ANEXO 6	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vehículos matriculados en Tulcán en 2019	4
Tabla 2. Niveles sonoros máximos permitidos	11
Tabla 3. Ubicación de puntos de medición de ruido diurno	24
Tabla 3. Continuación	25
Tabla 3. Continuación	26
Tabla 4. Niveles sonoros obtenidos en los tres subperíodos durante el día	33
Tabla 4. Continuación	34
Tabla 5. Niveles sonoros promedio por puntos durante el día	34
Tabla 5. Continuación	35
Tabla 5. Continuación	36
Tabla 6. Nivel sonoro promedio y nivel sonoro máximo según normativa	37
Tabla 6. Continuación	38
Tabla 6. Continuación	39
Tabla 7. Número de vehículos por unidad de tiempo (15min)	46
Tabla 7. Continuación	47
Tabla 8. Parámetros de regresión lineal vehículos pesados período diurno.	47
Tabla 8: Continuación	48
Tabla 9: Parámetros de regresión vehículos livianos período diurno	48
Tabla 10: Parámetros de regresión motos período diurno	50
Tabla 11: Parámetros de regresión todo vehículo período diurno	50
Tabla 11: Continuación	51
Tabla 12: Parámetros de regresión lineal múltiple período diurno	51
Tabla 12: Continuación	52
Tabla 13: Valores medidos y pronosticados de ruido	52
Tabla 13: Continuación	53
Tabla 14: Parámetros estadísticos de los modelos	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Vehículos matriculados en Ecuador	3
Gráfico N°2. Escalas de ponderación A,C,Z	14
Gráfico N°3. Ubicación de la ciudad de Tulcán	22
Gráfico N°4. Malla de muestreo 400m x 400m y puntos sin filtro.....	23
Gráfico N° 5. Vista de puntos excluidos para la toma de datos	23
Gráfico N° 6: Puntos de muestreo de Tulcán.....	24
Gráfico N° 8: GPS GARMIN Serie GPSMAP 62	28
Gráfico N° 9: Sonómetro tipo 1 CEL – 620A.....	29
Gráfico N° 7: a) Procedimiento para la consecución de objetivos 1 y 3; y b) Procedimiento para la consecución del objetivo 2 y 3	32
Gráfico N° 15: Dispersión de resultados según la zonificación.....	40
Gráfico N° 10: Mapa de ruido diurno de la ciudad de Tulcán	41
Gráfico N° 11: Isófonas de la ciudad de Tulcán	42
Gráfico N° 12: Comparativo entre niveles de ruido existentes y valores permitidos por el MAE.....	43
Gráfico N° 13: Comparativo entre niveles de ruido existentes y valores permitidos según la zonificación.....	44
Gráfico N° 14: Niveles de ruido existentes y zonificación de la ciudad.....	45
Gráfico N° 16: Vehículos contabilizados por minuto	48
Gráfico N° 17: Regresión lineal vehículos pesados	49
Gráfico N° 18: Regresión lineal vehículos livianos	49
Gráfico N° 19: Regresión lineal motos	50
Gráfico N° 20: Regresión lineal todos los vehículos	51
Gráfico N° 21: Comparación de valores entre los modelos	54
Gráfico N° 22: Rango de datos y medianas de los modelos	55

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA: ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
VEHICULAR PARA MEJORAR LA NORMATIVA AMBIENTAL
VIGENTE DE TULCÁN, PROVINCIA DEL CARCHI**

AUTOR: Ortiz Rodríguez Álvaro Guillermo
TUTOR: Lic. Falconí Ana MSc.

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años, se ha evidenciado un aumento notable de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Tulcán. Esto se debe principalmente al crecimiento del parque automotor que está afectando el bienestar de sus ciudadanos. Por tanto, el objetivo de la presente investigación consiste en estimar el nivel de contaminación acústica y su relación con el tráfico vehicular, a fin de proponer recomendaciones para la implementación de políticas ambientales adecuadas, así como también, para la actualización de la normativa ambiental local, considerando que el Ministerio del Ambiente fija en 55 dB el nivel máximo emisión de ruido diurno en zonas residenciales. Para obtener la información de la contaminación acústica, se utilizó un sonómetro y se aplicó una malla de muestreo compuesta por 44 puntos, en un gradiente urbano y con tres repeticiones diurnas. Una vez obtenidos los valores promedio, se diseñó un mapa de ruido de la ciudad en el software Arc Maps, realizando una interpolación mediante el método kriging, dicho mapa evidenció que el ingreso norte y el ingreso sur de la ciudad constituyen los sitios más ruidosos, superando los 70 dB, de igual manera, en la zona central se alcanzaron valores cercanos a 67 dB. Con respecto a la zonificación, únicamente el 18% de los datos no superan los valores permitidos por el MAE en su normativa. La contabilización vehicular muestra que los vehículos livianos predominan en la circulación, este hallazgo fue apoyado por el segundo modelo de regresión que mejor explica el ruido generado. Sin embargo, el mejor modelo de regresión determinado por coeficiente de Akaike mostró que el flujo total de vehículos esta mayormente relacionado con la generación de ruido. Finalmente, los principales resultados de la investigación fueron socializados a las autoridades y ciudadanía tulcanesa, planteando políticas que pueden ser tomadas en cuenta por parte del GAD Municipal del Cantón.

DESCRIPTORES: Contaminación acústica, flujo vehicular, ruido.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**THEME: ANALYSIS OF VEHICLE NOISE POLLUTION TO
IMPROVE CURRENT ENVIRONMENTAL REGULATIONS IN
TULCÁN, CARCHI PROVINCE.**

AUTHOR: Ortiz Rodríguez Álvaro Guillermo
TUTOR: Lic. Falconí Ana MSc.

ABSTRACT

During the last years, there has been a noticeable increase in noise pollution in the urban area of the city of Tulcan. This is mainly due to the growth of the vehicle fleet that is affecting the well-being of its citizens. Therefore, this research aims to estimate the level of noise pollution and its relationship with vehicle traffic, in order to propose recommendations for the implementation of appropriate environmental policies, as well as, for the updating of local environmental regulations, considering that the Ministry of the Environment sets the maximum level of daytime noise emission in residential areas at 55 dB. To gather the information on noise pollution, a sound level meter was used and a sampling grid composed of 44 points was applied, in an urban gradient and with three day repetitions. Once the average values were obtained, a noise map of the city was designed in the Arc Maps software, performing an interpolation using the kriging method. This map showed that the north and south entrances of the city are the noisiest places, exceeding 70 dB, and that the central area reached values close to 67 dB. Concerning the zoning, only 18% of the data do not exceed the values allowed by the MAE in its regulations. Vehicle accounting shows that light vehicles predominate in traffic, this finding was supported by the second regression model that best explains the noise generated. However, the best regression model determined by Akaike's coefficient showed that the total flow of vehicles is mostly related to noise generation. Finally, the main results of the investigation were socialized to the authorities and citizens from Tulcan, proposing policies that can be taken into account by the Municipal GAD of the Canton.

KEYWORDS: Noise pollution, traffic flow, noise.

INTRODUCCIÓN

Importancia y actualidad

El presente trabajo es considerado como un proyecto de desarrollo que se circunscribe tanto en la generación de bienestar sustentable, así como también, en el diseño y desarrollo de propuestas de intervención, debido a que al final del estudio se propondrán políticas ambientales que permitan controlar y prevenir las afectaciones por ruido y por ende generar bienestar a la población.

El ruido es un sonido molesto, perturbador y no deseado, (Real Academia Española, 2019) cuyos efectos nocivos a la salud de la población se han incrementan vertiginosamente, debido al desarrollo de las ciudades, crecimiento del parque automotor, incremento de industrias, etc. Por tanto, es necesario realizar mediciones de ruido, mediante el uso de los denominados sonómetros; dichos instrumentos generan valores de nivel de presión sonora en dB (decibeles), teniendo la opción de presentar resultados en distintas redes de ponderación o ecualización, constituyéndose la denominada “A”, la más extendida debido a que es equivalente a la percepción sonora del oído humano (Cirrus Research S.L, 2016).

La contaminación acústica es motivo de preocupación por parte de organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud, entidad que en sus “Guías europeas sobre ruido ambiental”, recomienda para el tráfico de vehículos, una exposición máxima de 53 dB, en el día y 45 dB en la noche. Además, en lo concerniente a actividades de ocio, el límite sugerido es de 70 dB (World Health Organization - Europe, 2018). Dicha organización impulsa constantemente a la población en general a concientizarse de los riesgos que acarrea la exposición a niveles elevados de ruido; pero sus objetivos van un poco más allá, procurando incidir en decisiones sostenibles de las diferentes industrias. Tal es así que a los grandes fabricantes de equipos de audio, a partir de 2009 les ha sugerido que restrinjan el volumen de salida de sus reproductores a un máximo de 85 dB, luego de lo cual es obligatorio que aparezca una advertencia de pérdida de la audición, si el usuario decide incrementar el volumen por sobre esos

límites. La OMS, de igual forma, exhorta a los gobiernos a promulgar leyes más estrictas y a establecer campañas de información sobre los riesgos de la contaminación acústica, ya que se considera que la pérdida de audición por ruido es irreversible (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Los límites establecidos por esta y otras organizaciones, procuran reducir los efectos nocivos del ruido en el ser humano, como son estrés, problemas de respiración, perturbación del sueño e inclusive problemas cardiovasculares (Münzel et al., 2018), ya que de acuerdo a investigaciones médicas más profundas, como la realizada por Bernabeu (2007), aseveran que las afectaciones en todos los seres vivos son extremadamente críticas, constituyendo las principales las siguientes:

- Lesiones en el aparato auditivo
- Pérdida de la audición
- Elevación de la tensión arterial
- Alteraciones hormonales
- Episodios de bronquitis
- Aumento en la latencia del sueño
- Alteraciones gastrointestinales
- Dificultades en la visión
- Malestar
- Alteraciones en el aprendizaje

En este contexto, las entidades gubernamentales como es el caso del Ministerio del Ambiente en Ecuador, han establecido una normativa obligatoria de control, con valores límites especificados en el Anexo 5 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015), cuyo objetivo es minimizar la contaminación ambiental acústica procurando el bienestar ciudadano a todo nivel. Dicho bienestar, es precisamente lo que persigue el Objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, en cuyas políticas se establece la necesidad de promover buenas prácticas que contribuyan a la

reducción de la contaminación (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades 2017, 2017).

Los tipos y fuentes de emisión de ruido son diversas, pero las ciudades ecuatorianas comparten una fuente común, constituida por los automotores que circulan por el área urbana, cuyas afectaciones van en constante aumento, más aún cuando se evidencia, que según el último reporte del INEC disponible en su portal web, en el Ecuador, los vehículos matriculados han tenido un crecimiento del 7.4% entre el 2017 y 2018, alcanzando los 2.403.651, conforme se observa en la siguiente figura (INEC, 2019 a):

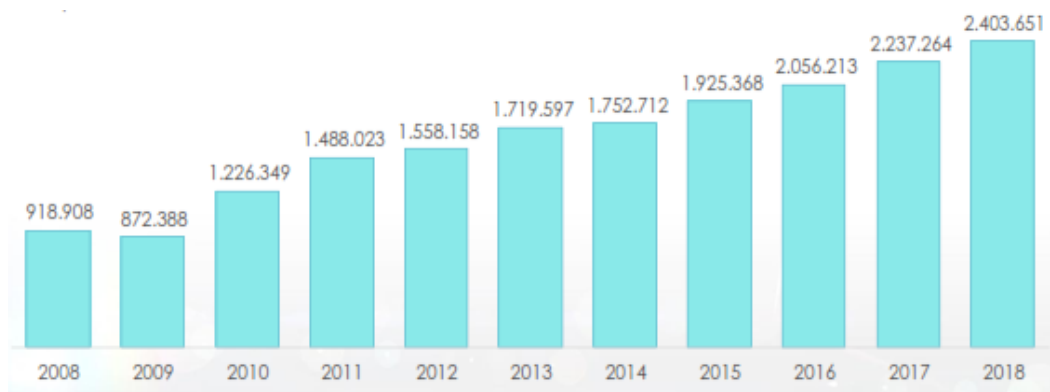


Gráfico N° 1 Vehículos matriculados en Ecuador.

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: INEC, 2019 a.

Del total de vehículos, según la fuente consultada un número total de 23.666 fueron matriculados en el 2018, en la provincia del Carchi, mientras que en la Jefatura de Matriculación de Tulcán se obtuvieron datos a 2019, específicamente para la ciudad, los cuales alcanzan un total de 13.298 automotores (Anexo 1), distribuidos de la manera que se detalla en la Tabla 1.

Sin embargo, en la ciudad de Tulcán no se han realizado investigaciones referentes a la contaminación ambiental sonora en los últimos diez años, afirmando a priori que el creciente parque automotor y las actividades comerciales propias de esta ciudad fronteriza constituyen la principal fuente de emisión de ruido, por lo que es necesario

determinar las zonas ruidosas, silenciosas y verificar si de acuerdo a la zonificación del GAD Cantonal, se cumple con los límites permitidos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Tabla 1. Vehículos matriculados en Tulcán en 2019

Tipo de vehículo	Pesados	Livianos	Motos	Total
Cantidad	1.507	10.405	1.386	13.298
Porcentaje	11.33%	10.42%	78.24%	

Elaborado por: Elaboración propia

Fuente: Realpe E, 2020

La contaminación acústica en Tulcán, ha sido motivo de preocupación por parte de las autoridades locales, tal es así que en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Tulcán – Actualización 2015 – 2019 (GAD Tulcán, 2015), se cataloga a este impacto con un nivel de afectación alta, atribuyendo como causante de este fenómeno principalmente a la circulación de buses de transporte público en el área urbana, existiendo tres cooperativas de colectivos:

- Cooperativa de colectivos Once de Abril
- Cooperativa de colectivos Frontera Norte
- Compañía de transportes Stebart

En vista de la forma alargada de la ciudad, el flujo vehicular se circunscribe básicamente a las vías longitudinales existentes, como son las calles: Rafael Arellano, Bolívar, Sucre, Olmedo, Colón y Maldonado; esta última con menor circulación de vehículos livianos y buses que las otras vías; concentrándose el tráfico, y por ende su emanación sonora, en el área central donde se encuentran las principales instituciones gubernamentales, bancarias y de comercio, sin que hayan existido los recursos y el interés suficiente para realizar investigaciones detalladas referentes al ruido ambiental

en la urbe norteña, constituyéndose un impacto preponderante a ser tomado en cuenta en la gestión ambiental de la ciudad.

Justificación

Existen varios estudios de ruido urbano a nivel mundial, regional y nacional; cada uno de ellos con sus particularidades, dependiendo de la realidad de la zona de estudio, normativa existente y metodología aplicada. Varios de estos, relacionan la contaminación sonora con el tráfico vehicular, como es el caso del análisis realizado por Lin-hua, Ming, & Er-da (2013), en el Guangzhou Higher Education Mega Center, en el cual se determina además el grado de afectación en los habitantes de la zona, determinándose que solamente el 5% de la población desarrolla sus actividades en un ambiente con un ruido menor a 50 dB, que constituye el límite fijado en China para áreas educativas y hospitalarias.

En España se han realizado investigaciones en varias regiones como Cáceres (Gómez Escobar et al.,2008), Murcia (Pinedo Asarta, 2009) y Cádiz (Silla & Fernández, 2009) basados en normas europeas, cuyos resultados han dado alertas de las posibles afectaciones en la población, que han contribuido en la implementación de medidas de mitigación adecuadas, como la construcción de barreras naturales o artificiales anti ruido o reorganización de rutas vehiculares en dichas ciudades.

A nivel continental se han elaborado mapas de ruido en Curitiba (PEK & PHT, 2015), Medellín (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2009), Lima (Santos De la Cruz, 2007) y Bogotá (Ramírez González, Domínguez Calle, & Borrero Marulanda, 2011), usando diferentes metodologías, debido al alcance y zona de estudio de cada uno, pero coincidiendo en las propuestas para contrarrestar los efectos del ruido; como por ejemplo, sugiriendo controles de velocidad, restricciones en la circulación de acuerdo al tipo de vehículo o recomendando modificaciones en el tipo de pavimento de las vías existentes.

Son destacables las recomendaciones realizadas luego del análisis efectuado en la avenida Javier Prado de la ciudad de Lima, por Santos De la Cruz (2007), en donde se

asevera que el nivel sonoro continuo, crece con la velocidad e intensidad del tráfico, por lo tanto, propone las siguientes posibles soluciones:

- Implementar límites de velocidad y redistribuir el tráfico por vías alternas
- Realizar un diseño de vías tomando en cuenta el factor medioambiental y uso de suelo
- Establecer paradas de buses en forma alternada en calles de doble vía
- Adecuar el parterre central con vegetación de abundante follaje
- Establecer ordenanzas específicas respecto al control del uso de pitos o sirenas en los automotores
- Implementación de puentes peatonales para mejorar la circulación vehicular

En el caso de Bogotá, en donde el pico y placa o políticas más restrictivas dirigidas específicamente a vehículos particulares, como el “día sin carro”, han reducido parcialmente los niveles de presión sonora generados, (Ramírez González et al., 2011), dichas medidas han sido complementadas con el fortalecimiento del transporte masivo, buses eléctricos y renovación del parque automotor en general.

En el Ecuador se destacan estudios realizados en Cuenca (Delgado & Martínez, 2015), Guayaquil (Andrade, Calero, Vera Barriga, & Córdova, 2018), Tena (Torres, 2016) y Loja (Hernández-Ocampo, García-Matailo, Hernández-Ocampo, Chuncho Viñamagua, & Alvarado-Jaramillo, 2018); los cuales coinciden con las aseveraciones de estudios a nivel regional, pero añaden otros factores entre ellos la falta de señalética vial o la falta de regulación urbana, como los causantes del incremento de emisiones de ruido vehicular.

Si bien es cierto, la contaminación acústica se torna mucho más crítica en las ciudades grandes, no obstante, debido a la falta de estudios de ruido urbano, conforme lo ratifica el oficio Nro. 040-DGA-GADMT-2020, del 29 de enero de 2020, emitido por la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal (Anexo 2), en ciudades pequeñas como Tulcán, que de acuerdo a la proyección de la población se alcanzarían los 102.000 habitantes para el 2020 (INEC, 2020), no se han establecido políticas u

ordenanzas actualizadas que normen las actividades en los diferentes ámbitos ambientales y de manera específica aquellas relacionadas con la emanación de ruidos.

Tal es así que, el Código de Protección Ambiental vigente del Cantón objeto de estudio, data del año 2007, es decir, no se enmarca en las últimas reformas dictaminadas por la Autoridad Nacional Ambiental, por ende describe de forma muy general lineamientos respecto a la prevención y mitigación de contaminación sonora; a pesar que el Ministerio del Ambiente, delega a los GAD Municipales la responsabilidad de gestión de control y planificación territorial, mediante la elaboración de mapas de ruido principalmente, pero no limitado a poblaciones con más de 250.000 habitantes (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015).

La Dirección de Planificación Urbana y Rural del GAD de Tulcán, a enero de 2020, se encuentra en proceso de actualización de la zonificación de uso de suelo, ya que según lo manifestado por su Director el Arq. Oswaldo Cadena, el levantamiento existente data de los años 80, por lo que el presente estudio puede contribuir a la definición de límites zonales en el área urbana.

Respecto a la revisión vehicular de los automotores en la ciudad de Tulcán, a enero de 2020, aún no ha sido implementado el proceso mecatrónico o automatizado establecido en la Agencia Nacional de Tránsito (2019), restringiéndose únicamente a una inspección visual; destacándose que si se realizaron pruebas de ruido en los automotores hasta diciembre de 2019 (Realpe, 2020).

Los estudios de contaminación auditiva realizados en la ciudad de Tulcán son escasos, el último registro disponible que data de 2009, realizado por la Dirección Provincial del Ambiente, registra niveles superiores a los 70 dB en la zona comercial de la urbe (Diario La Hora, 2009); estas mediciones se realizaron en un número reducido de sitios y únicamente con el carácter de informativo, por lo que no se posee una referencia previa o puntos preestablecidos para el monitoreo.

El mapa de ruido, hasta el momento inexistente de la ciudad de Tulcán, proporcionará al Departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal una línea

base para establecer normativas de monitoreo y control posterior; más aún cuando el propio Municipio en el año 2015, ha determinado que el incremento acelerado del número de vehículos está generando una contaminación acústica importante, que a mediano plazo se reflejará en la salud de los habitantes de esta zona fronteriza (GAD Tulcán, 2015); siendo importante mencionar que según el Departamento de Matriculación los automotores matriculadas en el año 2019, superan las 13.000 unidades, como se explicó en líneas anteriores y se puede observar en la Tabla 1 (Departamento de Matriculación GAD Tulcán, 2020).

Planteamiento del problema

¿Cuál es el nivel de contaminación acústica y cuál es su relación con el tráfico vehicular en la zona urbana del Cantón Tulcán, provincia del Carchi?

OBJETIVOS

Objetivo General

Estimar el nivel de contaminación acústica y su relación con el tráfico vehicular en la zona urbana del Cantón Tulcán, provincia del Carchi, a fin de proponer recomendaciones para la actualización de la normativa local.

Objetivos específicos

- Diseñar un mapa de ruido en las parroquias urbanas de la ciudad de Tulcán, determinando las zonas más ruidosas y más silenciosas.
- Estimar la relación existente entre el flujo vehicular y los decibeles generados por ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad.
- Proponer políticas ambientales para contrarrestar el ruido generado en los sectores urbanos de la ciudad de Tulcán.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

La generación de ruido y sus medidas de mitigación han sido motivo de preocupación de la humanidad desde tiempos antiguos; en época de los Romanos por ejemplo, se establecían limitaciones de circulación de las carretas especialmente en horarios nocturnos, a fin de evitar las molestias a los ciudadanos; la aplicación de dichas limitaciones en la actualidad, resultan extremadamente complejas, sobre todo en ciudades grandes, debido al incremento exponencial de automotores y el extenso tráfico diurno y nocturno (Tam Pui-ying, Civic Exchange, 2006).

Varios países han incorporado en su normativa límites permisibles de ruido, técnicas de monitoreo, medidas de prevención y mitigación, con el objeto de minimizar entre otros, los efectos nocivos fisiológicos y no fisiológicos en el ser humano, descritos por Miyara, Pasch, Cabanellas, & Yanitelli (2014) como son: molestia, incomodidad, ansiedad, sobresalto, etc.; dichos efectos resultan alarmantes en las grandes ciudades, sin ser menos importantes en ciudades intermedias o pequeñas, en donde de a poco se verifican afectaciones en la salud de sus ciudadanos.

En el caso ecuatoriano, los límites permitidos para emisión de ruido se encuentran establecidos en el Ministerio del Ambiente Ecuador (2015), los mismos que se muestran en la Tabla No. 2, cuya medición se realiza en decibeles (dB), con los denominados sonómetros, clase 1 o clase 2, cuyas especificaciones y procedimientos de medición, de igual forma se explican en dicha normativa.

El Código de Protección Ambiental vigente del Cantón Tulcán por su parte, establece de manera somera prohibiciones para generación de contaminación sonora, así como, sanciones económicas para entidades que incumplan estos lineamientos, sin fijar valores numéricos límites de ruido, por lo que en la práctica resulta inaplicable.

Tabla 2. Niveles sonoros máximos permitidos

NIVELES MÁXIMOS DE EMISION DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	Lkeq (dB)	
	Período Diurno	Período Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	07:01 hasta 21:00 horas
Residencial R1	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	<p>Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utiliza el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 Lkeq para este caso = Diurno 55dB y Nocturno 45 dB.</p>	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	<p>La determinación del Lkeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>	

Fuente: Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015

Estudios similares realizados, correlacionando el ruido con el tráfico vehicular

Análisis realizados en ciudades de otros continentes advierten que la contaminación por ruido vehicular constituye un serio problema, tal es así que en la investigación realizada en el año 2013 en Guangzhou Higher Education Mega Center, la mayoría de los valores de ruido vehicular supera los 60 dB, sobrepasando el límite para zonas educativas (Xu, Plieninger, & Primdahl, 2013).

En Cáceres, España, más del 85% de los 215 puntos evaluados superan los 55 dB, cuyo valor es el límite de molestia, fijado por la Organización Mundial de la Salud para horario diurno; dicho estudio arroja un valor de ruido promedio de $61,8 \pm 6,1$ dB (Gómez Escobar, y otros, 2008).

A nivel de la región, la situación es similar ya que se han realizado estudios de ruido en diferentes ciudades y en la mayoría de los casos los puntos evaluados superan los valores establecidos en la normativa correspondiente. En Curitiba por ejemplo, de los 232 puntos evaluados, solamente 45 no sobrepasan el valor de 65 dB, establecidos en la Ley Municipal local para zonas comunes; adicionalmente solo 4 puntos no superaron los 55 dB, establecidos como límite para áreas sensibles como escuelas u hospitales (PEK & PHT, 2015).

En estudios realizados en el año 2013, en ciudades vecinas al área de estudio, como es el caso de Ipiales, se obtuvieron valores en promedio de nivel de presión sonora equivalente de 70 a 75dB, en sitios donde existe un alto tráfico vehicular, estos valores decrecen conforme se alejan de vías bastante transitadas (CORPONARIÑO, 2013).

La Investigación realizada por González Moya, Mena Mora, & Vallejo Choez (2017), en Pujilí advierte una relación directa entre el ruido ambiental y el tráfico rodado, es así que los valores más bajos de ruido, el cual no superaron los 45 dB, se reflejaba en la ausencia de vehículos; por el contrario, al existir tránsito normal de automotores, se alcanzaron los 74dB.

En la ciudad de Cuenca con un total de 30 puntos de monitoreo, el ruido alcanza valores de 80 dB, en vías principales, superando considerablemente los límites establecidos en la normativa nacional (Delgado & Martínez, 2015).

En Ibarra se obtuvieron valores entre 75 dB y 80 dB, según Espinosa Lima, P. A. (2018), constituyéndose los valores más altos en las calles de mayor conflicto vehicular y sobrepasando los límites establecidos en la normativa vigente, especialmente en zonas aledañas a instituciones educativas y hospitalarias.

En la vía Samborondón, provincia del Guayas, se detectó que en toda la zona de estudio, los valores superan los establecidos en la tabla Nro. 2, para los períodos diurno y nocturno, con valores de 73.5 dB y 74.9 dB, respectivamente, sin relacionar directamente estos resultados con el tráfico, debido a que en el sector también se encuentran otras fuentes importantes de ruido como bares, discotecas y demás locales que usan frecuentemente altavoces (Guijarro-Peralta, Terán-Narvaez, & Valdez-González, 2015).

Definiciones

Ruido.-

El ruido es un contaminante atmosférico medido en dB, definido por un sonido molesto de cierta intensidad que puede perjudicar a los seres vivos (Rubianes Landázuri, 2009).

Decibel.-

Es una unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia, utilizado para describir niveles de presión sonora (dB).

Escalas de Ponderación.-

Permiten estimar el comportamiento del oído en función del ruido al que esté expuesto, estableciéndose principalmente a nivel mundial las escalas de ponderación “A”, “C” y “Z”.

Escala de Ponderación “A”.-

Se utiliza para representar la respuesta del oído humano al ruido y constituye la más ampliamente usada para estudios de ruido, cuyos resultados se muestran como dB(A).

Escala de Ponderación “C”.-

Pone más énfasis en los sonidos de baja frecuencia y es plana para frecuencias entre 31,5 Hz y 8kHz, sus resultados se muestran como dB(C).

Escala de Ponderación “Z”.-

La frecuencia será plana para frecuencias entre 8 Hz y 20kHz, sus resultados se muestran como dB(Z).

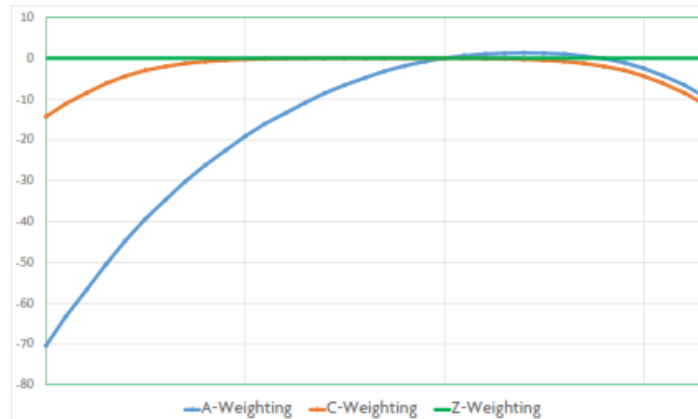


Gráfico N°2. Escalas de ponderación A,C,Z

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Cirrus Research S.L, 2016

Mapas de Ruido.-

Es la representación gráfica de la variación del nivel de presión sonora de un lugar geográfico determinado, mediante líneas isófonas.

Líneas isófonas.-

Son líneas que en un mapa representan la unión de puntos con igual nivel de presión sonora.

Sonómetro clase 1.-

Son instrumentos que miden la presión sonora, generalmente utilizados en trabajos de precisión o laboratorio, cuya tolerancia a 1kHz, está en el orden de +/- 1.9 dB (Cirrus Research S.L, 2016).

Sonómetro clase 2.-

Son instrumentos que miden la presión sonora con menor precisión que la clase 1, pero ampliamente utilizados en trabajos de campo, aceptando una tolerancia de +/- 2.2 dB a 1kHz (Cirrus Research S.L, 2016).

Calibración del sonómetro.-

Conforme a lo establecido por Ministerio del Ambiente Ecuador (2015), el sonómetro debe ser calibrado cada dos años.

Nivel de presión sonora equivalente.-

En el Anexo 5 del Libro VI de las TULSMA (2015), se define a la presión sonora equivalente (L_{eq}), con la siguiente fórmula:

$$L_{AeqT} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A(t)}{P_0(t)} dt \quad (1)$$

Donde:

L_{AeqT} : Nivel presión continuo equivalente

t_2-t_1 : período de medida

$P_A(t)$: presión instantánea con la ponderación A

$P_0(t)$: presión de referencia

Sin embargo, los sonómetros integradores promediadores, emiten directamente el valor de L_{eq} , si no se cuenta con este tipo de instrumentos, deberá calcularse el valor de L_{eq} , cuya fórmula puede simplificarse de acuerdo a lo siguiente:

$$L_{AeqT} = 10 \text{ Log}[\Sigma t/T * 10^{0.1L_i}] \quad (2)$$

Donde:

L_{AeqT} : Nivel presión continuo equivalente

t/T : Fracción de tiempo en el que se realiza la lectura

L_i : Lectura del sonómetro en dB

Horarios de medición.-

De acuerdo al Ministerio del Ambiente Ecuador (2015), las mediciones se deben realizar en las siguientes condiciones:

- Diurno: 07:01 a 21:00 horas
- Nocturno: 21:01 a 07:00 horas

Puntos de medición.-

La norma no establece un número mínimo de puntos de medición, sin embargo, en la parte pertinente a mapas de ruido indica que en la primera etapa, se detallará solo el ruido en las principales vías donde se generan altos niveles de ruido debido a vehículos automotores; así mismo, establece que los mapas de ruido ambiental se elaborarán utilizando procedimientos apropiados (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015).

Mediante Registro Oficial Nro. 155 de 6 de enero de 2014, se oficializa con el carácter de voluntario, entre otras, las Normas ISO 1996-1 e ISO 1996-2, referentes a ruido ambiental (REGISTRO OFICIAL - ORGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR, 2014); expidiéndose una traducción mediante la Norma NTE INEN-ISO 1996-1 y NTE INEN-ISO 1996-2; en esta última se indica que para los mapas de ruido se toman los datos en puntos de una cuadrícula y en el caso de que los datos difieran en más de 5dB, se tomarán datos intermedios.

Esta metodología de malla de muestreo, es la más utilizadas para definir los puntos de medición, consistiendo en una técnica medioambiental diseñada para investigar no solo datos acústicos sino, más emplazamientos específicos (Real Academia de Ingeniería, 2019).

Las dimensiones de cada celda de dicha malla, varían de 160 m hasta 1000 m por lado (Brown & Lam, 1987); en un estudio realizado en Medellín en el año 2009, por ejemplo, se configuró una red de 400 m x 400 m, escogiendo como puntos de medición los centroides de cada retícula (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2009).

Así mismo, un estudio comparativo realizado por (Efstathios & Jian, 2017), en las ciudades de Bruselas, Praga, Rotterdam, Heinsinki, Amsterdam y Antwerp, con el objeto de determinar la incidencia de espacios verdes en la contaminación acústica, utilizó un enmallado de 500 m x 500 m.

Finalmente, en la investigación realizada en Cáceres, España, por su parte, se determinó similitud de resultados al usar cuadrículas de 200 m y 400 m por lado (Gómez Escobar, y otros, 2008), tomando los vértices como puntos de medición de ruido.

Condiciones ambientales.-

El momento de la medición debe realizarse sin presencia de lluvia, truenos, con una velocidad del viento menor a 5m/s y usando en el sonómetro una pantalla protectora contra el viento.

Ubicación del sonómetro.-

El presente estudio pretende determinar los niveles de ruido generados en el ambiente por diferentes fuentes emisoras (FER), aunque es lógico suponer que la principal fuente estará constituida por el tráfico vehicular.

En estudios realizados exclusivamente para flujo vehicular, por parte de PEK & PHT (2015) en Curitiba, Brasil o en el análisis realizado por Lin-hua, Ming, & Er-da (2013) en el Guangzhou Higher Education Mega Center, ubican al sonómetro a una altura de cuatro metros, a partir de lo cual han generado un mapa de ruido en su zonas de estudio, esto basados en lo establecido por la European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). La Norma NTE INEN-ISO 1996-2 (2014), establece que la altura de (4,0 +/- 0.5), se utiliza para áreas con edificios altos, mientras que para edificaciones de un piso, se adopte una altura de sonómetro de 1.20 o 1.5 m.

Lo anterior está en concordancia con estudios realizados por Tacuri Ortega, Calderón Peralvo, & Sellers Walden (2016), en la ciudad de Cuenca, así como la investigación realizada por Andrade, Calero, Barriga, & Córdova (2018), en la ciudad de Guayaquil, quienes han adoptado los parámetros fijados por el Anexo 5 del Libro VI de las TULSMA (2015), en el cual se especifica que el sonómetro debe estar ubicado en un trípode a una altura igual o superior a 1.5 m de altura, cuyo micrófono deberá

estar direccionado con una inclinación de 45 a 90 grados; el operador por su parte debe estar alejado al menos 1 metro del instrumento.

Períodos de medición.-

Estudios realizados por Pinedo Asarta (2009) en Murcia, determinan un nivel sonoro equivalente en un período de 24 horas; el análisis realizado por (Silla & Fernández, 2009) en Cádiz, sugiere que se puede obtener datos confiables en 10 minutos; Lin-hua, Ming, & Er-da (2013), por su parte realizan el monitoreo en 20 minutos.

Los mapas de ruido en diferentes localidades de España, como se describe en las anteriores líneas, no han cumplido la estandarización de medición de ruido establecida en el Real Decreto 1367/2007, para infraestructuras viarias, fijando la modalidad de realizar 3 series de mediciones, con 3 mediciones en cada serie, de una duración mínima de 5 minutos (BOE LEGISLACIÓN CONSOLIDADA, 2007).

La Norma NTE INEN-ISO 1996-2 (2014), no establece un valor para intervalos temporales de medición, pero si especifica que se debe cubrir al menos tres períodos, por tal motivo en el Ecuador se han realizado mapas de ruido en algunas ciudades, como Cuenca, Manta, Tena, Loja con períodos de medición variables; Torres (2016), recomienda un tiempo de medición entre 10 y 30 minutos para su estudio en Tena, en Loja por ejemplo se tomaron datos de ruido ambiental generado durante un tiempo de 10 minutos (Hernández-Ocampo, García-Matailo, Hernández-Ocampo, Chuncho Viñamagua, & Alvarado-Jaramillo, 2018).

Métodos de interpolación de datos.-

El software Arc Maps, posee varias herramientas de interpolación de datos aplicados a elevaciones, precipitaciones, niveles de ruido como por ejemplo: IDW (Ponderación de distancia Inversa), Kriging, Natural Neighbor, etc; siendo los dos primeros los más utilizados en estudios de ruido.

El método IDW estima valores, especificando la distancia de búsqueda y es netamente matemática, funcionando correctamente cuando los datos están espaciados

uniformemente asumiendo que los valores cercanos están más relacionados que otros con su función, pero este método no dice que tan segura es esta predicción de valores (ArcGeek, 2018).

El método kriging, por su parte predice valores con una predicción óptima, al establecer una medida de confianza de dicha predicción a través de un semivariograma (ArcGeek, 2018).

En nuestro medio esta última es la técnica más utilizada en interpolación de niveles sonoros, en casos como el análisis de ruido en Cuenca (Delgado & Martínez, 2015) y en Ibarra (Espinosa Lima, 2018).

CAPÍTULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

Paradigma y tipo de investigación

El enfoque asumido en la presente investigación es de carácter cuantitativo, pues se miden básicamente dos fenómenos:

- Ruido ambiental en diferentes puntos de la ciudad y en distintos períodos diurnos.
- Flujo vehicular en los puntos de medición de ruido.

Este tipo de enfoque se aplica porque las variables a estudiar, pueden ser evaluadas para determinar si existe una relación entre los fenómenos anteriormente detallados, y de existir dicha relación, propender a una predicción mediante el uso de varios parámetros estadísticos, especialmente utilizando regresiones.

Con respecto a la modalidad, es de tipo aplicada y su investigación tendrá un alcance correlacional al cuantificar la relación existente entre las variables ruido y flujo vehicular. Adicionalmente, el diseño de investigación es de tipo no experimental y transeccional, ya que se tomarán los datos de las variables en un punto del tiempo, es decir, constituye una recolección de datos única, además es correlacional-causal, ya que se busca la relación entre dichas variables.

La metodología de recolección de datos será cuantitativa, mediante la medición de ruido con la ayuda de aparatos y equipos, como son los sonómetros, además del conteo manual de vehículos.

Todo lo indicado, con el fin de poner a consideración de las autoridades seccionales, posibles medidas preventivas o correctivas, así como también, medidas de mitigación ante los efectos de la contaminación acústica en el área urbana de la zona de estudio.

Operacionalización de las variables

En la primera fase de la investigación, se determinará el flujo vehicular, del cual depende la emisión de ruido, por lo que se tiene las siguientes variables:

Variable Independiente: Flujo vehicular en número de vehículos por minuto.

Variable Dependiente: Niveles de presión sonora en dB.

La segunda fase de la investigación, implica el establecimiento de políticas a ser recomendadas a la autoridad seccional, por lo que en esta fase se tienen las siguientes variables:

Variable Independiente: Niveles de presión sonora.

Variable Dependiente: Políticas ambientales.

Delimitación del área de estudio

La zona de estudio comprende la ciudad de Tulcán, capital de la provincia del Carchi, ubicada en el extremo norte del Ecuador, cuyas coordenadas son 0°48'42"N 77°43'07"O, de acuerdo al censo 2010, realizado por el INEC, su población era de 53.558 habitantes, mientras que la población proyectada de todo el Cantón, de acuerdo a INEC (2020), alcanzaría al 2020 los 102.000 habitantes.

Por otra parte, los datos emitidos por INEC (2019a), reporta un número de 23.666 vehículos matriculados en el Carchi para el año 2018, los cuales en su gran mayoría circulan en la ciudad capital de la provincia, este número se ve incrementado considerablemente si se toma en cuenta que se trata de una zona fronteriza y por ende existe un número importante de vehículos colombianos de toda clase.

Levantamiento de datos en campo

Para la toma de datos georeferenciados de ruido, se utilizó la cartografía base a nivel nacional (INEC , 2019 b), representada en el Gráfico No 4 y usando la técnica de malla de muestreo con una red de 400 m x 400 m, sobre el área de estudio, cuyos vértices constituyeron los puntos de toma de datos de ruido, sin dejar de lado que de acuerdo al Ministerio de Ambiente Ecuador (2015), en el acápite 7.3 del Libro IX del

Texto Unificado de Legislación Secundaria, establece que, en la primera etapa se detallará en un mapa de ruido solo aquel generado en las principales vías de la ciudad.

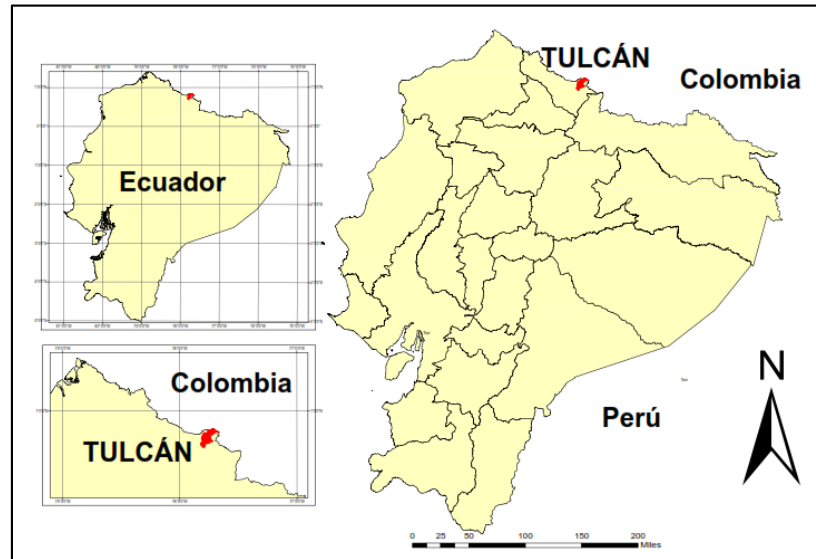


Gráfico N°3. Ubicación de la ciudad de Tulcán

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: INEC, 2019 b

Tomando en cuenta que el presente estudio pretende estimar el nivel de contaminación acústica y su relación con el tráfico vehicular en la zona urbana, se procedió a discriminar de la malla generada los siguientes puntos:

- Puntos fuera del área de estudio;
- Puntos fuera de la zona urbana;
- Puntos en zonas donde se evidencia tráfico casi nulo o inexistente (vías de tierra o vías sin salida).

Con estas consideraciones, se definió un total de 44 puntos de medición distribuidos a lo largo de la ciudad, conforme se muestra en el Gráfico Nro.6, los cuales fueron ajustados o trasladados a las vías más próximas, como consta en el Anexo 4, cuya tabla resumen se describe en la Tabla Nro.3, para poder evaluar conjuntamente el ruido y el flujo vehicular.

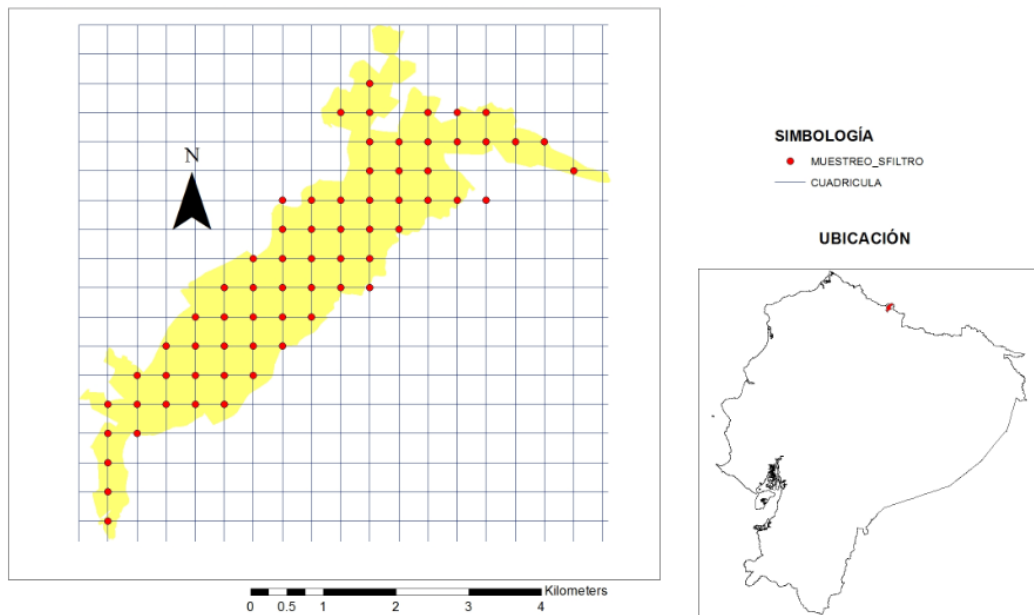


Gráfico N°4. Malla de muestreo 400m x 400m y puntos sin filtro

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: INEC, 2019 b.



Gráfico N° 5. Vista de puntos excluidos para la toma de datos

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

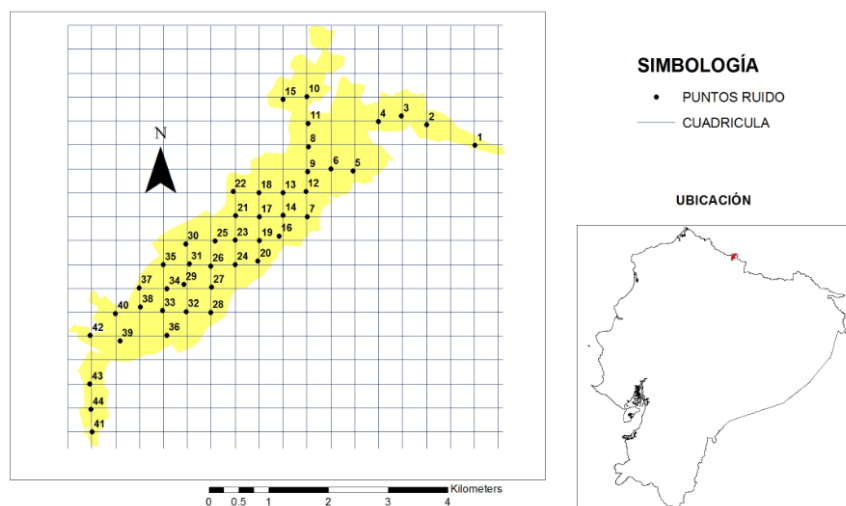


Gráfico N° 6: Puntos de muestreo de Tulcán

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: (INEC , 2019 b)

Tabla 3. Ubicación de puntos de medición de ruido diurno

COORDENADAS UTM WGS-84			
PTO	UBICACIÓN	X	Y
1	VIA A IPIALES	201019	91154
2	FRENTE A LA ADUANA	200210	91497
3	VIA IPIALES	199790	91645
4	200m AL NORTE DEL COLISEO	199401	91550
5	TRAS DEL COLEGIO "BOLÍVAR"	198977	90724
6	RICARDO DEL HIERRO	198609	90763
7	CDLA DEL MAESTRO	198212	89960
8	BRASIL	198231	91133
9	AV. MANABÍ Y PARAGUAY	198222	90714
10	IGLESIA SAN CLEMENTE	198208	91971

Tabla 3. Continuación

	CRESPO TORAL Y AV SAN		
11	FRANCISCO	198228	91524
	SUCRE - DIAGONAL A ESC. ANGELICA		
12	MARTÍNEZ	198189	90387
13	PARQUE AYORA	197807	90364
	COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS		
14		197811	89987
	CDLA. PADRE CARLOS DE LA VEGA		
15		197813	91923
	TRAS DE CNT - BARRIO TAJAMAR		
16		197742	89640
	DIEZ DE AGOSTO Y BOLÍVAR		
17		197409	89963
	GRAN COLOMBIA Y ESMERALDAS		
18		197407	90365
	COLÓN Y NUEVE DE OCTUBRE		
19		197414	89567
20	JAVIER ESPINOZA	197387	89222
	TRAS ESTADIO MUNICIPAL DE TULCÁN		
21		197012	89981
	AVDA JULIO ROBLES		
22		196977	90385
23	LAS DOS CALLES	197008	89574
	MALDONADO Y COLÓN		
24		197007	89166
	TRAS CENTRO CRISTIANO FAMILIAR		
25		196670	89560
	BOLÍVAR Y GRAL. PLAZA		
26		196595	89140
	ECUADOR Y OLMEDO		
27		196607	88788
	PROLONGACIÓN AVDA. CENTENARIO		
28		196593	88364

Tabla 3. Continuación

29	AVDA. VEINTIMILLA (IND. LECHERA CARCHI)	196147	88832
30	CDLA. MAYOR GALO MOLINA	196183	89510
31	AVDA. JUAN RAMON ARELLANO/ TRAS TERMINAL TERRESTRE	196239	89176
32	AVDA. TULCANAZA	196183	88381
33	VEINTIMILLA Y JUAN DE VELASCO	195789	88397
34	UPC - LA LAGUNA	195866	88759
35	FRENTE A LA UPEC	195803	89165
36	AVDA. ANDRÉS BELLO	195862	87983
37	AVDA. JULIO ROBLES	195398	88778
38	CALLE POSTERIOR AL SEMINARIO MENOR	195417	88456
39	FRENTE AL BATALLÓN MAYOR MOLINA	195081	87889
40	CDLA VIVIENDA POPULAR (J ANDRADE Y J VARGAS)	195006	88349
41	TRAS LA IGLESIA DE LAS JUNTAS	194612	86368
42	FRENTE UNIVERSIDAD UNIANDES	194582	87981
43	AVDA. VEINTIMILLA	194574	87168
44	AVDA. VEINTIMILLA - CLINICA MUNICIPAL	194588	86746

Fuente: Elaboración propia

En los 44 puntos mencionados, se realizaron 3 series de 3 mediciones de 5 minutos en cada punto, registrando el LAeqT y contabilizando manualmente al mismo tiempo, los vehículos que transitan, diferenciándolos entre motos, livianos y pesados (>3.5T) (INTERNATIONAL STANDARD, 2007), conforme lo establece la norma ISO y conforme se han realizado investigaciones anteriores a nivel nacional e internacional. Dicha normativa establece también que previo a la medición de ruido, el sonómetro debe ser calibrado, cuyo procedimiento se lo debe realizar al menos cada dos años. El certificado de calibración del sonómetro CASELLA 62 A se adjunta en el Anexo 3.

Considerando que la ciudad de Tulcán, al ser una ciudad relativamente pequeña y debido a sus condiciones climáticas, no tiene una “vida nocturna”, sus actividades normales y por ende el flujo vehicular se realizan básicamente en horas del día, por lo que el estudio de ruido se lo ejecutó únicamente en el período diurno (7:00 – 21:00), dividiéndose este a su vez en tres subperíodos:

- Subperíodo 1: 07:00 – 11:00
- Subperíodo 2: 11:00 – 15:00
- Subperíodo 3: 15:00 – 21:00

Con los datos por subperíodo, se obtuvo los promedios logarítmicos por cada punto, utilizando la fórmula Nro. 3, establecida en el Real Decreto 1367/2007 (BOE LEGISLACIÓN CONSOLIDADA, 2007); la medición de ruido por cada punto y por período, se muestran en el Anexo 4.

$$L_{AeqT} = 10 \text{ Log}[1/n \sum 10^{0.1L_{Aeq,Ti}}] \quad (3)$$

Donde:

T: tiempo en segundos correspondiente al período temporal de evaluación.

Ti: intervalo de tiempo de la medida i.

n: número de mediciones del conjunto de las series de mediciones realizadas en el período de tiempo T.

El valor del nivel sonoro resultante se debe redondear incrementándolo en 0.5 dB.

Equipo utilizado

Para la toma de datos se utilizaron los siguientes equipos:

Equipo GPS GARMIN SERIE GPSMAP 62 (Garmin International, Inc., 2011):

- Tipo: receptor de alta sensibilidad;
- Dimensiones: 6.1cm x 16cm x 3.6 cm;
- Precisión: +/- 4 m (Gráfico Nro. 8).

Equipo sonómetro CASELLA SERIE CEL – 620A clase 1, (Casella CEL Limited, 2010), con las siguientes características:

- Integrador de banda ancha;
- Ponderación de frecuencia A, C y Z;
- Ponderación de tiempo: Fast, Slow e Impulse;
- Rango total de medición: 20 a 140 dB RMS (rango único), 143.0 dB pico (Gráfico N° 9).



Gráfico N° 8: GPS GARMIN Serie GPSMAP 62

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

El sonómetro es colocado a 1.5 m de altura en un trípode adecuado para el efecto cuyo operador debe alejarse al menos 2 m para la toma de lecturas.



Gráfico N° 9: Sonómetro tipo 1 CEL – 620A

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Respecto al flujo vehicular, en el mismo punto de medición auditiva, se contabilizó el número de vehículos, categorizándolos por tipo, es decir, motos, livianos y pesados, promediando los resultados en cada uno de los puntos de medición, conforme se muestra en el Anexo 4.

Elaboración del mapa de ruido e isófonas de la ciudad de Tulcán

Con los resultados de ruido promedio diurnos, se organizaron los valores de coordenadas y dB a fin de que sean cargados al software Arc Maps y elaborar el mapa de ruido de la zona urbana de la ciudad de Tulcán, realizando la interpolación espacial mediante el método kriging, que brinda una predicción espacial óptima, minimizando el error cuadrático medio de dicha predicción (ArcGeek, 2018), por lo que como se explicó en el capítulo anterior, resulta ser el más conveniente para este tipo de estudios, generando datos más confiables y constituye el método más utilizado en investigaciones de ruido, así mismo, se procedió a generar líneas isófonas, en el área de estudio cada 5 dB., conforme lo establece el Ministerio del Ambiente (2015).

Análisis de datos

En primera instancia se realizó una superposición de los valores de ruido obtenidos, sobre el mapa de zonificación disponible en Tulcán, a fin de elaborar una matriz comparativa con los límites establecidos en la normativa establecida por el Ministerio del Ambiente; paralelamente se agruparon los valores por zona a fin de visualizar gráficamente la dispersión existente de los valores de presión acústica.

En lo referente al flujo vehicular, que se registra en el Anexo 4, a efectos de realizar un análisis comparativo de la incidencia o significancia del tipo de vehículo en la emisión de ruido durante el día (7:00 – 21:00 hrs.), en primera instancia se calculó el número de vehículos por unidad de tiempo, que en este caso son 15 min, para luego proceder con los modelos de regresión.

Utilizando el entorno o lenguaje de programación R, se elaboró un modelo de regresión lineal simple, entre las siguientes variables:

- Variable dependiente: Nivel de ruido promedio (LAeqPROM)
- Variable independiente 1: flujo vehicular tipo pesado (Pesados/min)
- Variable independiente 2: flujo vehicular tipo liviano (Livianos/min)
- Variable independiente 3: flujo vehicular tipo moto (Motos/min)
- Variable independiente 4: flujo vehicular total (Vehículos/min)

Para cada regresión se obtuvo los parámetros de determinación R^2 y de significancia p-value con el fin de seleccionar los modelos que mejor pronostican al fenómeno estudiado, considerando un nivel de confianza del 95%, es decir un $\alpha = 0.05$; posteriormente, se realizó un análisis de regresión múltiple, en el que intervienen de manera simultánea los diferentes tipos de vehículos contabilizados.

A cada uno de los cinco modelos, se aplicó el test de Durbin-Watson, para evaluar la independencia del modelo o que no haya correlación en los residuos, aquellos modelos en los cuales dicho parámetro resultó cercano a 2, se consideraron aceptables, seguidamente se obtuvo una tabla y gráfico de valores medidos versus valores

estimados, así como también, un diagrama de cajas y bigotes, para apreciar la dispersión de los valores de ruido.

Finalmente, mediante la aplicación del criterio de información de Akaike (AIC), se seleccionó el modelo más óptimo o aquel que predice de manera adecuada los niveles de contaminación acústica, lo que posibilitó estimar la relación existente entre el ruido generado y el flujo vehicular. La esquematización de la metodología completa se sintetiza en el Gráfico Nro. 7.

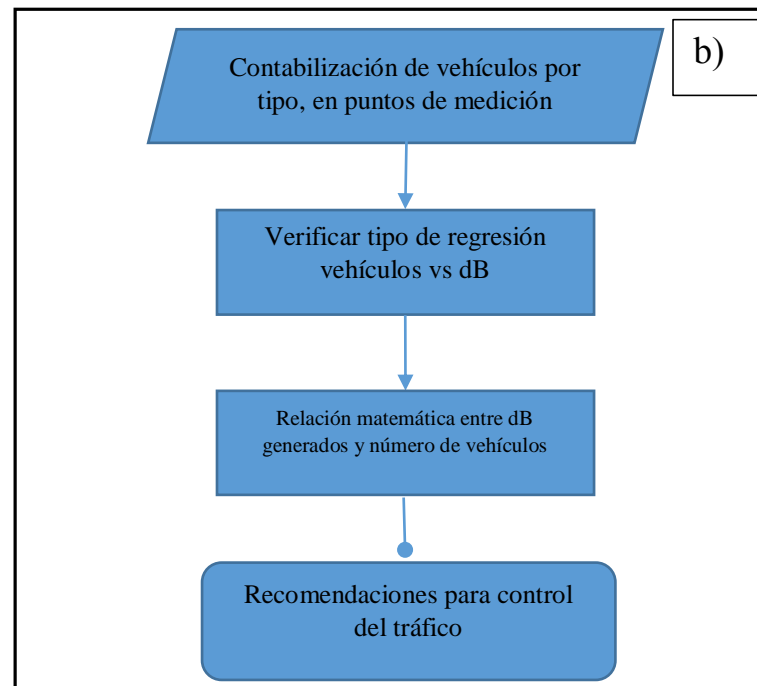
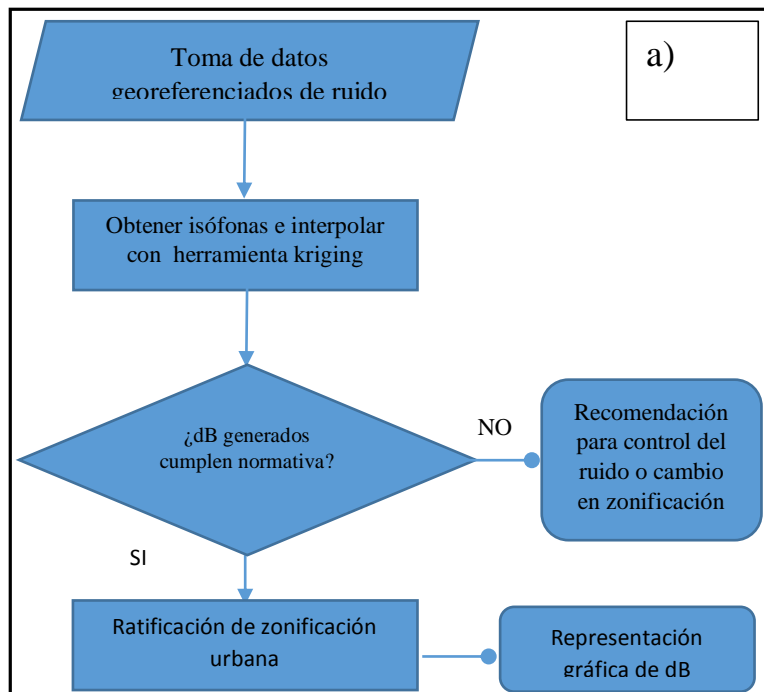
Diseño de políticas

El diseño de políticas ambientales, acorde a los resultados obtenidos y basándose en experiencias de estudios realizados en otras ciudades, se orientó a medidas aplicadas en la fuente de generación del ruido, en este caso el flujo vehicular, así como también, en el receptor o sus inmediaciones, para que la autoridad local incluya dichas recomendaciones en su normativa ambiental local.

En el caso de la fuente, se optó por proponer transportes alternativos a los vehículos motorizados y en caso de ser estrictamente necesario su uso, la presente propuesta incluyó recomendaciones relacionadas a implementar a corto plazo, un control del correcto y eficiente funcionamiento de los autos, de igual manera, una constante y oportuna intervención en la infraestructura vial, a fin de minimizar a emisión de ruido.

Con el objeto de mitigar el ruido percibido por el receptor, se planteó la construcción de barreras anti acústicas naturales y artificiales, en los casos que sea necesario, factible y sobre todo en áreas donde la urbanización se encuentre en sus inicios.

Finalmente, se propone políticas un tanto más estrictas en cuanto a sanciones o prohibiciones, concientizando de esta manera a la ciudadanía sobre los peligros al estar expuestos a altos niveles de contaminación acústica.



Leyenda:

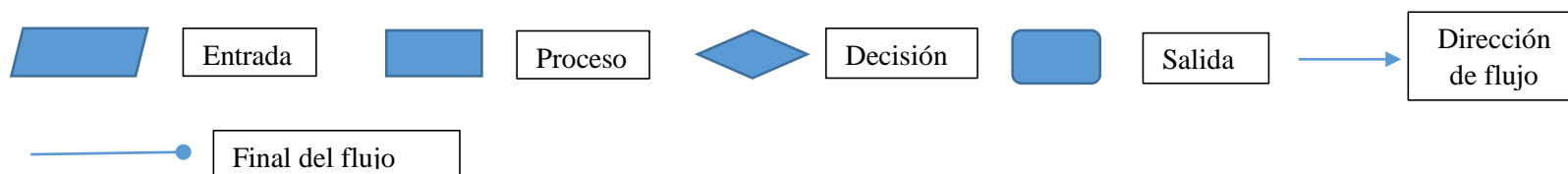


Gráfico N° 7: a) Procedimiento para la consecución de objetivos 1 y 3; y b) Procedimiento para la consecución del objetivo 2 y 3.

Elaborado por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Conforme a lo planteado en los objetivos y aplicando la metodología descrita anteriormente, se obtuvieron los resultados descritos a continuación.

MAPA DE RUIDO EN LAS PARROQUIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE TULCÁN

Resultados de ruido por cada subperíodo

En la Tabla Nro. 4, se muestran los valores de ruido promedio en los tres subperíodos diurnos, obtenidos del Anexo 3.

Tabla 4. Niveles sonoros obtenidos en los tres subperíodos durante el día

PTO	Coordenadas UTM WGS-84		LAeq PROM – Período (dB)		
	X	Y	7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00
1	201019	91154	71	71	70
2	200210	91497	69	69	70
3	199790	91645	72	69	73
4	199401	91550	71	74	70
5	198977	90724	64	63	63
6	198609	90763	65	70	61
7	198212	89960	57	57	58
8	198231	91133	62	59	64
9	198222	90714	67	69	68
10	198208	91971	60	59	60
11	198228	91524	68	68	69
12	198189	90387	69	69	69
13	197807	90364	70	70	71
14	197811	89987	71	67	70
15	197813	91923	70	68	72
16	197742	89640	62	63	64
17	197409	89963	63	63	66
18	197407	90365	70	68	63
19	197414	89567	68	69	72
20	197387	89222	66	65	67

Tabla 4. Continuación

21	197012	89981	62	62	60
22	196977	90385	69	67	72
23	197008	89574	72	70	71
24	197007	89166	65	64	68
25	196670	89560	56	53	54
26	196595	89140	75	74	72
27	196607	88788	53	55	54
28	196593	88364	73	73	71
29	196147	88832	72	74	74
30	196183	89510	63	61	61
31	196239	89176	64	64	64
32	196183	88381	64	64	67
33	195789	88397	71	70	72
34	195866	88759	68	64	65
35	195803	89165	61	70	72
36	195862	87983	67	68	68
37	195398	88778	70	68	69
38	195417	88456	66	67	66
39	195081	87889	72	73	73
40	195006	88349	55	54	54
41	194612	86368	67	64	69
42	194582	87981	64	69	69
43	194574	87168	72	74	75
44	194588	86746	72	72	72

Fuente: Elaboración propia

Resultados de ruido promedio diurno

Luego de los cálculos respectivos, conforme a lo planteado en el capítulo anterior, se obtiene los resultados promedio de ruido diurno por cada punto, mostrados en la tabla Nro.5.

Tabla 5. Niveles sonoros promedio por puntos durante el día

PTO	X	Y	LAeq PROM
1	201019	91154	72

Tabla 5. Continuación

2	200210	91497	70
3	199790	91645	73
4	199401	91550	73
5	198977	90724	64
6	198609	90763	68
7	198212	89960	58
8	198231	91133	63
9	198222	90714	69
10	198208	91971	61
11	198228	91524	69
12	198189	90387	70
13	197807	90364	71
14	197811	89987	71
15	197813	91923	71
16	197742	89640	64
17	197409	89963	65
18	197407	90365	69
19	197414	89567	71
20	197387	89222	67
21	197012	89981	62
22	196977	90385	71
23	197008	89574	72
24	197007	89166	67
25	196670	89560	56
26	196595	89140	75
27	196607	88788	55
28	196593	88364	73
29	196147	88832	74
30	196183	89510	63
31	196239	89176	65
32	196183	88381	66
33	195789	88397	72
34	195866	88759	67
35	195803	89165	71
36	195862	87983	69
37	195398	88778	70
38	195417	88456	67
39	195081	87889	74

Tabla 5. Continuación

40	195006	88349	55
41	194612	86368	68
42	194582	87981	69
43	194574	87168	75
44	194588	86746	73

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la metodología propuesta, se obtuvo el mapa de ruido diurno para la ciudad de Tulcán, que se visualiza en el Gráfico N°10, de acuerdo al cual, tanto el ingreso norte, hasta la altura del Colegio Bolívar, así como, el ingreso sur de la ciudad, hasta la altura de la Industria Lechera “Carchi”, constituyen las zonas más ruidosas de Tulcán, superando los 70 dB. De igual manera en el sector central de la urbe, en la zona aledaña al Colegio Sagrado Corazón de Jesús, se advierte una franja un tanto menos ruidosa que las anteriores, pero que no deja de ser importante al alcanzar los 67 dB.

Para una mejor visualización y de acuerdo a lo establecido en la normativa, Ministerio del Ambiente Ecuador (2015), en el Gráfico N° 11, se presentan las isófonas correspondientes al fenómeno estudiado, las cuales verifican que la presión sonora equivalente promedio diurna, en la zona de estudio, supera el límite máximo permitido de 55 dB, para zonas residenciales, como se observa en el Gráfico N° 12, en el cual también se registra que el ruido supera los 60 dB, establecido para zonas comerciales.

El análisis comparativo por cada punto de muestreo, considerando el mapa de zonificación de la ciudad entregado por el GAD Municipal se detallan en la Tabla 6, registrando el punto de muestreo (P.), la ubicación, la zonificación de acuerdo al mapa de uso de suelo del Cantón, el nivel de presión sonora promedio obtenido (LAeqPROM), el límite del nivel de presión sonora según normativa (LAeqMAX) y la verificación respectiva.

Los resultados reflejan que únicamente en los puntos de muestreo: 2, 18, 20, 27, 40, 41 y 42, correspondientes al 18%, no se supera los valores máximos permitidos; esta comparación de forma gráfica se observa en los gráficos N° 13 y N° 14.

Tabla 6. Nivel sonoro promedio y nivel sonoro máximo según normativa

P.	UBICACIÓN	ZONIFICACION	LAeq PROM	LAeq MAX	Verificación
1	VIA A IPIALES FRENTE A LA	Protección Urbana	72	70	SUPERA LAeqMAX
2	ADUANA	Protección Urbana	70	70	NO SUPERA LAeqMAX
3	VIA IPIALES 200m AL NORTE DEL	Protección Urbana	73	70	SUPERA LAeqMAX
4	COLISEO TRAS DEL COLEGIO	Residencial	73	55	SUPERA LAeqMAX
5	"BOLÍVAR" RICARDO DEL	Residencial	64	55	SUPERA LAeqMAX
6	HIERRO	Residencial	68	55	SUPERA LAeqMAX
7	CDLA DEL MAESTRO	Deportivo/Recreacion al	58	55	SUPERA LAeqMAX
8	BRASIL AV. MANABÍ Y	Residencial	63	55	SUPERA LAeqMAX
9	PARAGUAY IGLESIA SAN	Residencial	69	55	SUPERA LAeqMAX
10	CLEMENTE CRESPO TORAL Y AV SAN	Residencial	61	55	SUPERA LAeqMAX
11	FRANCISCO SUCRE - DIAGONAL A ESC.	Residencial	69	55	SUPERA LAeqMAX
12	ANGELICA MARTÍNEZ PARQUE	Comercial	70	60	SUPERA LAeqMAX
13	AYORA COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE	Residencial	71	55	SUPERA LAeqMAX
14	JESÚS CDLA. PADRE CARLOS DE LA	Comercial	71	60	SUPERA LAeqMAX
15	VEGA	Residencial	71	55	SUPERA LAeqMAX
16	TRAS DE CNT DIEZ DE AGOSTO Y	Residencial	64	55	SUPERA LAeqMAX
17	BOLÍVAR GRAN	Comercial	65	60	SUPERA LAeqMAX
18	COLOMBIA Y ESMERALDAS	Protección Urbana	69	70	NO SUPERA LAeqMAX

Tabla 6. Continuación

19	COLÓN Y NUEVE DE OCTUBRE	Residencial	71	55	SUPERA LAeqMAX
20	JAVIER ESPINOZA	Protección Urbana	67	70	NO SUPERA LAeqMAX
21	TRAS ESTADIO MUNICIPAL DE TULCÁN	Residencial	62	55	SUPERA LAeqMAX
22	AVDA JULIO ROBLES	Protección Urbana	71	70	SUPERA LAeqMAX
23	LAS DOS CALLES	Residencial	72	55	SUPERA LAeqMAX
24	MALDONADO Y COLÓN	Residencial	67	55	SUPERA LAeqMAX
25	TRAS CENTRO CRISTIANO FAMILIAR	Residencial	56	55	SUPERA LAeqMAX
26	BOLÍVAR Y GRAL. PLAZA	Residencial	75	55	SUPERA LAeqMAX
27	ECUADOR Y OLMEDO	Residencial	55	55	NO SUPERA LAeqMAX
28	PROLONGACIÓ N AVDA. CENTENARIO	Deportivo/Recreaciona 1	73	55	SUPERA LAeqMAX
29	AVDA. VEINTIMILLA (IND. LECHERA CARCHI)	Residencial	74	55	SUPERA LAeqMAX
30	CDLA. MAYOR GALO MOLINA	Deportivo/Recreaciona 1	63	55	SUPERA LAeqMAX
31	AVDA. JUAN RAMON ARELLANO/ TRAS TERMINAL TERRESTRE	Residencial	65	55	SUPERA LAeqMAX
32	AVDA. TULCANAZA	Residencial	66	55	SUPERA LAeqMAX
33	VEINTIMILLA Y JUAN DE VELASCO	Comercial	72	60	SUPERA LAeqMAX
34	UPC - LA LAGUNA	Industrial	67	65	SUPERA LAeqMAX
35	FRENTE A LA UPEC	Industrial	71	65	SUPERA LAeqMAX

Tabla 6. Continuación

36	AVDA. ANDRÉS BELLO	Residencial	69	55	SUPERA LAeqMAX
37	AVDA. JULIO ROBLES	Industrial	70	65	SUPERA LAeqMAX
38	CALLE POSTERIOR AL SEMINARIO MENOR	Residencial	67	55	SUPERA LAeqMAX
39	FRENTE AL BATALLÓN MAYOR MOLINA	Residencial	74	55	SUPERA LAeqMAX
40	CDLA VIVIENDA POPULAR (J ANDRADE Y J VARGAS)	Residencial	55	55	NO SUPERA LAeqMAX
41	TRAS LA IGLESIA DE LAS JUNTAS	Protección Urbana	68	70	NO SUPERA LAeqMAX
42	FRENTE UNIVERSIDAD UNIANDES	Protección Urbana	69	70	NO SUPERA LAeqMAX
43	AVDA. VEINTIMILLA	Protección Urbana	75	70	SUPERA LAeqMAX
44	AVDA. VEINTIMILLA - CLINICA MUNICIPAL	Protección Urbana	73	70	SUPERA LAeqMAX

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 15, se visualiza la dispersión de los resultados de ruidos en las distintas zonas, mediante un diagrama de puntos o valores individuales, en el cual se determina lo siguiente:

- La mayor cantidad de puntos monitoreados corresponde a la zona residencial, ya que esta superficie es evidentemente mayor, de acuerdo al mapa entregado por el Municipio de Tulcán. Por otra parte, la zona deportiva e industrial, tienen una mínima cantidad de puntos evaluados.

- Debido a lo anterior, la mayor dispersión de los datos de ruido se da en las zona residencial, variando de 55 dB a 75 dB; mientras que la mínima dispersión de da en la zona industrial con valores en el rango de 67 dB a 71 dB.
- En las zonas de protección urbana, los valores de ruido se circunscriben en el rango alto, comprendido entre los 67 dB y 75 dB.

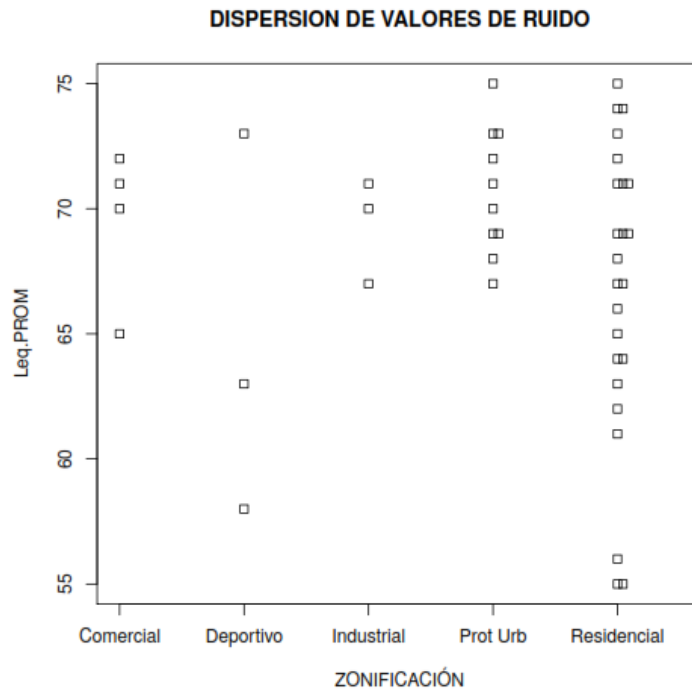


Gráfico N° 15: Dispersión de resultados según la zonificación

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

MAPA DE RUIDO DIURNO DE TULCÁN

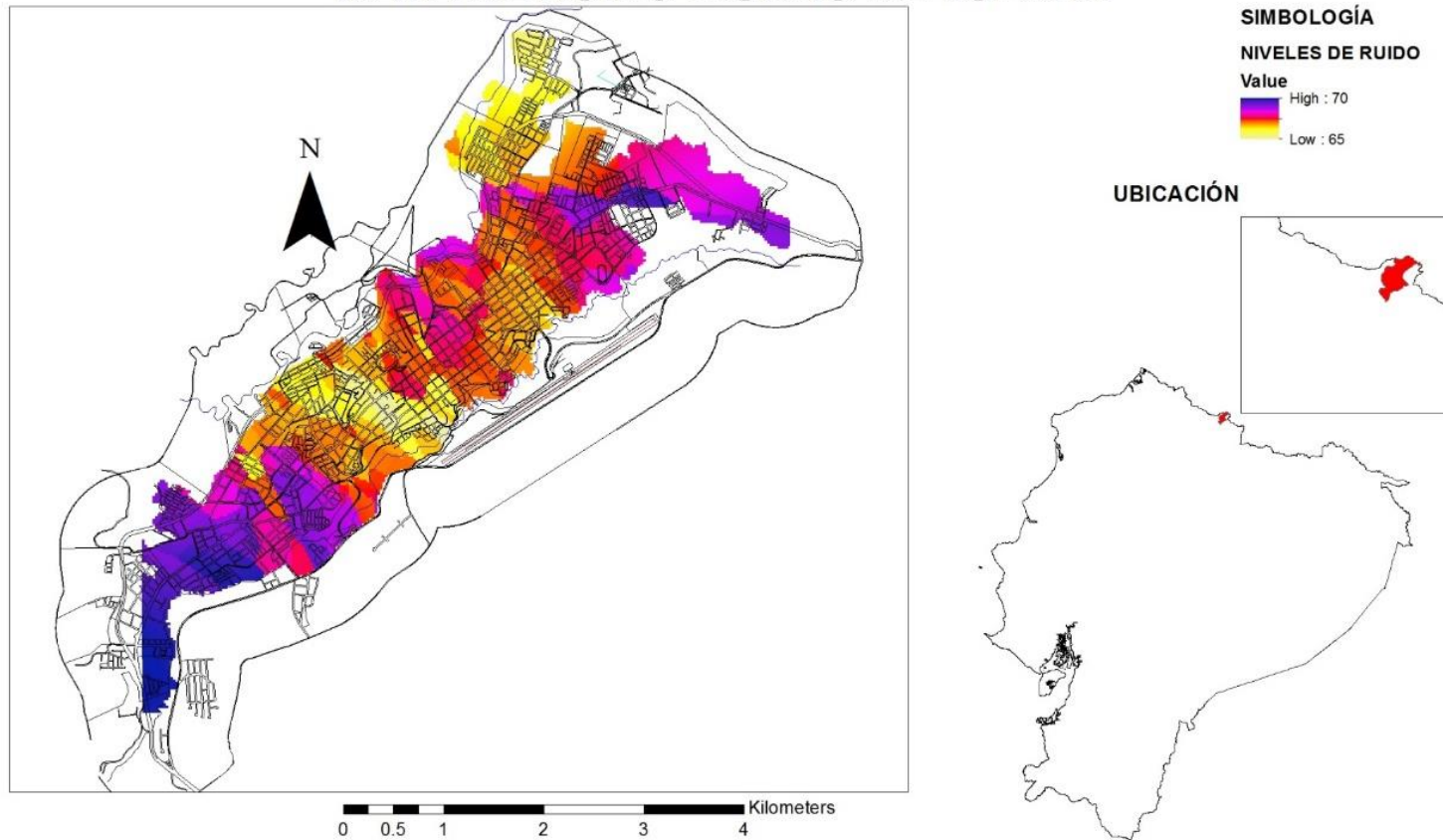
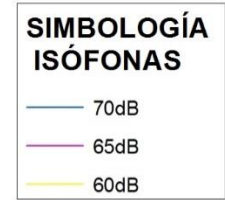
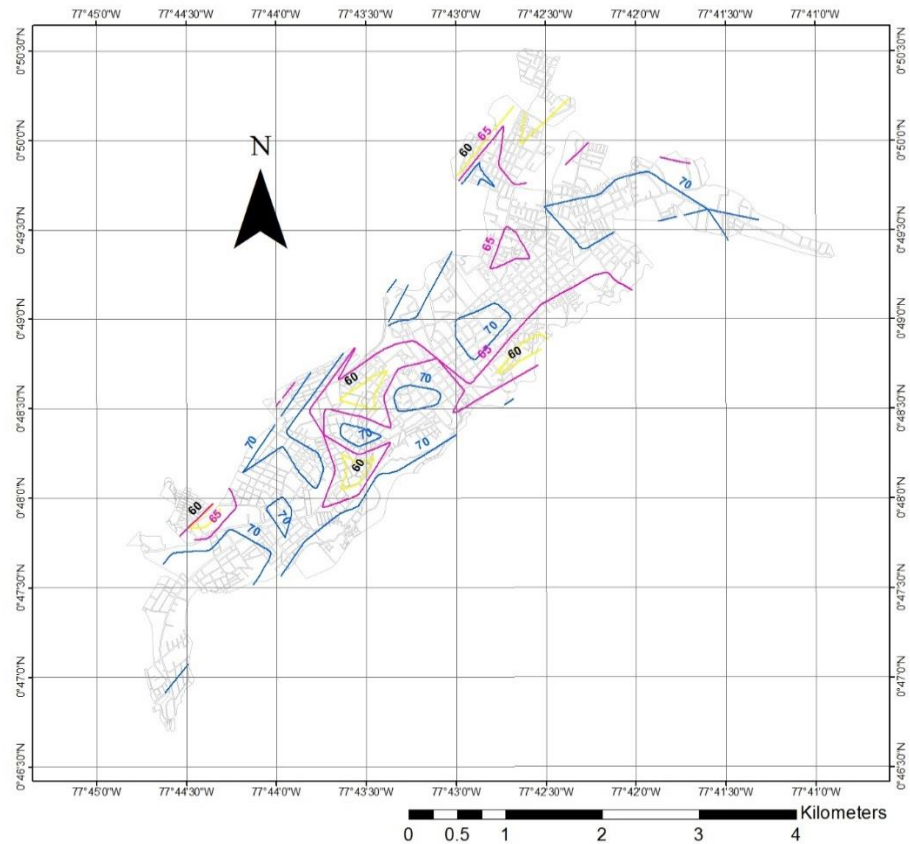


Gráfico N° 10: Mapa de ruido diurno de la ciudad de Tulcán

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

MAPA DE RUIDO DIURNO DE TULCÁN



UBICACIÓN



Gráfico N° 11: Isófonas de la ciudad de Tulcán

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

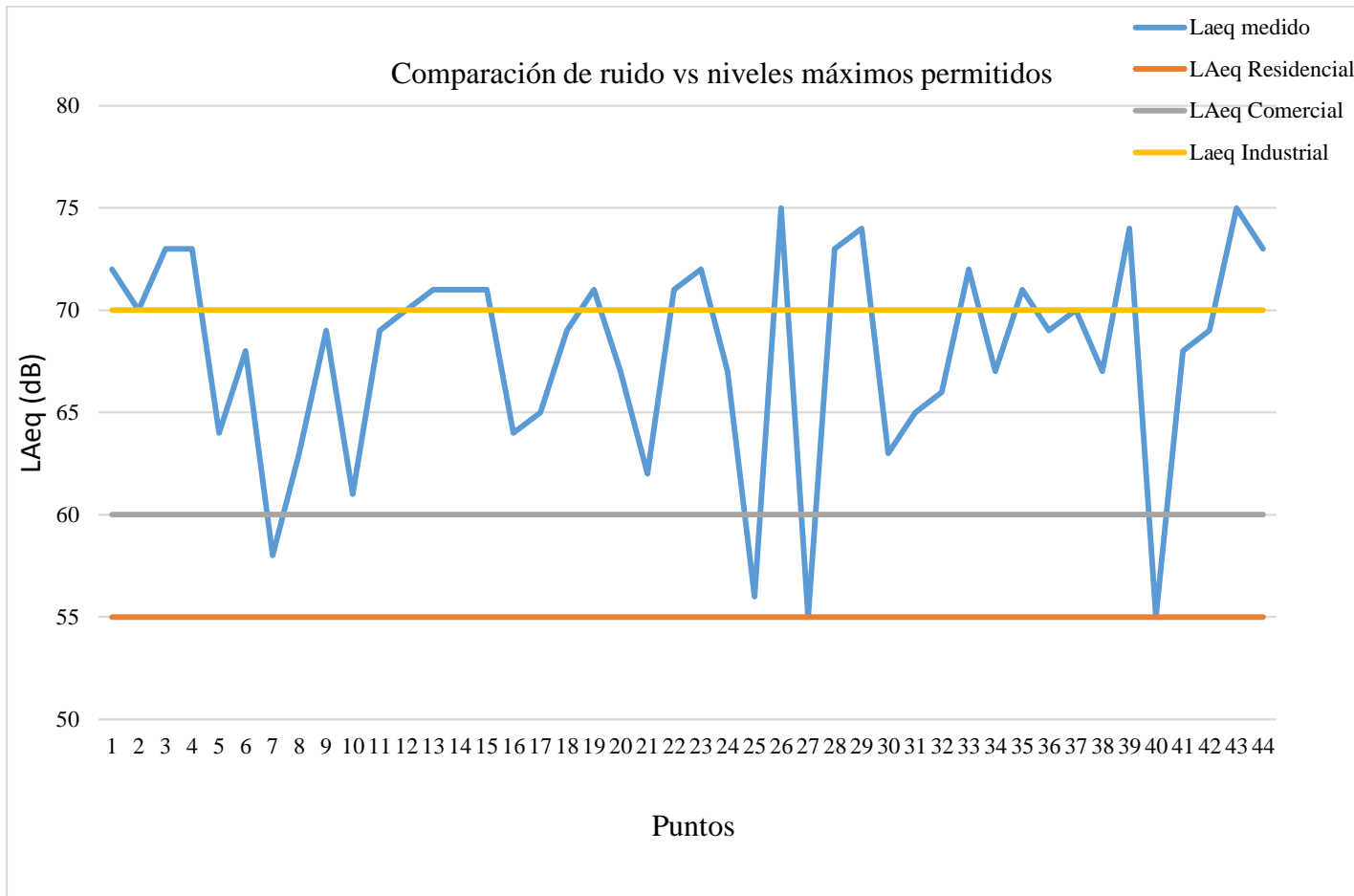


Gráfico N° 12: Comparativo entre niveles de ruido existentes y valores permitidos por el MAE

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

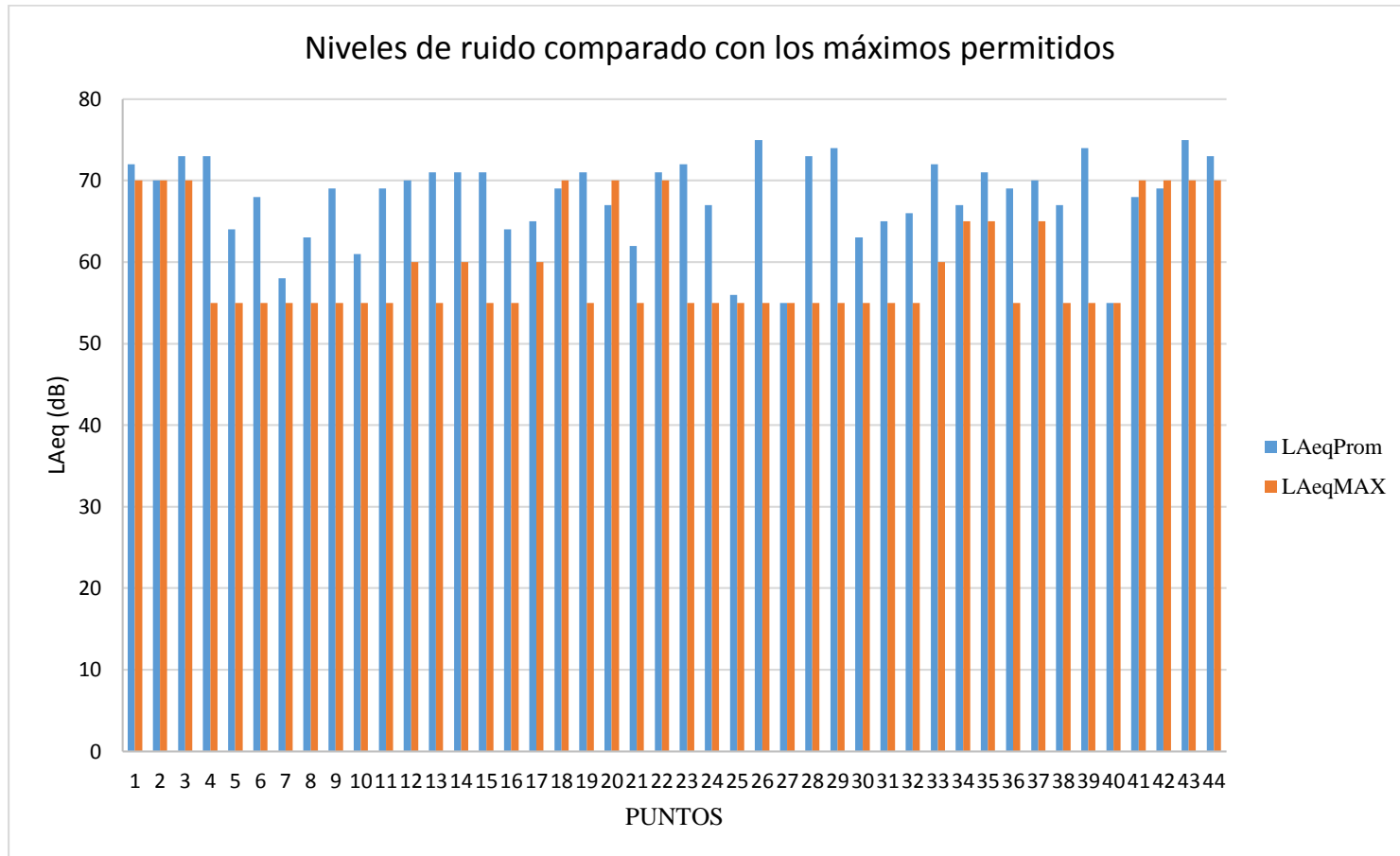


Gráfico N° 13: Comparativo entre niveles de ruido existentes y valores permitidos según la zonificación

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

NIVELES DE RUIDO Y ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE TULCÁN

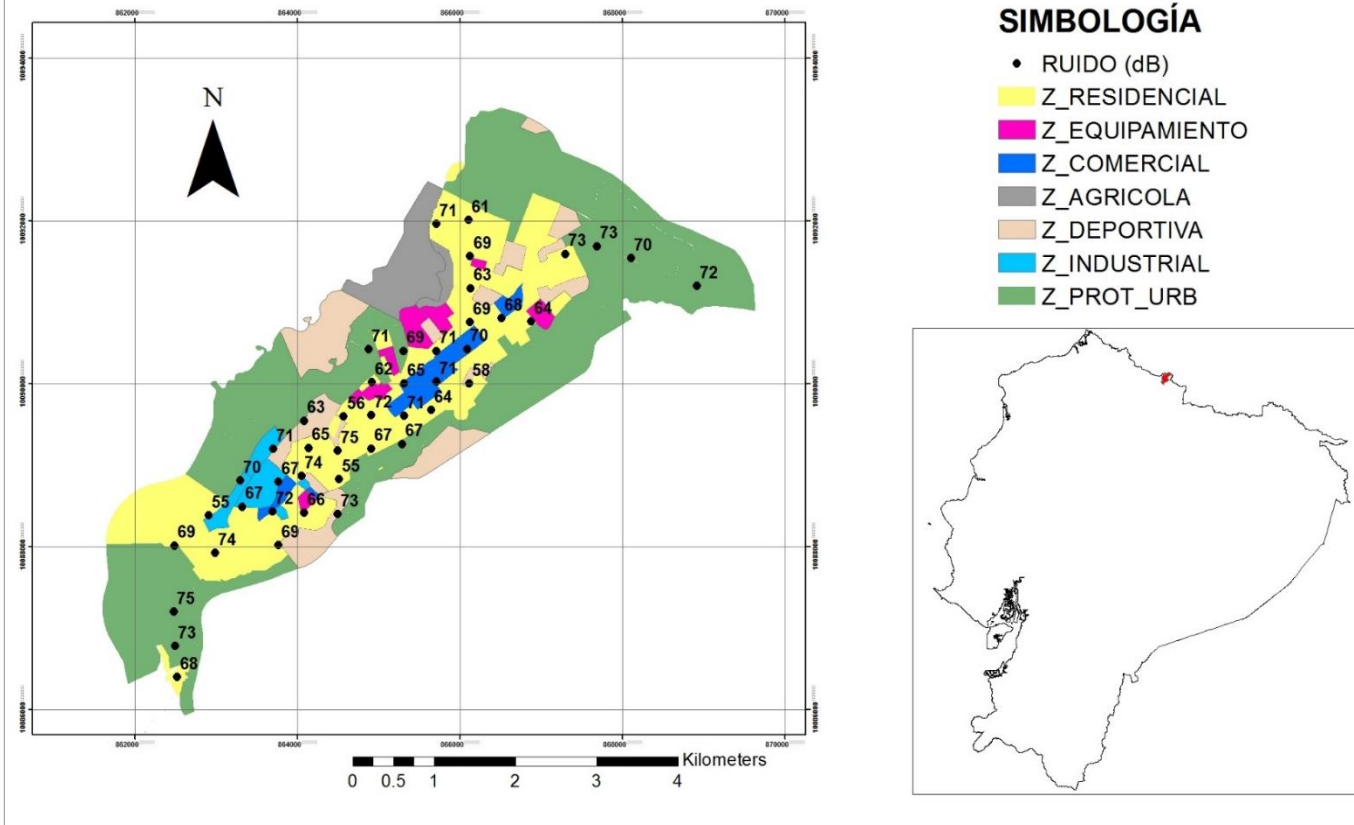


Gráfico N° 14: Niveles de ruido existentes y zonificación de la ciudad

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL FLUJO VEHICULAR Y LOS DECIBELES GENERADOS

Flujo vehicular obtenido

Los valores de flujo vehicular, luego de efectuar los cálculos respectivos por unidad de tiempo, son los mostrados en la tabla Nro.7.

Tabla 7. Número de vehículos por unidad de tiempo (15min)

PTO	X	Y	Pesados/min	Livianos/min	Motos/min	Vehículos/min
1	201019	91154	0.333	6.933	0.533	7.800
2	200210	91497	0.867	6.067	0.800	7.667
3	199790	91645	0.867	7.067	0.667	8.533
4	199401	91550	0.867	7.733	0.400	9.000
5	198977	90724	0.067	0.133	0.067	0.267
6	198609	90763	0.067	1.000	0.067	1.067
7	198212	89960	0.000	0.067	0.000	0.067
8	198231	91133	0.000	0.667	0.067	0.733
9	198222	90714	0.200	6.333	0.400	6.933
10	198208	91971	0.000	0.067	0.000	0.067
11	198228	91524	0.067	4.400	0.200	4.667
12	198189	90387	0.333	4.800	0.133	5.200
13	197807	90364	0.267	11.333	0.667	12.200
14	197811	89987	0.067	4.067	0.333	4.400
15	197813	91923	0.333	2.533	0.200	2.933
16	197742	89640	0.000	0.867	0.067	0.867
17	197409	89963	0.000	2.800	0.200	3.000
18	197407	90365	0.133	4.667	0.133	4.867
19	197414	89567	0.467	5.133	0.200	5.733
20	197387	89222	0.133	0.667	0.067	0.800
21	197012	89981	0.000	0.133	0.000	0.133
22	196977	90385	0.267	10.000	0.267	10.467
23	197008	89574	0.333	6.200	0.600	7.133
24	197007	89166	0.067	3.067	0.133	3.267
25	196670	89560	0.000	0.067	0.000	0.067
26	196595	89140	0.600	10.200	0.467	11.200
27	196607	88788	0.000	0.067	0.000	0.067
28	196593	88364	0.400	6.733	0.333	7.467

Tabla 7. Continuación

29	196147	88832	1.600	12.667	0.667	14.933
30	196183	89510	0.000	0.067	0.000	0.067
31	196239	89176	0.133	0.800	0.133	1.000
32	196183	88381	0.067	3.200	0.267	3.467
33	195789	88397	1.933	8.867	0.600	11.333
34	195866	88759	0.133	3.933	0.467	4.467
35	195803	89165	0.000	3.333	0.133	3.400
36	195862	87983	0.467	4.467	0.267	5.200
37	195398	88778	0.200	8.067	0.667	8.867
38	195417	88456	0.333	2.333	0.200	2.733
39	195081	87889	1.867	9.933	0.533	12.333
40	195006	88349	0.000	0.133	0.000	0.133
41	194612	86368	0.000	0.333	0.133	0.467
42	194582	87981	0.000	0.733	0.267	1.000
43	194574	87168	1.867	8.200	0.600	10.600
44	194588	86746	1.733	7.533	0.533	9.733

Fuente: Elaboración propia

El tipo de vehículo contabilizado por minuto se muestra en el Gráfico N° 16, en cuyo diagrama se destaca que prácticamente predomina la circulación de vehículos livianos en todos los 44 puntos.

Modelos de regresión Lineal

Los parámetros obtenidos en las regresiones se visualizan en las Tablas N° 8 a la N° 11, cuyas gráficas se muestran en los gráficos del N° 17 al N° 20.

Tabla 8: Parámetros de regresión lineal vehículos pesados período diurno.

Tipo de vehículos	pesados
R ² ajustado	0.3438
p-value (significancia)	0.00001729
Durbin-Watson test	2.3535

Tabla 8: Continuación

Ecuación de regresión	$LAeq = 5.5149 * (\text{Pesados}/\text{min}) + 65.77$ (4)
AIC	255.4027

Fuente: Elaboración propia

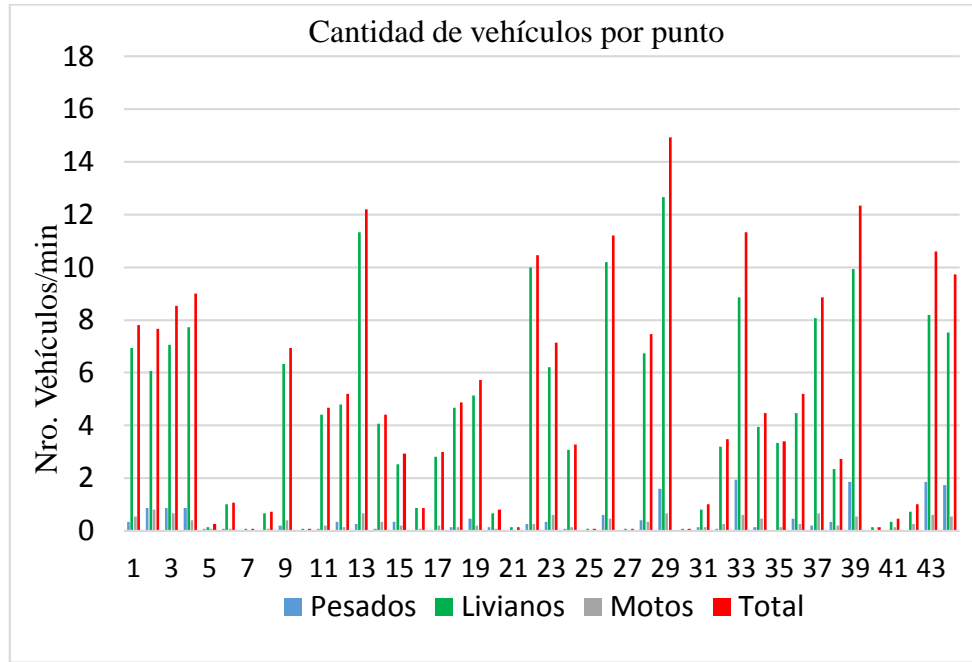


Gráfico N° 16: Vehículos contabilizados por minuto

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Parámetros de regresión vehículos livianos período diurno

Tipo de vehículos	Livianos
R^2 ajustado	0.6152
p-value (significancia)	1.814 e-10
Durbin-Watson test	2.194
Ecuación de regresión	$LAeq = 1.1308 * (\text{Livianos}/\text{min}) + 63.0673$ (5)
AIC	231.9106

Fuente: Elaboración propia

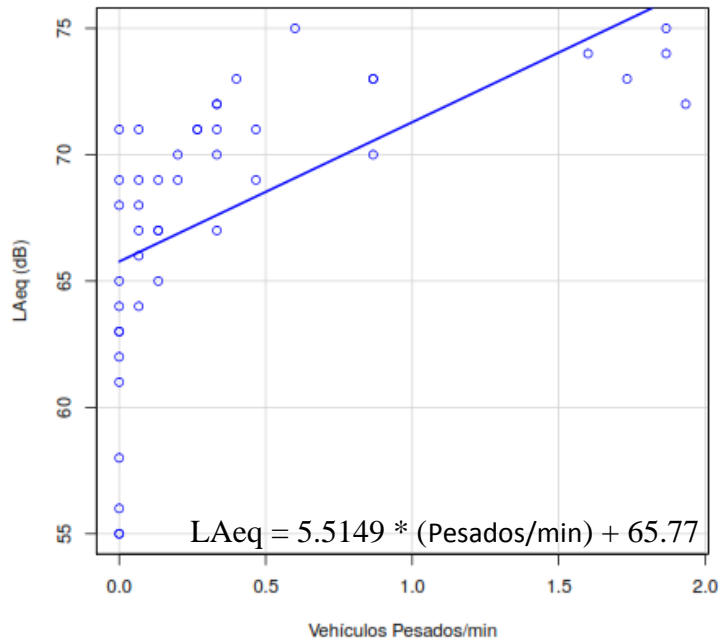


Gráfico N° 17: Regresión lineal vehículos pesados

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

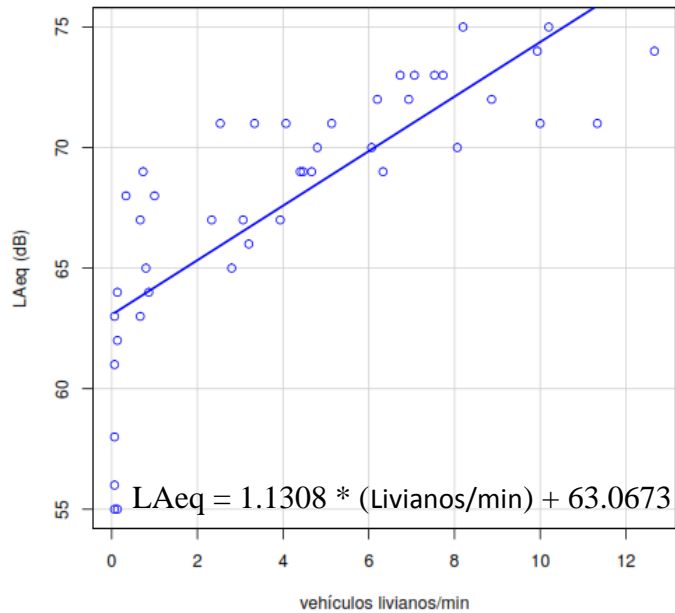


Gráfico N° 18: Regresión lineal vehículos livianos

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Parámetros de regresión motos período diurno

Tipo de vehículos	Motos
R ² ajustado	0.5315
p-value (significancia)	0.00000001212
Durbin-Watson test	2.6054
Ecuación de regresión	$L_{Aeq} = 16.1826 * (\text{Motos/min}) + 63.3240$ (6)
AIC	240.5772

Fuente: Elaboración propia

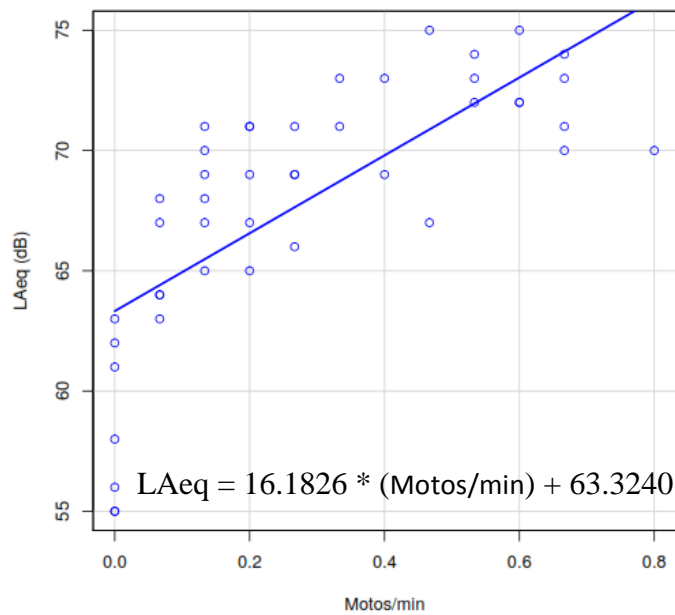


Gráfico N° 19: Regresión lineal motos

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Parámetros de regresión todo vehículo período diurno

Tipo de vehículos	Todo vehículo
R ² ajustado	0.6225
p-value (significancia)	1.21 e-10
Durbin-Watson test	2.2688

Tabla 11: Continuación

Ecuación de regresión	$L_{Aeq} = 0.9742 * (\text{Vehículos/min}) + 63.1195(7)$
AIC	231.0723

Fuente: Elaboración propia

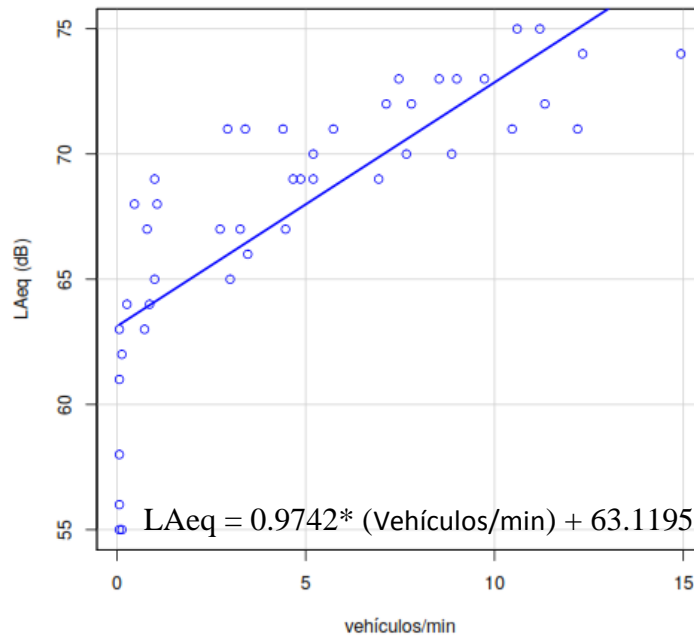


Gráfico N° 20: Regresión lineal todos los vehículos

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los resultados para la regresión múltiple, se verifica que en el modelo, el número de vehículos pesados y motos no es significativo y los parámetros obtenidos son los mostrados en la tabla 12.

Tabla 12: Parámetros de regresión lineal múltiple período diurno

Regresión lineal múltiple	
R^2 ajustado	0.6164

Tabla 12: Continuación

p-value (significancia)	0.000000004681
Durbin-Watson test	2.3714
Ecuación de regresión	$\text{LAeq} = 62.8709 + 0.7994*(\text{Livianos/min}) + 4.9311*(\text{Motos/min}) + 0.5629*(\text{Pesados/min})$ (8)
AIC	233.6315

Fuente: Elaboración propia

Selección del modelo de regresión más adecuado

Los valores medidos versus los estimados con los tres modelos, se muestran en la tabla 13, lo cual se puede visualizar en el Gráfico N°21 y N°22.

Tabla 13: Valores medidos y pronosticados de ruido

P.	Ecuación	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	V.Campo	Valores estimados con la regresión				
	LAeqPro	LAeqPesad	LAeqLivian	LAeqMot	LAeqVehí	LAeqMul
1	72	68	71	72	71	71
2	70	71	70	76	71	72
3	73	71	71	74	71	72
4	73	71	72	70	72	72
5	64	66	63	64	63	63
6	68	66	64	64	64	64
7	58	66	63	63	63	63
8	63	66	64	64	64	64
9	69	67	70	70	70	70
10	61	66	63	63	63	63
11	69	66	68	67	68	67
12	70	68	68	65	68	68
13	71	67	76	74	75	75
14	71	66	68	69	67	68
15	71	68	66	67	66	66
16	64	66	64	64	64	64
17	65	66	66	67	66	66
18	69	67	68	65	68	67

Tabla 13: Continuación

19	71	68	69	67	69	68
20	67	67	64	64	64	64
21	62	66	63	63	63	63
22	71	67	74	68	73	72
23	72	68	70	73	70	71
24	67	66	67	65	66	66
25	56	66	63	63	63	63
26	75	69	75	71	74	74
27	55	66	63	63	63	63
28	73	68	71	69	70	70
29	74	75	77	74	78	77
30	63	66	63	63	63	63
31	65	67	64	65	64	64
32	66	66	67	68	66	67
33	72	76	73	73	74	74
34	67	67	68	71	67	68
35	71	66	67	65	66	66
36	69	68	68	68	68	68
37	70	67	72	74	72	73
38	67	68	66	67	66	66
39	74	76	74	72	75	74
40	55	66	63	63	63	63
41	68	66	63	65	64	64
42	69	66	64	68	64	65
43	75	76	72	73	73	73
44	73	75	72	72	73	72

Fuente: Elaboración propia

El Gráfico N°21, evidencia una tendencia similar de los valores estimados con los modelos de regresión y en el Gráfico N° 22, se registra una mayor dispersión o variabilidad de los valores medidos de ruidos con respecto a los valores pronosticados, a excepción del modelo en el que intervienen únicamente los vehículos pesados.

En la Tabla 14, se registra el resumen de los valores estadísticos para los modelos y adicional el resultado del coeficiente Durbin-Watson; verificándose que los valores se acercan a 2, por lo que se puede proseguir con el análisis, ya que los modelos de

regresión se ajustan bien. De acuerdo con el criterio de Akaike, el menor valor corresponde al modelo de regresión lineal en el que se considera el flujo total de vehículos, por lo que la relación entre el flujo vehicular y los decibeles generados por ruido ambiental puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$LAeq = 0.9742 * (\text{Vehículos/min}) + 63.1195 \quad (7)$$

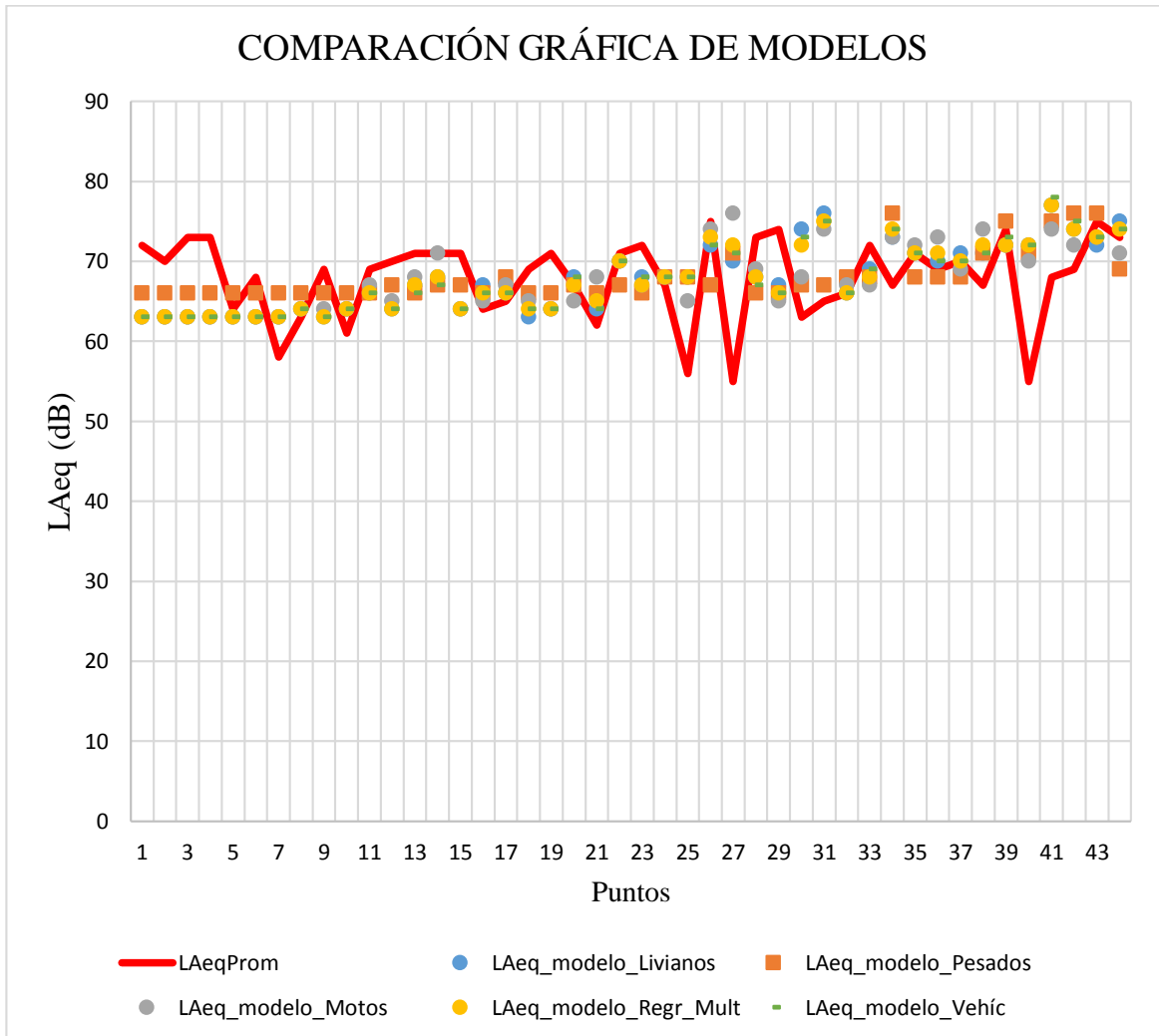


Gráfico N° 21: Comparación de valores entre los modelos

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

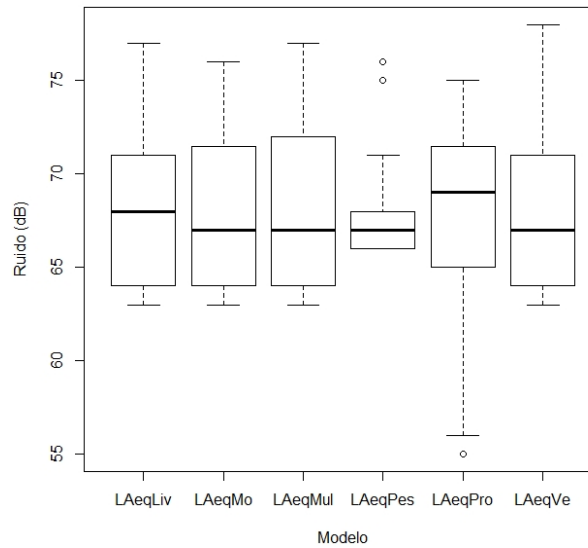


Gráfico N° 22: Rango de datos y medianas de los modelos

Elaborado Por: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Parámetros estadísticos de los modelos

Modelo	R ² Ajust	p-value	Durbin- Watson	AIC
LAeq_Pesados	0.3438	1.729E-5	2.3535	255.4027
LAeq_Motos	0.5424	1.212E-8	2.6054	240.5772
LAeq_Livianos	0.6152	1.81E-10	2.194	231.9106
LAeq_Vehíc	0.6225	1.21E-10	2.2688	231.0723
LAeq_Mult	0.6164	4.681E-09	2.3714	233.6315

Fuente: Elaboración propia

No obstante, el parámetro AIC difiere muy poco con respecto al modelo en el cual se considera únicamente el flujo de vehículos livianos, por lo que se puede inferir que este tipo de vehículos son los que más inciden en la generación del ruido, el cual está determinado por la fórmula 5.

$$\text{LAeq} = 1.1308 * (\text{Livianos}/\text{min}) + 63.0673 \quad (5)$$

En cualquiera de los casos, los resultados demuestran que la contaminación acústica en determinada vía de la ciudad, aumenta al incrementarse el flujo vehicular,

pudiendo ser estimada contabilizando los vehículos y aplicando los coeficientes de las ecuaciones 5 o 7, con lo cual se puede obtener un diagnóstico inicial de los niveles de ruido generados en el área urbana.

POLÍTICAS AMBIENTALES PROPUESTAS

Una vez obtenidos los resultados de ruido y verificado las zonas más ruidosas y más silenciosas, así como, determinado el tipo de automotores predominantes en el flujo vial receptado, se procedió a dar a conocer al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón y ciudadanía en general, la problemática existente y las posibles medidas de mitigación y posibles políticas ambientales que pudieran ser implementadas en la actualización de la normativa local.

Dicha socialización se dio mediante un conversatorio realizado el día 07 de agosto de 2020, a través de la página web del GAD Municipal de Tulcán, como se puede observar en Anexo 5, poniendo a consideración de las autoridades, las políticas ambientales que se detallan a continuación:

- Fomentar la movilidad sostenible, priorizando el uso de transporte masivo, así como también, incentivar el uso de transporte limpio como la bicicleta o traslados a pie, considerando que, al ser una ciudad pequeña, son factibles dichas políticas.
- Reemplazar a la brevedad posible, la revisión visual de vehículos por la revisión técnica vehicular, establecida en la Resolución No. 025-ANT-DIR-2019 y Norma NTE INEN 2 349:2003, incluyendo las pruebas de ruido a todos los automotores y se realicen controles periódicos de emisión de ruido vehicular, conforme lo establecido por el Ministerio del Ambiente.
- Planificar a mediano plazo, la sustitución de vías adoquinadas por vías asfaltadas de manera preferencial al pavimento rígido, las cuales generan índices de ruido menores que las superficies con pavimento semirrígido, así como también, se considere el mantenimiento constante de dichas vías.
- Mejorar la señalización horizontal y vertical de las vías, incluyendo señalética de prohibición de emisión de ruido en lugares sensibles como:

hospitales, centros educativos, iglesias, así como también, colocar límites de velocidad a un máximo de 30 km/h, a fin de disminuir la emisión de ruido por flujo vehicular.

- Adoptar como medida de mitigación de ruido vehicular, la construcción de parterres con barreras naturales de arbustos, en las vías donde sea posible; de igual manera, implementar árboles ornamentales en las aceras que tengan un ancho suficiente para dicha implementación, tal es el caso de los ingresos norte y sur, ciudadela Padre Carlos, Universidad UNIANDES, entre otras.
- Evitar en lo posible el desarrollo de zonas residenciales, en áreas críticas de generación de ruido y de ser necesario, contemplar la construcción de barreras acústicas naturales o artificiales que vayan acorde con el entorno urbano.
- Implementar campañas de concientización, en las que estén involucrados todos los actores de la sociedad tulcanéna, sobre los riesgos que implica la exposición a altos niveles de ruido, a fin de minimizar el uso de altoparlantes, megáfonos, silbatos y sirenas en el centro de la urbe.
- Prohibir la circulación de vehículos automotores cuyos tubos de escape se encuentren defectuosos, hayan sido modificados o no hayan cumplido con el proceso de revisión técnica vehicular, acorde al calendario que consta en la normativa vigente.
- Controlar que en espectáculos públicos se instalen obligatoriamente elementos técnicos que reduzcan el ruido, así mismo, se anuncie en un lugar visible el siguiente mensaje: “La contaminación acústica producida en este lugar puede causarle graves problemas a su salud”.
- Establecer en la normativa local, sanciones económicas específicas a los conductores o ciudadanos que incumplan las prohibiciones, límites de velocidad, restricciones de tráfico, etc.
- Realizar monitoreos cada cuatro años, mediante la actualización del mapa de ruido de la ciudad, a fin de verificar la efectividad de las medidas y

políticas adoptadas para reducción de niveles de contaminación acústica vehicular.

Es necesario mencionar que esta investigación tuvo gran acogida por parte de la autoridad local, tal es así que, mediante oficio Nro.252-DGA-GADMT-2020, incluido en el Anexo 6, el Departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad, manifestó que el presente estudio sirvió como respaldo del informe de viabilidad ambiental para implementar ciclo vías en la ciudad, así como también, para la actualización de la normativa ambiental local.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Los niveles de contaminación acústica en la ciudad de Tulcán, se encuentran en el rango comprendido entre los 55 dB y 75 dB, los cuales están directamente relacionados al tráfico principalmente de vehículos livianos, a los cuales deben ir orientadas las principales políticas públicas por parte de la autoridad local a efectos de minimizar los efectos nocivos de dicha contaminación.
- Conforme al mapa de ruido obtenido para la ciudad de Tulcán, se identifican básicamente tres zonas ruidosas que alcanzan niveles de presión sonora cercanos a los 75 dB, correspondientes a los accesos norte y sur de la ciudad, así como la zona central, en las inmediaciones del colegio Sagrado Corazón de Jesús, ubicado en las calles Olmedo y Boyacá, donde se alcanzan los 67 dB.
- Las zonas más silenciosas de la ciudad se determinaron en la zona sur oriental, en las calles Ecuador y Olmedo, así como, en el extremo sur occidental, en la Cdma. Vivienda Popular, puntos en los cuales no se superan los 55 dB y el tráfico vehicular es prácticamente nulo.
- En los modelos de regresión se verifica una relación directamente proporcional entre el flujo vehicular y los decibeles generados por ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad y puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$LA_{eq} = 0.9742 * (\text{Vehículos/min}) + 63.1195$$

- El flujo de vehículos livianos es el que más incide en la contaminación acústica, a diferencia de los vehículos pesados y motos cuyo flujo puede considerarse no significativo para el pronóstico de ruido generado.
- Los niveles de contaminación acústica en todos los puntos evaluados superan los 53 dB, establecidos por la Organización Mundial de la Salud para el período diurno, por lo que es imprescindible que las autoridades locales tomen en cuenta el presente estudio para la actualización de su normativa local ambiental.

- Únicamente ocho de los cuarenta y cuatro puntos de muestreo, que corresponden al 18%, cumplen con la normativa nacional vigente para niveles máximos de ruido, según la zonificación de la ciudad elaborada por el GAD Municipal; la cual refleja en su mayor parte zonas residenciales, con rangos de ruido con una dispersión considerable que va de 55 dB a 75 dB.
- Las políticas ambientales para contrarrestar el ruido generado en la zona urbana de Tulcán, fueron propuestas al GAD Municipal de Tulcán, así como, a la ciudadanía en general, mediante un conversatorio, las cuales fueron acogidas por las autoridades locales, incluyendo las mismas dentro del informe de viabilidad ambiental para la implementación de ciclo vías en la ciudad.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios más detallados, en las zonas o vías que presentan los valores más críticos de contaminación acústica, con el objeto de tomar medidas más específicas, acorde con el entorno, así mismo, se realice un monitoreo específico, en la avenida Julio Robles, cuyo desarrollo urbanístico se encuentra en sus inicios, a fin de realizar una adecuada planificación de ordenamiento territorial, tomando en cuenta la generación de ruido.
- Actualizar la zonificación de la ciudad, a fin de que los estudios o investigaciones en el área ambiental, puedan ser comparables con la normativa expedida por la Autoridad Ambiental Nacional.
- Implementar medidas restrictivas focalizadas a la circulación de vehículos livianos, toda vez que resultan ser los más significativos en los modelos de regresión para pronóstico de ruido.
- Promover futuros estudios, en los que se complemente las emisiones de ruido, con las afectaciones generadas hacia la población, mediante encuestas o entrevistas a los ciudadanos, evaluando el grado de perturbación y molestia que genera este tipo de contaminación, a fin de tomar las medidas de mitigación más adecuadas.

Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Tránsito. (15 de Mayo de 2019). Resolución No. 025-ANT-DIR-2019. *Reglamento de Revisión Técnica Vehicular*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Andrade, M., Calero, M., Vera Barriga, & Córdova, B. (19-21 de Julio de 2018). Relaciones entre el ruido urbano y el tráfico vehicular en la ciudad de Giayaquil. Lima, Perú.
- ArcGeek. (25 de abril de 2018). *Geoestadística, interpolación con kriging*. Obtenido de <https://acolita.com/geoestadistica-interpolacion-con-kriging/>
- ArcGeek. (2 de mayo de 2018). *Interpolación con la Distancia Inversa Ponderada*. Obtenido de <https://acolita.com/interpolacion-con-la-distancia-inversa-ponderada-idw/>
- Bernabeu Taboada, D. (2007). Efectos del ruido sobre la salud. Madrid.
- BOE LEGISLACIÓN CONSOLIDADA. (2007). Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la. 1-33.
- Brown, A., & Lam, K. (1987). Urban Noise Surveys. *Applied Acoustics*, 20, 23-39.
- Casella CEL Limited. (Marzo de 2010). Sonómetro Serie Cel-6X0.
- Cirrus Research S.L. (2016). Guía para terminología de Medición de Ruido. Barcelona, España: Cirrus.
- CORPONARIÑO. (2013). *DOCUMENTO DE ACTUALIZACIÓN DE MEDICIONES DE LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS CABECERAS MUNICIPALES DE PASTO, IPIALES Y TUMACO*. SAN JUAN DE PASTO: COPONARIÑO.
- Delgado, O., & Martínez, J. (2015). Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca-Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario. *Ciencias Espaciales*, 6(1), 411-440.
- Departamento de Matriculación GAD Tulcán. (2020). *Informe de vehículos matriculados en el 2019*. Tulcán.
- Diario La Hora. (26 de Abril de 2009). Tulcán, una ciudad llena de ruido. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/868697/home>

- Efstathios, M., & Jian, K. (2017). Relationship between green space-related morphology and noise pollution. *Ecological Indicators*, 72, 921-933.
- Espinosa Lima, P. A. (2018). Evaluación de la Contaminación Acústica Producida por el Tráfico Vehicular en la Ciudad de Ibarra (Tesis de pregrado). UDLA, Quito, Ecuador.
- GAD Tulcán. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Tulcán - Actualización. Tulcán, Carchi, Ecuador: Dirección de Planificación Estratégica - GAD Tulcán.
- Garmin International, Inc. (Junio de 2011). Manual del Usuario GPSMAP 62. Kansas, EE.UU.
- Gómez Escobar, V., Barrigón Morillas, J. M., Vilchez-Gómez, R., Méndez Sierra, J. A., Carmona del Río, F., & Rey Gozalo, G. (2008). Ruido urbano en Cáceres, España. El método de cuadrícula. *Acústica*, 1-10.
- González Moya, C., Mena Mora, F., & Vallejo Choez, P. (2017). Contaminación acústica en ciudades intermedias como aporte para la gestión de la movilidad: estudio de caso Pujilí. *UTCiencia*, 4(2), 137-150.
- Guijarro-Peralta, J., Terán-Narváez, I., & Valdez-González, M.-M. (2015). Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía a Samborondón en Ecuador. *Ambiente y Desarrollo*, 20(38), 41-51.
- Hernández-Ocampo, M., García-Matailo, S., Hernández-Ocampo, F., Chunchu Viñamagua, G., & Alvarado-Jaramillo, V. (2018). El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 08, 9-14. Obtenido de revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz
- INEC . (2019 b). *Registro de descargas cartográficas*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/registro-de-descargas-cartograficas/>
- INEC. (2019 a). *Tabulados del Anuario de Transporte 2018*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/...Economicas/Estadistica%20de%20Transporte>
- INEC. (14 de Febrero de 2020). *Proyecciones Poblacionales*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>


- INTERNATIONAL STANDARD. (15 de Marzo de 2007). ISO 1996-2. *Acoustics- Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determiantion of environmental noise levels*. Geneva , Switzerland.
- Lin-hua, Xie, Cai Ming y Li Er-da. Comprehensive Evaluation of Traffic Noise Pullution Based on Population Exposure. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 96 (noviembre 2013): 2179-86.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2015). *Libro VI Anexo 5 Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles*. Quito: MAE.
- Miyara, F., Pasch, V., Cabanellas, S., & Yanitelli, M. (23 de mayo de 2014). Ruido y contenido semántico. *La Semana del Sonido - Rosario 2014*. Rosario, Argentina.
- Münzel, Thomas, Frank P. Schmidt, Sebastian Steven, Johannes Herzog, Andreas Daiber & Mette Sorensen. Environmental Noise and the Cardiovascular System. *Journal of the American College of Cardiology* 71, no 6 (febrero de 2018): 688-97. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.207.12.015>.
- Organización Mundial de la Salud. (3 de Marzo de 2015). *Escuchar sin riesgos*. Obtenido de <https://www.who.int/topics/deafness/safe-listening/es/>
- PEK, F., & PHT, Z. (2015). Noise mapping as a tool for urban planning. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 74, 114-116.
- Pinedo Asarta, M. (2009). *Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. Alcantarilla: Emurel.
- Ramírez González, A., Domínguez Calle, E. A., & Borrero Marulanda, I. (2011). El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles. *Acad.Colomb.Cienc.*, 35(135), 143-156.
- Real Academia de Ingeniería. (11 de Enero de 2019). *Diccionario Real Academia de Ingeniería*. Obtenido de www.diccionario.raing.es/es/lema/malla-de-muestreo
- Real Academia Española. (30 de 06 de 2019). *Diccionario de la Reala Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=WoW1aWq>

- Realpe, E. (29 de Enero de 2020). Procedimiento de revisión vehicular en Tulcán. (A. Ortiz, Entrevistador)
- REGISTRO OFICIAL - ORGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR. (6 de Enero de 2014). Suplemento Registro Oficial Nro. 155. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Rubianes Landázuri, F. J. (2009). Elaboración de un mapa de ruido ambiental para determinar la ubicación más apropiada de los puntos de monitoreo para la Red ínima de Monitoreo del Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Zonas 2: Calderón, Carapungo, Centro, Los Chillos y T. Universidad Internacional SEK Quito.
- Santos De la Cruz, E. (2007). Contaminación por ruido vehicular en la avenida Javier Prado. *Industrial Data*, 10(1), 11-15.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades 2017. (22 de Septiembre de 2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Silla, Escuder & Alba Fernández. Incertidumbre de medida en ruido ambiental según la ISO 1996-2:2007. Aplicación a un estudio acústico, 2009,6.
- Tam Pui-ying, Civic Exchange. (2006). El ruido y su mitigación. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- Torres, A. S. (2016). Evaluación del Nivel de Ruido Ambiental en el Terminal Terrestre de la Ciudad de Tena (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Tena, Ecuador.
- World Health Organization - Europe. (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. UN City, Marmorvej 51: WHO Regional Office for Europe.
- Xu, H., Plieninger, T., & Primdahl, J. (2013). Systematic Comparison of Cultural and Ecological. *Land*, VIII(41), 1-32.
- Yepes, D., Gómez, M., Sánchez, L., & Jaramillo, A. (2009). Metodología de la elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano - caso Medellín. *Dyana*, 76(158), 29-40.

ANEXO 1



**Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal de Tulcán**



OFICIO No. 029-JMRTV-GADMT-2020
Tulcán, 29 de enero de 2020

PARA: Ing. Álvaro Ortiz Rodríguez
ASUNTO: RESPUESTA OFICIO S/N DE FECHA 28 DE ENERO DEL 2020

De mis consideraciones:

Con la finalidad de dar contestación al oficio s/n de fecha 28 de enero del 2020, en el cual solicita "se facilite la información referente a vehículos matriculados en el año 2019 en la ciudad de Tulcán", al respecto debo manifestar que:

VEHÍCULOS MATRICULADOS 2019 GAD TULCÁN													TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	PROCESOS
VEHÍCULOS NUEVOS PARTICULARES	28	31	34	66	59	9	30	27	29	13	0	40	393
VEHÍCULOS NUEVOS SERVIDO PÚBLICO	11	11	5	41	7	4	12	12	11	9	1	11	149
MOTOCICLETAS NUEVAS PARTICULARES	2	10	19	18	11	16	14	20	28	12	13	35	188
MOTOCICLETAS NUEVAS PÚBLICO Y COMERCIAL	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
RENOVACION MATRICULA VEHICULO PARTICULAR	64	68	71	80	81	40	71	56	37	20	0	133	722
RENOVACION MATRICULA MOTOCICLETAS	9	20	29	23	26	12	18	23	6	8	6	12	179
RENOVACION MATRICULA VEHICULOS PUBLICOS	49	26	19	14	7	4	13	30	9	1	0	31	170
RENOVACION MATRICULA MOTOCICLETAS PUBLICOS	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
VEHICULO CAMBIO DE SERVIDO DE PARTICULAR A PÚBLICO	1	0	5	5	5	4	15	5	9	0	0	40	85
MOTOCICLETAS CAMBIO DE SERVIDO DE PARTICULAR A PÚBLICO	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8
VEHICULO CAMBIO DE SERVIDO DE PÚBLICO A PARTICULAR	7	0	9	5	5	7	4	19	9	2	0	47	108
MOTOCICLETAS CAMBIO DE SERVIDO DE PÚBLICO A PARTICULAR	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5
TASA ANUAL DE MATRICULACION VEHICULOS PARTICULARES, ESTADO NUEVO-USADOS	260	752	819	1000	1085	600	806	905	476	380	1	1986	8929
TASA ANUAL DE MATRICULACION MOTOS PARTICULARES, ESTADO NUEVO Y USADO	20	91	98	118	129	77	142	88	66	77	74	60	307
TASA ANUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO NUEVO/USADOS	64	146	212	368	137	96	181	133	70	21	0	284	1452
TASA ANUAL DE TRANSPORTE COMERCIAL NUEVO/USADOS	0	0	0	0	0	0	11	4	0	0	0	0	15
													13266

Particular requerido para los fines pertinentes.

Ayerfamento,
"Tulcán para la vida"

Elaborado por:
ARCHIVO

Carlos Fyrtag,
TÉCNICO DE ARCHIVO

Revisado por:
FUJOS FUJANTES

Edison Restrepo,
JEFE DE MATRICULACIÓN

Dirección: Calle Ormado y 10 de Agosto
 Telef: (08) 2980-400, (06) 2984-777
 Web: www.gmtulcan.gob.ec

ANEXO 2

**Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal de Tulcán**

OFICIO N° 040-DGA-GADMT-2020

Tulcán, 25 de enero del 2020

Señor ingeniero
Álvaro Ortiz Rodríguez
Presente.-

De mis consideraciones

Reciba un atento y cordial saludo, de la Dirección de Gestión Ambiental, del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Tulcán.

Por medio del presente Certifico que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán no cuenta con Estudios de Ruido Ambiental realizados en el área urbana de la ciudad de Tulcán.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Cordialmente
"Tulcán para la Vida"


Ing. Geovanna Polo
DIRECTORA DE GESTIÓN AMBIENTAL





Dirección: Calle Olmedo y 10 de Agosto
Tel: 061 2593-400 / 061 2594-777
Web: www.gmatulcan.gob.ec

ANEXO 3



GAMATRONIC
SEGURIDAD + SALUD + AMBIENTE

Nº C00509

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cliente: ALVARO ORTIZ
 Equipo: SONÓMETRO CLASE 1
 Modelo: CEL-620A
 Marca: CASELLA
 Número de serie: 2834543
 Preamplificador: ---
 Micrófono: 45720 1/2 Pulgada

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

El instrumento ha sido calibrado bajo los estándares Internacionales IEC 61672-1:2002, IEC 61240: 1995, IEC 60942: 1997, IEC 61252: 1993, ANSI S1.4-1983 y ANSI S1.11-1984.

MANTENIMIENTO:

Se procede a realizar un mantenimiento preventivo, limpieza general del equipo y ajuste según especificaciones de fábrica en 114 dB. Se verifican lecturas del equipo en ponderación A, y C con presión acústica de referencia 114 dB, 94 dB y con frecuencia de referencia 1000Hz, las lecturas obtenidas se encuentran dentro de los errores máximos permitidos.

CORRECCIÓN ELECTRÓNICA:

Presión Sonora de Referencia: 114,0 dB	Respuesta: 115,0 dB
Ajuste a: 114,0 dB	Offset: -0,5 dB

CALIBRACIÓN EN PONDERACIÓN FRECUENCIAL:

La toma de la muestra se realiza de presión sonora en ponderación de tiempo Fast (F) y 94,0 dB.

Frecuencia (Hz)	Errores promedios nivel de referencia 94,0 dB						Error promedio (dB)
	Ponderación A		Ponderación C		Ponderación Z		
	Medida	Error	Medida	Error	Medida	Error	
1000	93,9	-0,1	94,0	±0,0	---	---	-0,1
1008	94,0	±0,0	94,0	±0,0	---	---	±0,0
1006	94,0	±0,0	94,0	±0,0	---	---	±0,0

Por favor leer y entender bien los manuales de operación antes de usar los equipos. Para asistencia técnica comuníquese con GAMATRONIC

1 de 2

www.gamatronic.ec
 info@gamatronic.ec
 593-2-2338-159

ANEXO 4

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	1	
COORDENADAS	201019	91154
UBICACIÓN	VIA A IPIALES	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO - PLANO		



T (°C)	15	15	14
V VIENTO (m/s)	2	2	3.9

VALORES ENCONTRADOS				RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO	FECHA	HORA		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA	27/01/2020	27/01/2020	30/01/2020	27/01/2020			27/01/2020			30/01/2020					
HORA	10:19	11:40	15:43	10:19			11:40			15:43					
ID	DURACION	L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{Aeq}	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS		
1	5min	69.3	71.0	70.0	4	33	3	0	26	4	2	36	1		
2	10min	69.9	69.0	68.4	3	34	3	2	36	1	1	43	2		
3	15min	71.1	69.0	66.9		25	4	0	36	2	2	39	3		
L _{Aeq} prom. Log		71	71	70											
L _{Aeq} prom. Log		72													
Subtotal vehiculos				7	92	10	2	102	7	5	118	n			
Total vehiculos				108			111			129					
Vehiculos promedio/por tipo							5			104			8		
Vehiculos promedio				117											

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	2	
COORDENADAS	200210	91497
UBICACIÓN	FRENTE A LA ADUANA	
OBSERVACIONES		



ASFALTADO - PLANO			
T (°C)	15	14	14
V VIENTO (m/s)	2	4	3.9

VALORES ENCONTRADOS				VEHICULOS									
RUIDO				7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00			
PERIODO	7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00			
FECHA	27/01/2020	27/01/2020	30/01/2020	27/01/2020			27/01/2020			30/01/2020			
HORA	10:45	12:10	16:00	10:45			12:10			16:00			
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	65.5	69.0	69.6	2	31		2	31	4	2	29	4
2	10min	66.3	66.0	69.7	6	44	6	3	33	7	3	32	3
3	15min	69.1	69.0	66.6	7	16		7	19	3	5	35	5
LAeq prom. Log		69	69	70									
LAeq prom. Log		70											
Subtotal vehiculos					15	95	8	12	85	14	10	96	12
Total vehiculos					118			109			118		
Vehiculos promedio/por tipo								15	91	12			
Vehiculos promedio								115					

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	3	
COORDENADAS	199790	91645
UBICACIÓN	VIA IPIALES	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO - PLANO		



T (°C)	15	13	14
V VIENTO (m/s)	2	3	4.4

VALORES ENCONTRADOS				VEHICULOS									
RUIDO													
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		27/01/2020	27/01/2020	30/01/2020	27/01/2020			27/01/2020			30/01/2020		
HORA		7:00	13:02	16:20	7:00			13:02			16:20		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	72	67.1	74.3	6	37	2	2	36	1	7	35	6
2	10min	69	67.8	70.0	4	32	3	3	28	3	7	32	3
3	15min	70	66.7	71.0	4	36	3	2	36	3	4	36	4
LAeq prom. Log		72	69	73									
LAeq prom. Log		73											
Subtotal vehiculos					14	107	8	7	104	7	18	105	13
Total vehiculos					129			118			136		
Vehiculos promedio/por tipo								13	106	10			
Vehiculos promedio					128								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	4	
COORDENADAS	199401	91550
UBICACIÓN	200m AL NORTE DEL COLISEO	
OBSERVACIONES		



ASFALTADO - PLANO													
T (°C)		13	13	14									
V VIENTO (m/s)		2	3	4.4									
VALORES ENCONTRADOS													
RUIDO				VEHICULOS									
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		27/01/2020	27/01/2020	30/01/2020	27/01/2020			27/01/2020			30/01/2020		
HORA		7:30	13:22	16:40	7:30			13:22			16:40		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	71	74.1	67.4	4	30	3	6	29	2	4	37	4
2	10min	70	73.2	65.4	6	43	1	7	40	1	3	47	1
3	15min	70	69.1	70.0	3	39	2	3	37	2	3	45	2
LAeq prom. Log		71	74	70									
LAeq prom. Log		73											
Subtotal vehiculos					13	112	6	16	106	5	10	129	7
Total vehiculos					131			127			146		
Vehiculos promedio/por tipo								15	116	6			
Vehiculos promedio					135								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:													
NO. PUNTO		5											
COORDENADAS		19977			90724								
UBICACIÓN		TRAS DEL COLEGIO "BOLÍVAR"											
OBSERVACIONES													
LASTRADO - PLANO													
T (°C)		14	14	14									
V VIENTO (m/s)		2	3	2									
VALORES ENCONTRADOS													
					RUIDO			VEHICULOS					
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		27/01/2020	27/01/2020	27/01/2020	27/01/2020			27/01/2020			27/01/2020		
HORA		7:55	13:43	18:00	7:55			13:43			18:00		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	62.0	63.3	61.5		2					2		
2	10min	62.0	61.7	62.0					2			2	
3	15min	64.0	62.0	63.5							1		1
LAeq prom. Log		64	63	63									
LAeq prom. Log		64											
Subtotal vehiculos					0	2	0	0	2	0	3	2	1
Total vehiculos					2			2			6		
Vehiculos promedio/por tipo								1	2	1			
Vehiculos promedio					4								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	6	
COORDENADAS	198609	90763
UBICACIÓN	RICARDO DEL HIERRO	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO - PLANO				
	T (°C)	12	14	13
	V VIENTO (m/s)	4	3	4.4

VALORES ENCONTRADOS													
					RUIDO			VEHICULOS					
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		27/01/2020	27/01/2020	30/01/2020	27/01/2020			27/01/2020			30/01/2020		
HORA		8:30	14:35	17:05	8:30			14:35			17:05		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	67.1	71.0	62.3	1	0			3			9	1
2	10min	60.1	69.1	56.6		3	1		4			6	
3	15min	62.1	65.9	55.1		3			5	1		4	
LAeq prom. Log		65	70	61									
LAeq prom. Log		68											
Subtotal vehiculos					1	12	1	0	12	1	0	19	1
Total vehiculos					14			13			20		
Vehiculos promedio/por tipo								1	15	1			
Vehiculos promedio					16								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:													
NO. PUNTO		7											
COORDENADAS		195212			89960								
UBICACIÓN		CDLA DEL MAESTRO											
OBSERVACIONES													
ADOQUINADO - PLANO													
T (°C)		13	13	14									
V VIENTO (m/s)		3	4	2									
VALORES ENCONTRADOS													
		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		27/01/2020	28/01/2020	27/01/2020	27/01/2020			28/01/2020			27/01/2020		
HORA		9:00	13:30	15:01	9:00			13:30			15:01		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	55	55.0	56.0									
2	10min	56	57.0	56.0					1				
3	15min	57	57.0	56.0									
LAeq prom. Log		57	57	58									
LAeq prom. Log		58											
Subtotal vehiculos					0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total vehiculos					0			1			0		
Vehiculos promedio/por tipo								0	1	0			
Vehiculos promedio					1								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	8	
COORDENADAS	195231	91133
UBICACIÓN	BRASIL	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO - PLANO				
	T (°C)	12	13	13
	V VIENTO (m/s)	4	3	3
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		27/01/2020	31/01/2020	27/01/2020	27/01/2020			31/01/2020			27/01/2020		
HORA		9:30	11:00	16:11	9:30			11:00			16:11		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	58	57.5	61.9		4	1		4	2		4	
2	10min	61.5	57.4	64.7		3			6			4	
3	15min	62	59.7	61.5		1			2				
LAeq prom. Log		62	59	64									
LAeq prom. Log		63											

Subtotal vehiculos	0	8	1	0	12	2	0	8	0
Total vehiculos	9			14			8		
Vehiculos promedio/por tipo		0	10	1					
Vehiculos promedio	11								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	9	
COORDENADAS	198222	90714
UBICACIÓN	AV. MANABÍ Y PARAGUAY	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO - PLANO		



VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS									
		T (°C)	12	13	12	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
		V VIENTO (m/s)	2.8	3	2.8	31/01/2020			26/01/2020			27/01/2020		
						9:00			13:55			15:47		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	
1	5min	65.7	67.0	66.2	1	30	1	1	41	1	1	26	2	
2	10min	66.4	66.2	66.5	2	27	2	1	29	3	1	40	2	
3	15min	66.8	69.0	66.7	1	32	2		31	1		29	3	
LAeq prom. Log		67	69	68										
LAeq prom. Log		69												
Subtotal vehiculos					4	89	5	2	101	5	2	95	7	
Total vehiculos					98			108			104			
Vehiculos promedio/por tipo								3	95	6				
Vehiculos promedio					104									

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	10	
COORDENADAS	198208	91971
UBICACIÓN	IGLESIA SAN CLEMENTE	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO - PLANO		



	T (°C)	12	14	12
	V VIENTO (m/s)	2.8	3	1

VALORES ENCONTRADOS					VEHICULOS								
		RUIDO											
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		31/01/2020	27/01/2020	27/01/2020	31/01/2020			27/01/2020			27/01/2020		
HORA		9:30	12:40	16:57	9:30			12:40			16:57		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	59	60.0	61.5								1	
2	10min	60.1	58.5	55.9					2				
3	15min	58.5	26.9	58.0									
LAeq prom. Log		60	59	60									
LAeq prom. Log		61											

Subtotal vehiculos	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Total vehiculos	0			2			1		
Vehiculos promedio/por tipo		0	1	0					
Vehiculos promedio	1								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	11	
COORDENADAS	196225	91524
UBICACIÓN	CRESPO TORAL Y AV SAN FRANCISCO	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO - PLANO				
T (°C)	12	12	12	
V VIENTO (m/s)	1	2	0.8	
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	30/01/2020	27/01/2020	29/01/2020			30/01/2020			27/01/2020		
HORA		8:50	11:20	16:35	8:50			11:20			16:35		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	67	64.1	69.5		20	1		16	1	1	22	2
2	10min	66.5	66.1	67.6		25	1	1	24	1		20	
3	15min	66	67.3	66.4		23			27	1	1	20	1
LAeq prom. Log		68	68	69									
LAeq prom. Log		69											

Subtotal vehiculos	0	68	2	1	67	3	2	62	3
Total vehiculos	70			71			67		
Vehiculos promedio/por tipo		1	66	3					
Vehiculos promedio	70								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	12	
COORDENADAS	195159	90367
UBICACIÓN	SUCRE - DIAGONAL A ESC. ANGELICA MARTÍNEZ	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PENDIENTE LEVE		



	T (°C)	12	13	14
	V VIENTO (m/s)	3	2.2	2
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	31/01/2020	29/10/2020	29/01/2020			31/01/2020			29/10/2020		
HORA		9:20	12:05	15:23	9:20			12:05			15:23		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	67.4	66.2	66.1		24		1	29	1	2	17	
2	10min	69.1	66.3	64.7	3	29		1	26	1	1	17	
3	15min	66.6	67.9	70.7		20	1	3	26	1	4	25	
LAeq prom. Log		69	69	69									
LAeq prom. Log		70											

Subtotal vehiculos	3	73	1	5	83	3	7	59	0
Total vehiculos	77			91			66		
Vehiculos promedio/por tipo				5	72	2			
Vehiculos promedio	78								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	13	
COORDENADAS	197507	80364
UBICACIÓN	PARQUE AYORA	
OBSERVACIONES		



ASFALTADO PLANO				
T (°C)	12	14	14	
V VIENTO (m/s)	3	3.9	3	
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		25/01/2020	31/01/2020	25/01/2020	25/01/2020			31/01/2020			25/01/2020		
HORA		8:20	14:47	16:30	8:20			14:47			16:30		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	65	65.4	69.5	1	46	2	2	56	2		51	1
2	10min	70.3	67.5	70.1	5	54	3		52	5		49	1
3	15min	66.4	70.1	71.3	2	45	4	1	52	5	1	70	3
LAeq prom. Log		70	70	71									
LAeq prom. Log		71											

Subtotal vehiculos	8	148	9	3	190	15	1	170	5
Total vehiculos	165			208			176		
Vehiculos promedio/por tipo				4	170	10			
Vehiculos promedio	183								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	14	
COORDENADAS	197811	89957
UBICACIÓN	COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS	
OBSERVACIONES		

ASFALTADO PLANO				
T (°C)	10	13	12	
V VIENTO (m/s)	2.2	3.6	2	
VALORES ENCONTRADOS				



		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		25/01/2020	31/01/2020	25/01/2020	25/01/2020			31/01/2020			25/01/2020		
HORA		9:00	13:00	19:00	9:00			13:00			19:00		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	66.7	65.1	66.9	1	31	1		7	1		25	2
2	10min	72.2	64.7	70.1		24	3		11	2		31	3
3	15min	66.6	66.7	66.3		21	1		13	2		19	
LAeq prom. Log		71	67	70									
LAeq prom. Log		71											

Subtotal vehiculos	1	76	5	0	31	5	0	73	5
Total vehiculos	82			36			80		
Vehiculos promedio/por tipo		1	61	5					
Vehiculos promedio	66								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	15	
COORDENADAS	197513	91923
UBICACIÓN	CDLA. PADRE CARLOS DE LA VEGA	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO PLANO				
	T (°C)	5	13	12
	V VIENTO (m/s)	0.5	2.2	3

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO	7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00		7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA	28/01/2020	31/01/2020	29/01/2020		28/01/2020			31/01/2020			29/01/2020		
HORA	7:55	11:40	19:30		7:55			11:40			19:30		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	69	67.6	70.0	1	13		1	14		1	15	1
2	10min	69.6	65.4	71.5	1	14	3	2	16		3	12	
3	15min	66.7	68.3	69.8	2	9		1	9		1	10	3
LAeq prom. Log		70	68	72									
LAeq prom. Log		71											

Subtotal vehiculos	4	36	3	4	36	0	5	37	4	
Total vehiculos	43			43			46			
Vehiculos promedio/por tipo	5		38		3					
Vehiculos promedio	44									

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	16	
COORDENADAS	197742	89640
UBICACIÓN	TRAS DE CNT - BARRIO TAJAMAR	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO PENDIENTE LEVE		

T (°C)	13	14	12
V VIENTO (m/s)	1.4	2	3

VALORES ENCONTRADOS

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		28/01/2020	30/01/2020	29/01/2020	28/01/2020			30/01/2020			29/01/2020		
HORA		10:20	14:00	17:00	10:20			14:00			17:00		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	62.1	63.2	64.0		7			5			6	
2	10min	60.3	61.6	62.6		7			6			5	
3	15min	61.5	60.9	61.9						1		2	
LAeq prom. Log		62	63	64									
LAeq prom. Log		64											

Subtotal vehículos	0	14	0	0	11	1	0	15	0
Total vehículos	14			12			13		
Vehículos promedio/por tipo		0	13	1					
Vehículos promedio	13								



ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	17	
COORDENADAS	197409	89963
UBICACIÓN	DIEZ DE AGOSTO Y BOLÍVAR	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO PENDIENTE LEVE		

	T (°C)	8	14	12
	V VIENTO (m/s)	1.6	3	2
VALORES ENCONTRADOS				



		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		31/01/2020	28/01/2020	29/01/2020	31/01/2020			28/01/2020			29/01/2020		
HORA		8:23	11:52	17:30	8:23			11:52			17:30		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	59.9	62.8	64.2		10			14	2		17	3
2	10min	60.7	62.3	65.1		8			16	1		19	
3	15min	63.3	59.3	66.3		16			12	1		14	2
LAeq prom. Log		63	63	66									
LAeq prom. Log		65											

Subtotal vehiculos	0	34	0	0	42	4	0	50	5
Total vehiculos	34			46			55		
Vehiculos promedio/por tipo				0	42	3			
Vehiculos promedio	45								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCAN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	15	
COORDENADAS	197407	90365
UBICACIÓN	GRAN COLOMBIA Y ESMERALDAS	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO PENDIENTE PRONUNCIADA				
T (°C)	10	14	12	
V VIENTO (m/s)	2	3	4	

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	29/01/2020	30/01/2020	29/01/2020			29/01/2020			30/01/2020		
HORA		7:00	12:36	15:16	7:00			12:36			15:16		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	69.1	67.0	64.8	2	29			26		1	14	
2	10min	68.6	65.3	66.8		33	2	1	31	1		11	
3	15min	67.9	66.9	61.5		22			25	2		18	
LAeq prom. Log		70	68	63									
LAeq prom. Log		69											

Subtotal vehiculos	2	84	3	1	82	3	1	43	0
Total vehiculos	88			86			44		
Vehiculos promedio/por tipo				2	70	2			
Vehiculos promedio	73								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	19	
COORDENADAS	187414	89567
UBICACIÓN	COLÓN Y NUEVE DE OCTUBRE	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO PENDIENTE PRONUNCIADA		

T (°C)	12	16	14
V VIENTO (m/s)	3	0.5	2

VALORES ENCONTRADOS

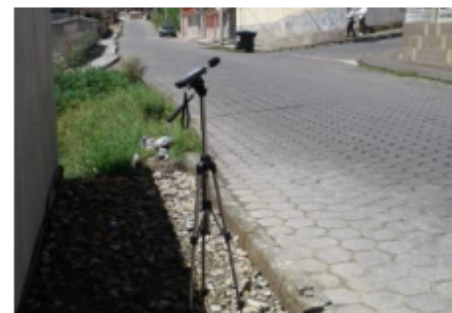
		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		31/01/2020	25/01/2020	30/01/2020	31/01/2020			26/01/2020			30/01/2020		
HORA		10:28	11:24	17:05	10:28			11:24			17:05		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	66.7	69.6	70.1	2	25		3	19	1	3	26	1
2	10min	66	66.9	72.3	3	23		2	29	1	2	26	3
3	15min	66.9	64.9	69.6	2	24		1	26	2	2	30	
LAeq prom. Log		68	69	72									
LAeq prom. Log		71											

Subtotal vehiculos	7	72	0	0	74	4	7	84	4
Total vehiculos	79			84			95		
Vehiculos promedio/por tipo	7		77		3				
Vehiculos promedio	86								



ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	20	
COORDENADAS	197357	89222
UBICACIÓN	JAVIER ESPINOZA	
OBSERVACIONES		



ADQUINADO PLANO				
	T (°C)	10	12	12
	V VIENTO (m/s)	2	3	4

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	27/01/2020	29/01/2020	30/01/2020			27/01/2020			29/01/2020		
HORA		7:00	11:09	18:35	7:00			11:09			18:35		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	66.1	65.0	65.9	1	6			4			4	
2	10min	64.9	63.6	66.3		3		2	1			5	2
3	15min	65.2	64.1	67.1		1			3		1	3	
LAeq prom. Log		66	65	67									
LAeq prom. Log		67											

Subtotal vehículos	1	10	0	2	8	0	1	12	2			
Total vehículos	11			10			15					
Vehículos promedio/por tipo			2	10	1							
Vehículos promedio	12											

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	21	
COORDENADAS	197012	09901
UBICACIÓN	TRAS ESTADIO MUNICIPAL DE TULCÁN	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO PLANO				
T (°C)	10	12	12	
V VIENTO (m/s)	2	3	4	
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	30/01/2020	28/01/2020	30/01/2020			30/01/2020			28/01/2020		
HORA		8:40	11:46	15:05	8:40			11:46			15:05		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	60.1	58.1	59.6								1	
2	10min	62.1	61.0	58.9		1							
3	15min	59.9	62.0	58.6					2				
LAeq prom. Log		62	62	60									
LAeq prom. Log		62											

Subtotal vehiculos	0	1	0	0	2	0	0	1	0
Total vehiculos	1			2			1		
Vehiculos promedio/por tipo		0	2	0					
Vehiculos promedio	2								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	22	
COORDENADAS	196977	90355
UBICACIÓN	AVDA JULIO ROBLES	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PENDIENTE LEVE		

T (°C)	12	15	16
V VIENTO (m/s)	3	3.8	5

VALORES ENCONTRADOS

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	30/01/2020	28/01/2020	30/01/2020			30/01/2020			28/01/2020		
HORA		9:05	14:24	15:32	9:05			14:24			15:32		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	69.1	66.6	66.3	1	53		2	55	2	2	45	1
2	10min	66.6	66.4	67.6	1	51			62	1	2	47	
3	15min	66.7	66.3	73.6	1	47	2		44	4	3	44	
LAeq prom. Log		69	67	72									
LAeq prom. Log		71											

Subtotal vehículos	3	151	2	2	161	7	7	156	1
Total vehículos	156		170		144				
Vehículos promedio/por tipo	4		150		4				
Vehículos promedio	157								



ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	23	
COORDENADAS	197005	89574
UBICACIÓN	LAS DOS CALLES	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PLANO		



	T (°C)	8	12	14
	V VIENTO (m/s)	2	3	3

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	25/01/2020	31/01/2020	30/01/2020			25/01/2020			31/01/2020		
HORA		9:30	14:19	15:56	9:30			14:19			15:56		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	69.1	66.6	69.1		29	3	2	31	4	1	31	
2	10min	72.1	69.7	70.1	2	32		1	25	5	1	35	5
3	15min	70	70.6	71.3	1	29	2	3	33	6	4	30	
LAeq prom. Log		72	70	71									
LAeq prom. Log		72											
Subtotal vehiculos					3	90	5	6	92	17	6	96	5
Total vehiculos					98			115			107		
Vehiculos promedio/por tipo								3	93	9			
Vehiculos promedio					107								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	24	
COORDENADAS	197007	89166
UBICACIÓN	MALDONADO Y COLÓN	
OBSERVACIONES		
ADQUINADO PLANO		



		T (°C)	6	15	13									
		V VIENTO (m/s)	2	3	3.9									
VALORES ENCONTRADOS														
		RUIDO			VEHICULOS									
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00			
FECHA		30/01/2020	30/01/2020	31/01/2020	30/01/2020			30/01/2020			31/01/2020			
HORA		9:55	14:19	15:56	9:55			14:19			15:56			
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	
1	5min	62.1	63.6	65.0		16	1		11		1	15		
2	10min	62.9	63.2	66.1		13	2		13		1	20	1	
3	15min	65.5	63.0	66.4	1	15			14	1		20	1	
LAeq prom. Log		65	64	66										
LAeq prom. Log		67												
Subtotal vehiculos					1	44	5	0	58	1	2	55	2	
Total vehiculos					48			39			39			
Vehiculos promedio/por tipo								1	46	2				
Vehiculos promedio					49									

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	25	
COORDENADAS	196670	89560
UBICACIÓN	TRAS CENTRO CRISTIANO FAMILIAR	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO PENDIENTE PRONUNCIADA - NO CIRCULAN VEHICULOS		



T (°C)	8	12	15
V VIENTO (m/s)	2	3	5

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	26/01/2020	27/01/2020	30/01/2020			26/01/2020			27/01/2020		
HORA		10:26	14:43	16:02	10:26			14:43			16:02		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	55.1	50.9	53.0									
2	10min	56	52.5	52.6		1							
3	15min	53.1	51.1	52.9									
LAeq prom. Log		56	53	54									
LAeq prom. Log		56											

Subtotal vehiculos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total vehiculos	1			0			0					
Vehiculos promedio por tipo				0	1	0						
Vehiculos promedio	1											

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	26	
COORDENADAS	196595	89140
UBICACIÓN	BOLÍVAR Y GRAL. PLAZA	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO - PENDIENTE PRONUNCIADA		



VALORES ENCONTRADOS		T (°C)	8	15	12									
		V VIENTO (m/s)	2	2.8	3									
		RUIDO			VEHICULOS									
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00			
FECHA		03/02/2020	31/01/2020	27/01/2020	03/02/2020			31/01/2020			27/01/2020			
HORA		7:03	13:12	16:20	7:03			13:12			16:20			
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	
1	5min	74.9	73.4	71.6	3	55	1	2	50	3	5	52	1	
2	10min	74.2	69.2	70.1	1	52	2	4	56	3	3	53		
3	15min	70.9	74.2	69.5	2	48	1	3	51	3	3	41	5	
LAeq prom. Log		75	74	72										
LAeq prom. Log		75												
		Subtotal vehiculos			6	135	4	9	157	9	11	146	6	
		Total vehiculos			165			175			163			
		Vehiculos promedio/por tipo						9	153	7				
		Vehiculos promedio			168									

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCAN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	27	
COORDENADAS	196607	85705
UBICACIÓN	ECUADOR Y OLMEDO	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO - PENDIENTE PRONUNCIADA		



T (°C)	10	13	13
V VIENTO (m/s)	2	3	3
VALORES ENCONTRADOS			

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		03/02/2020	03/02/2020	28/01/2020	03/02/2020			03/02/2020			28/01/2020		
HORA		7:30	11:09	17:11	7:30			11:09			17:11		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	52.1	53.2	51.9		1							
2	10min	50.9	55.0	54.1					1			1	
3	15min	53.2	51.9	52.9									
LAeq prom. Log		53	55	54									
LAeq prom. Log		55											

Subtotal vehiculos	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Total vehiculos	1			1			1					
Vehiculos promedio/por tipo	0		1	0								
Vehiculos promedio	1											

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	26	
COORDENADAS	190593	88364
UBICACIÓN	PROLONGACIÓN AVDA. CENTENARIO	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO - PENDIENTE PRONUNCIADA		



	T (°C)	12	16	13
	V VIENTO (m/s)	3	3	2.8

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		03/02/2020	30/01/2020	28/01/2020	03/02/2020			30/01/2020			28/01/2020		
HORA		7:55	12:45	17:30	7:55			12:45			17:30		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	72.1	70.8	67.6		29	1	2	35	3	1	28	2
2	10min	73.4	73.0	71.1	3	31	1	2	30	2	4	30	
3	15min	69.9	70.4	70.2	1	43	1	5	45	3		30	2
LAeq prom. Log		73	73	71									
LAeq prom. Log		73											

Subtotal vehiculos	4	103	5	0	110	8	5	88	4
Total vehiculos	110			127			97		
Vehiculos promedio/por tipo				8	101	5			
Vehiculos promedio	112								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	29	
COORDENADAS	196147	88832
UBICACIÓN	AVDA. VEINTIMILLA (IND. LECHERA CARCHI)	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO - PLANO-BAJA VELOCIDAD		



	T (°C)	9	15	13
	V VIENTO (m/s)	0.8	3	2
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	30/01/2020	03/02/2020	29/01/2020			30/01/2020			03/02/2020		
HORA		7:40	12:09	16:03	7:40			12:09			16:03		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	70.7	68.9	71.1	8	47	3	9	64	1	6	57	2
2	10min	71.5	73.3	72.3	11	72	5	5	70	4	7	62	3
3	15min	70.9	74.2	75.1	6	63	5	10	65	3	10	70	3
LAeq prom. Log		72	74	74									
LAeq prom. Log		74											

Subtotal vehiculos	25	182	13	24	199	8	23	180	8				
Total vehiculos	220			231			220						
Vehiculos promedio/por tipo	24		190	10									
Vehiculos promedio	224												

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	30	
COORDENADAS	196183	89510
UBICACIÓN	CDLA. MAYOR GALO MOLINA	
OBSERVACIONES		



EMPEDRADO - NULA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS			
T (°C)	10	15	12
V VIENTO (m/s)	0.8	3	2

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		28/01/2020	03/02/2020	03/02/2020	29/01/2020			03/02/2020			03/02/2020		
HORA		8:26	11:31	16:33	8:26			11:31			16:33		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	59.8	60.1	59.9									
2	10min	64.7	62.3	60.1		1							
3	15min	58.9	57.9	61.2									
LAeq prom. Log		63	61	61									
LAeq prom. Log		63											

Subtotal vehiculos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total vehiculos	1			0			0						
Vehiculos promedio/por tipo	0	1	0										
Vehiculos promedio	1												

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	31	
COORDENADAS	196239	89176
UBICACIÓN	AVDA. JUAN RAMON ARELLANO/ TRAS TERMINAL TERRESTRE	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO - PENDIENTE LEVE		



	T (°C)	9	12	12
	V VIENTO (m/s)	0.5	2	3

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	03/02/2020	03/02/2020	29/01/2020			03/02/2020			03/02/2020		
HORA		8:06	11:55	17:02	8:06			11:55			17:02		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	61.6	60.9	62.3	2	5	2		3		1	4	
2	10min	65.6	64.6	64.1	1	5		1	4	1		6	
3	15min	60.1	62.3	63.2		3			2			3	2
LAeq prom. Log		64	64	64									
LAeq prom. Log		65											
Subtotal vehiculos					3	15	2	1	9	1	1	15	2
Total vehiculos					18			11			16		
Vehiculos promedio/por tipo								2	12	2			
Vehiculos promedio					15								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	32	
COORDENADAS	196153	85351
UBICACIÓN	AVDA. TULCANAZA	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PLANO - HABILITADO SOLO UN CARRIL DE DOBLE VÍA POR OBRAS		



	T (°C)	8	15	13
	V VIENTO (m/s)	2	3	2.8
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		03/02/2020	31/01/2020	28/01/2020	03/02/2020			31/01/2020			28/01/2020		
HORA		8:32	12:30	17:59	8:32			12:30			17:59		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	63.1	62.9	62.9		12	1		7	1		35	4
2	10min	62.9	65.9	64.6		11			10		1	19	2
3	15min	63.5		66.5		15	1	TRÁNSITO CERRADO POR TRABAJOS VIALES				33	2
LAeq prom. Log		64	64	67									
LAeq prom. Log		66											

Subtotal vehiculos	0	38	2	0	17	1	1	87	8
Total vehiculos	40			18			96		
Vehiculos promedio/por tipo		1	48	4					
Vehiculos promedio	52								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	33	
COORDENADAS	195789	88397
UBICACIÓN	VEINTIMILLA Y JUAN DE VELASCO	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PLANO		



	T (°C)	14	15	12
	V VIENTO (m/s)	0.8	0.8	2

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	31/01/2020	03/02/2020	29/01/2020			31/01/2020			03/02/2020		
HORA		10:33	11:51	17:31	10:33			11:51			17:31		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	65.9	69.3	72.1	14	35	5	8	56	3	12	47	3
2	10min	71	67.6	71.9	8	43	2	4	42	1	9	51	2
3	15min	69.6	70.2	69.6	11	42	1	12	34	6	7	47	3
LAeq prom. Log		71	70	72									
LAeq prom. Log		72											

Subtotal vehiculos	55	120	8	24	132	10	28	145	8
Total vehiculos	161			166			181		
Vehiculos promedio/por tipo				29	133	9			
Vehiculos promedio	170								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	34	
COORDENADAS	195666	86759
UBICACIÓN	UPC - LA LAGUNA	
OBSERVACIONES		



ADOQUÍN - PLANO				
	T (°C)	13	15	12
	V VIENTO (m/s)	0.8	0.8	1

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		29/01/2020	31/01/2020	03/02/2020	29/01/2020			31/01/2020			03/02/2020		
HORA		10:04	11:26	16:02	10:04			11:26			16:02		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	64.7	62.9	63.2	1	16	5		19			17	
2	10min	66.4	63.4	64.1		27	5		24	1		28	1
3	15min	67.7	63.1	65.2	1	18	4	1	12	3	2	16	
LAeq prom. Log		68	64	65									
LAeq prom. Log		67											

Subtotal vehiculos	2	61	14	1	55	4	2	61	1
Total vehiculos	77			60			64		
Vehiculos promedio/por tipo				2	59	7			
Vehiculos promedio	67								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	35	
COORDENADAS	195603	89165
UBICACIÓN	FRENTE A LA UPEC	
OBSERVACIONES		
ADOQUÍN - PLANO - BAJA VELOCIDAD		



VALORES ENCONTRADOS		T (°C)	13	13	12											
		V VIENTO (m/s)	0.5	0.5	1											
		RUIDO			VEHICULOS											
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00					
FECHA		29/01/2020	29/01/2020	30/01/2020	29/01/2020			29/01/2020			30/01/2020					
HORA		9:43	11:06	16:12	9:43			11:06			16:12					
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS			
1	5min	56.5	72.5	71.9		19			19			21				
2	10min	60.2	65.0	70.6		17			16	1		18	2			
3	15min	62.7	60.7	69.5		13			13	1		12				
LAeq prom. Log		61	70	72												
LAeq prom. Log		71														
Subtotal vehiculos		0	49	0	0	48	2	0	51	2						
Total vehiculos					49	50			53							
Vehiculos promedio/por tipo					0	50	2									
Vehiculos promedio					51											

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCAN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	36	
COORDENADAS	195662	67963
UBICACIÓN	AVDA. ANDRÉS BELLO	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO LIGERA PENDIENTE		



T (°C)	7	10	12
V VIENTO (m/s)	1.4	0.8	2

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		31/01/2020	29/01/2020	30/01/2020	31/01/2020			29/01/2020			30/01/2020		
HORA		7:24	10:57	16:40	7:24			10:57			16:40		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	66.5	66.1	69.2	3	23	2	5	22		1	24	1
2	10min	66.9	62.4	65.6	3	27			19	3	2	25	
3	15min	66	66.7	66.1	1	17	2	4	25	2	1	19	1
LAeq prom. Log		67	66	68									
LAeq prom. Log		69											

Subtotal vehiculos	7	67	4	9	66	5	4	68	2
Total vehiculos	78			80			74		
Vehiculos promedio/por tipo		7	67	4					
Vehiculos promedio	78								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	37	
COORDENADAS	195390	68778
UBICACIÓN	AVDA. JULIO ROBLES	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PLANO - VELOCIDAD ALTA		



	T (°C)	8	16	14
	V VIENTO (m/s)	1.7	1.4	2

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		31/01/2020	29/01/2020	31/01/2020	31/01/2020			29/01/2020			31/01/2020		
HORA		7:45	11:42	17:18	7:45			11:42			17:18		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	69.2	65.0	67.3	2	60	4	1	26	1	1	35	6
2	10min	70.3	66.6	69.3	2	57	6		29	3	2	36	3
3	15min	68.2	68.5	67.9	1	55	2		20	1		40	
LAeq prom. Log		70	68	69									
LAeq prom. Log		70											
Subtotal vehiculos					3	175	14	1	75	5	3	111	9
Total vehiculos					194			81			123		
Vehiculos promedio/por lipo								3	121	10			
Vehiculos promedio					133								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	36	
COORDENADAS	185417	86456
UBICACIÓN	CALLE POSTERIOR AL SEMINARIO MENOR	
OBSERVACIONES		



ASFALTADO PLANO - VELOCIDAD ALTA														
		T (°C)	13	16	12									
		V VIENTO (m/s)	1.7	1.4	2									
VALORES ENCONTRADOS														
		RUIDO			VEHICULOS									
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00			
FECHA		30/01/2020	29/01/2020	31/01/2020	30/01/2020			29/01/2020			31/01/2020			
HORA		10:45	11:20	17:42	10:45			11:20			17:42			
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	
1	5min	64.5	63.6	63.9	2	12	1	2	5	2	1	8	1	
2	10min	65.2	66.9	64.5	1	15	1	1	16	1	2	12		
3	15min	64.2	65.6	66.1	1	10	0	2	12		1	13	1	
LAeq prom. Log		66	67	66										
LAeq prom. Log		67												
Subtotal vehiculos					4	37	2	5	33	3	4	33	2	
Total vehiculos					43			41			39			
Vehiculos promedio/por tipo								5	33	3				
Vehiculos promedio					41									

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCAN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	39	
COORDENADAS	195061	87609
UBICACIÓN	FRENTE AL BATALLÓN MAYOR MOLINA	
OBSERVACIONES		
ASFALTADO PLANO		



	T (°C)	8	17	12									
	V VIENTO (m/s)	1.7	3.9	2.2									
VALORES ENCONTRADOS													
		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	28/01/2020	31/01/2020	30/01/2020			25/01/2020			31/01/2020		
HORA		8:12	12:54	18:12	8:12			12:54			18:12		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	71.6	69.4	72.5	12	52	1	6	43	6	11	51	3
2	10min	69.4	72.1	71.9	7	42		11	52	7	8	49	2
3	15min	70.8	73.3	70.8	12	57	1	9	51	3	7	50	1
LAeq prom. Log		72	73	73									
LAeq prom. Log		74											
Subtotal vehiculos					31	151	2	26	146	16	26	150	6
Total vehiculos					184			188			182		
Vehiculos promedio/por tipo								28	149	8			
Vehiculos promedio					185								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:				
NO. PUNTO	40			
COORDENADAS	180006	88349		
UBICACIÓN	CDLA VIVIENDA POPULAR (J ANDRADE Y J VARGAS)			
OBSERVACIONES				
ADOQUINADO - PENDIENTE LEVE - RESIDENCIAL				
	T (°C)	12	16	12
	V VIENTO (m/s)	2	1.4	3
VALORES ENCONTRADOS				



		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		03/02/2020	29/01/2020	03/02/2020	03/02/2020			29/01/2020			03/02/2020		
HORA		9:03	12:54	16:33	9:03			12:54			16:33		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	52.3	50.5	50.3									
2	10min	55.9	55.0	56.1		1			2			1	
3	15min	53.1	51.6	51.2									
LAeq prom. Log		53	54	54									
LAeq prom. Log		55											

Subtotal vehiculos	0	1	0	0	2	0	0	1	0
Total vehiculos	1			2			1		
Vehiculos promedio/por tipo		0	2	0					
Vehiculos promedio	2								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	41	
COORDENADAS	194612	86365
UBICACIÓN	TRAS LA IGLESIA DE LAS JUNTAS	
OBSERVACIONES		
ADOQUINADO - PLANO		



	T (°C)	8	14	14
	V VIENTO (m/s)	2	3	3

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		03/02/2020	03/02/2020	29/01/2020	03/02/2020			03/02/2020			29/01/2020		
HORA		9:32	13:05	16:40	9:32			13:05			16:40		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	61.6	60.1	62.6			1					3	1
2	10min	69.7	65.3	72.1		2			2	1		3	
3	15min	62.1	63.1	61.2		2				1		3	
LAeq prom. Log		67	64	69									
LAeq prom. Log		68											

Subtotal vehiculos	0	4	1	0	2	2	0	9	1
Total vehiculos	5			4			10		
Vehiculos promedio/por tipo		0	5	2					
Vehiculos promedio	7								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	42	
COORDENADAS	194502	07901
UBICACIÓN	FRENTE UNIVERSIDAD UNIANDES	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO - PLANO			T (°C)	13	16	12								
			V VIENTO (m/s)	2.2	3.9	2								
VALORES ENCONTRADOS														
			RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO			7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA			31/01/2020	29/01/2020	31/01/2020	31/01/2020			29/01/2020			31/01/2020		
HORA			10:33	12:31	18:42	10:33			12:31			18:42		
ID	DURACION		LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min		62.1	71.0	69.2		5	1		7	2		5	1
2	10min		63.5	61.7	65.6					3	4		2	
3	15min		63.1	66.4	67.4					9	2		2	1
LAeq prom. Log			64	69	69									
LAeq prom. Log			69											
Subtotal vehiculos						0	5	1	0	19	8	0	9	2
Total vehiculos						6			27			11		
Vehiculos promedio/por tipo									0	11	4			
Vehiculos promedio						15								

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	43	
COORDENADAS	194574	87168
UBICACIÓN	AVDA. VEINTIMILLA	
OBSERVACIONES		



ADOQUINADO - PLANO				
	T (°C)	8	14	12
	V VIENTO (m/s)	3	2.2	2.2
VALORES ENCONTRADOS				

		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	03/02/2020	29/01/2020	30/01/2020			03/02/2020			29/01/2020		
HORA		7-51	13-32	15-50	7-51			13-32			15-50		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	71.5	72.5	72.6	15	41	5	12	43	3	6	37	2
2	10min	70.6	73.6	74.0	7	49	3	8	52	3	9	33	1
3	15min	70.7	74.1	74.8	10	36	5	11	39	2	6	37	1
LAeq prom. Log		72	74	75									
LAeq prom. Log		75											

Subtotal vehiculos	32	126	13	31	134	8	21	107	4				
Total vehiculos	171			173			132						
Vehiculos promedio/por tipo	28		123	9									
Vehiculos promedio	159												

ESTUDIO DE RUIDO EN TULCÁN

DETALLE PUNTO DE MUESTREO:		
NO. PUNTO	44	
COORDENADAS	194555	86746
UBICACIÓN	AVDA. VEINTIMILLA - CLÍNICA MUNICIPAL	
OBSERVACIONES		



ASFALTADO PLANO				
T (°C)	8	10	10	
V VIENTO (m/s)	2.2	3.3	3.3	

VALORES ENCONTRADOS		RUIDO			VEHICULOS								
PERIODO		7:00 - 11:00	11:00 - 15:00	15:00 - 21:00	7:00 - 11:00			11:00 - 15:00			15:00 - 21:00		
FECHA		30/01/2020	03/02/2020	29/01/2020	30/01/2020			03/02/2020			29/01/2020		
HORA		7:38	14:11	16:20	7:38			14:11			16:20		
ID	DURACION	LAeq	LAeq	LAeq	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS	PESADOS	LIVIANOS	MOTOS
1	5min	70.3	71.5	70.6	13	33	3	10	36	2	4	35	1
2	10min	70.9	70.8	70.6	8	47	3	6	49	4	10	41	
3	15min	71.9	72.1	71.4	13	33	4	7	38	6	6	24	1
LAeq prom. Log		72	72	72									
LAeq prom. Log		73											
Subtotal vehiculos					34	115	10	23	124	12	20	100	2
Total vehiculos					137			139			122		
Vehiculos promedio/por tipo								26	115	8			
Vehiculos promedio					146								

ANEXO 5



Alcaldía de Tulcán
Administración 2019 - 2023



**mi bici
mi transporte**
Ciclismo compartido y integrado en Tulcán

Conversatorio:

Análisis de la Contaminación Acústica Vehicular.

Invitado:



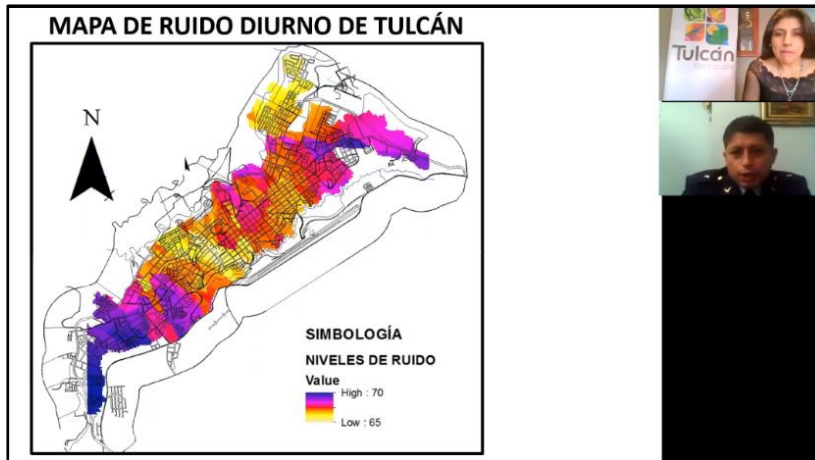
Ing. Álvaro Ortiz
Máster en Gestión Ambiental

Viernes 7 de agosto
15h00

Síguenos en vivo por:

Alcaldía Tulcán

www.gmtulcan.gob.ec



ANEXO 6



Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal de Tulcán

OFICIO N° 252-DGA-GADMT- 2020
Tulcán, 23 de septiembre de 2020

Ingeniero
Álvaro Ortiz
Presente.-

Reciba un atento saludo, del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Tulcán.

El motivo del presente es para poner en su conocimiento que el proyecto de "Análisis de la contaminación acústica vehicular para mejorar la normativa ambiental vigente de la Ciudad de Tulcán" elaborado por su persona, ha servido como fundamento para realizar el informe de viabilidad ambiental para la implementación de ciclovías en la Ciudad de Tulcán, actualización de normativa ambiental local y llevar a cabo un conversatorio donde se socializó los resultados obtenidos, con el objetivo de concientizar a la ciudadanía, sobre la importancia de movilidad sostenible.

Hago propicia la ocasión para reiterarle mi sentimiento de consideración y estima.

Cordialmente
"Tulcán para la Vida"

Mg. Mauricio Huacá

DIRECTOR DE GESTIÓN AMBIENTAL



lr/ml